



Analyse et mise en valeur de données sur le marquage des tortues marines en Guadeloupe

Rapport final

Girondot Marc, Rinaldi Caroline (Association Evasion Tropicale) & Jacques Fretey

Février 2019

Préambule

L'association Chélonée a répondu à un appel d'offre lancé par l'ONF-Guadeloupe le 21 août 2018.

L'analyse statistique proposée de 20 années de marquage des tortues en Guadeloupe visait à répondre au souhait du Comité technique du Plan national d'Actions en faveur des tortues marines de valoriser les données engrangées et afin de pouvoir décider d'un nouveau et meilleur protocole à adopter lors de la saison de ponte 2019.

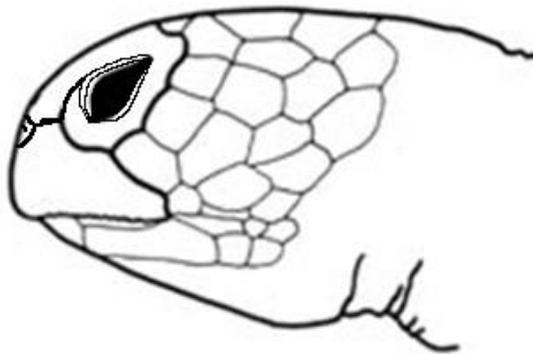
L'association Chélonée s'est engagée à fournir comme livrables à l'ONF-Guadeloupe :

Entre la mi-décembre et fin décembre 2018 :

- . Des fichiers de données nettoyés ;
- . Un pré-rapport avec des indications sur l'opportunité de poursuivre ou non l'identification avec des bagues externes

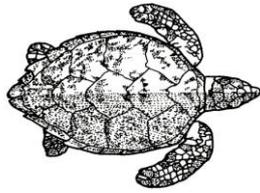
Pour fin février 2019 :

- . Un rapport détaillé répondant aux objectifs attendus dont des recommandations pour le suivi 2019 ;
- . Une synthèse de 5 pages maximum résumant les résultats obtenus et les recommandations
- . Une restitution par vidéoconférence avec le maître d'ouvrage à l'aide d'un diaporama PowerPoint.



Sommaire

Préambule	2
Résumé des résultats	4
Préconisations – Recommandations	5
I. Synthèse des résultats	6
I.1. Variable 1 : Intervalle moyen entre deux pontes au cours d’une même saison	6
I.2. Variable 2 : Intervalle moyen d’années entre deux saisons de ponte	8
I.3. Variable 3 : Estimation de la fidélité au site de ponte	9
I.4. Variable 4 : Estimation de la perte des bagues	13
I.5. Variable 5 : Taux de croissance des individus	17
I.6. Variable 6 : Estimation de l’importance quantitative de la population de femelles reproductrices	19
I.7. Estimation du taux de mortalité au sein de la population de femelles reproductrices	20
II. Préconisations - Recommandations	23
II.1. Comptage des traces de montées et descentes	23
II.2. Proposition d’autres variables et indicateurs	24
II.3. Avis sur l’intérêt de poursuivre le marquage par bagues métalliques extérieures	25
II.4. Bancarisation des données sur les tortues marines de Guadeloupe	27
Références bibliographiques	28
ANNEXES	
Annexe 1. Méthodologie	30
Annexe 2. La base de données	31
2.1. Structure	31
2.2. Autres informations sur la base de données	32
2.3. Individus recapturés hors Guadeloupe	33
Annexe 3. Les sites de nidification	55
3.1. Répartition géographique	55
3.2. Distance entre les sites – Regroupements	55
Annexe 4. Les tailles	58
4.1. Tous les individus observés	58
4.2. Uniquement les femelles à terre	59
4.3. Evolution de la taille	60
4.4. Variation des tailles en intersaison	63
Annexe 5. Recaptures en Guadeloupe	65
5.1. Recaptures à l’échelle de plusieurs saisons	65
Annexe 6. Perte des bagues	70
6.1. Estimation de la perte des bagues	70
Annexe 7. Nombre de jours entre 2 observations	84
7.1. Comparaison entre les données observées et le modèle	84
Annexe 8. Fidélité	112
8.1. Fidélité à l’échelle de plusieurs saisons	114
Annexe 9. Nombre de nids par femelle par saison	114
9.1. <i>Chelonia mydas</i>	115
9.2. <i>Eretmochelys imbricata</i>	116
9.3. <i>Dermochelys coriacea</i>	120
9.4. Modèle OCF-ECF en 3 dimensions pour <i>Eretmochelys imbricata</i>	125
9.5. Rappel du modèle 2D	129
Annexe 10. Biométrie	171
Annexe 11. Ethique	172



RÉSUMÉ DES RÉSULTATS

Données de suffisamment bonne qualité pour que l'on puisse tirer des informations pertinentes, mais la perte des bagues rend certaines estimations biaisées, surtout pour la Tortue luth.

La base de données exploitée. Un gros nettoyage de la base de données a été nécessaire. Le total représente 3 978 lignes pour la Guadeloupe sensu stricto, 6 lignes pour St Martin et 4 lignes pour St Barthélémy (trop peu de données pour être exploitées pour ces deux territoires. Nous obtenons par espèce : 3000 lignes pour *Eretmochelys imbricata* (*Ei*), 196 lignes pour *Chelonia mydas* (*Cm*), 749 lignes pour *Dermochelys coriacea* (*Dc*) et 7 lignes de *Caretta caretta* capturées en mer.

Tailles. En intra-saison, pas d'évolution significative chez les 3 espèces. En intersaison, croissance significative chez *Ei* et non significative chez *Cm* et *Dc*.

En ponte, la taille moyenne des Tortues luths est de 151,75 cm (sd 9,87 ; n= 107), celle des Tortues vertes de 110,02 cm (sd 6,06 ; n= 462) et celle des Tortues imbriquées est de 87,3 cm (sd 4,08 ; n= 2091). En mer, la taille moyenne des Caouannes est de 79,75 cm (sd 10,25 ; n= 2), celle des Tortues luths de 150,66 cm (sd 4,50 ; n= 3), celle des Tortues vertes de 53,87 cm (sd 19,20 ; n= 17), et celle des Tortues imbriquées est de 40,08 cm (sd 22,81 ; n= 16).

On notera que seules la Tortue verte et la Tortue imbriquée présentent des individus de petite taille montrant que la Guadeloupe est un habitat de croissance pour ces espèces.

Les bagues. Les bagues externes métalliques tiennent relativement bien chez *Cm* et *Ei* ; beaucoup de perte de bagues chez *Dc*, mais il n'a pas été possible de quantifier en raison du peu de retours en intersaison pour cette espèce.

Eretmochelys imbricata. A la fin de la première année, 95% des individus ont encore leurs deux bagues et après 5 ans ils ne sont plus que 83%. La proportion d'individus qui ne sont plus reconnus et sont donc considérés comme des nouveaux individus après 5 ans est seulement de 2%.

Chelonia mydas. Le taux de perte des bagues est de l'ordre de 0,2% perdues chaque jour durant les 60 premiers jours ensuite le taux de perte est constant et beaucoup plus faible mais n'est pas nul.

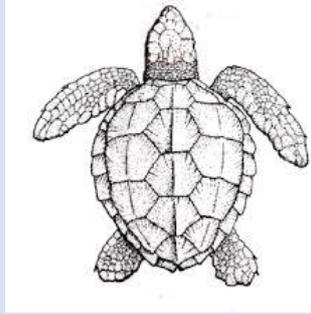
Dermochelys coriacea. Après 5 ans, plus de 39% des femelles ne sont plus identifiables.

Ce marquage apporte en intra-saison des informations sur le nombre de pontes successives par espèce et par femelle. La ré-observation de bagues permet aussi d'estimer le nombre d'années entre les saisons de ponte par espèce (sauf chez *Dc* où il y a trop de perte de bagues).

Pas de fibropapillomase constatée chez les femelles venant pondre et dont la blessure du marquage pourrait être un point d'entrée de l'herpès virus.

Fidélité aux sites de ponte Pour étudier cette fidélité, les plages ont été regroupées en des unités de proximité inférieure à 10 km. Il faut noter que les résultats sont qualitativement semblables si les regroupements sont effectués à une échelle de 1 km. Il apparaît que 43,29% des femelles *Cm* changent de groupe de plages d'une ponte à l'autre en intra-saison. Nous notons que 1,04% des femelles *Ei* changent de groupe de plages de ponte en intrasaison, Pour les femelles *Dc*, 19,04% changeraient de groupe de plages entre 2 pontes en intra-saison.

Taux de mortalité des femelles reproductrices. Le taux de survie adulte femelle chez la Tortue imbriquée est supérieur à 0.82 (Intervalle de confiance compris entre 0.82 et 0.87). Mais l'intervalle de confiance est tellement important qu'on ne peut en tirer aucune conclusion intéressante.



Préconisations

Proposition de variables d'habitats :

- Linéaire de plages sans lumière visible ;
- Hétérogénéité de l'habitat thermique - Monitoring de la température du sable pour s'assurer que les plages disponibles présentent une hétérogénéité ;
- Relever la position GPS des pontes pour établir une mesure du linéaire de plages disponibles - même si les plages sont disponibles, est-ce que les tortues les utilisent ?

Proposition de variables sur les individus

- Photographie de la tête avec un système d'amplification de lumière pour ne pas utiliser de flash ;
- Marquage par transpondeurs magnétiques passifs ;
- Continuer les mesures CCL et CCW quand c'est possible.

Recommandations

→ Nous recommandons d'abandonner complètement la technique d'identification des tortues individuellement par bagues métalliques externes et de la remplacer par une identification par injection de PIT et la photo-morpho-identification.

→ L'intégrité de la base de données actuelle ne pouvant pas être assurée, nous préconisons au gestionnaire de prévoir d'urgence de mettre en place une vraie base de données sécurisée, gérable et exploitable à distance. Il serait possible de mutualiser cet effort entre la Martinique, la Guadeloupe et la Guyane, car la problématique est identique dans l'ensemble des DAF.



I. Synthèse des résultats

I.1. Variable 1 : Intervalle moyen entre deux pontes au cours d'une même saison

Le suivi en intrasaison peut être décliné en 3 objectifs distincts:

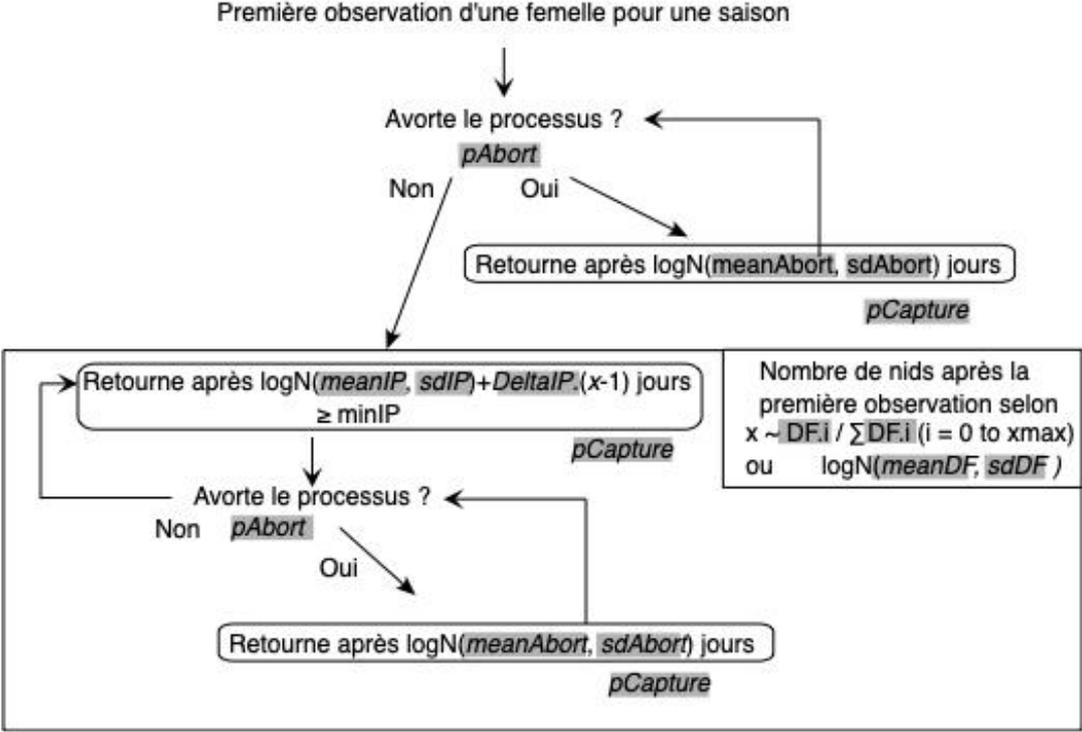
- Fidélité dans l'utilisation d'un site de nidification;
- Distribution du nombre de jours entre deux observations sur la plage, avec ou sans ponte
- Nombre de pontes par femelle au cours de la saison.

I.1.a. Distribution du nombre de jours entre deux observations

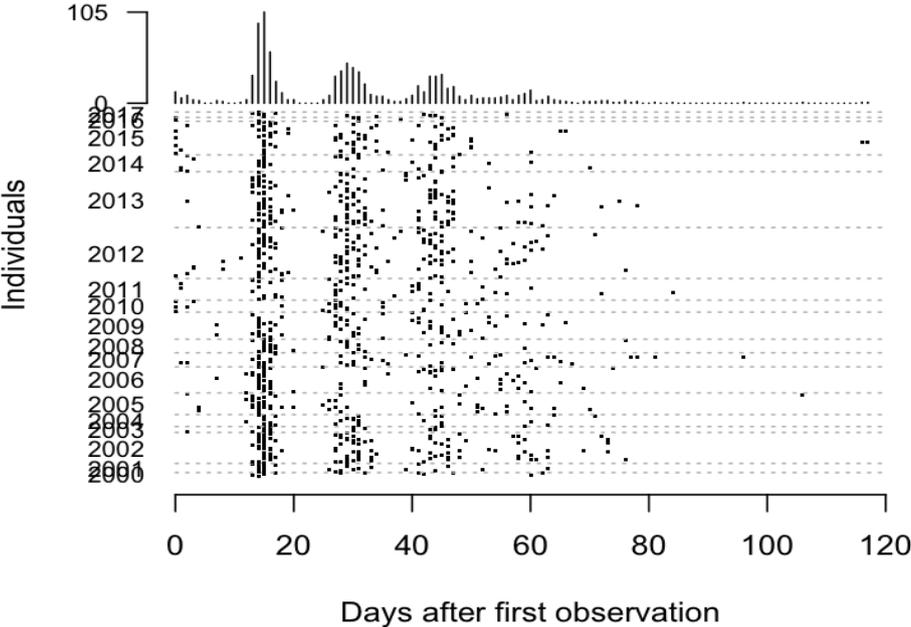
Le nombre de jours entre deux pontes est un paramètre crucial permettant d'interpréter les données de nombre d'observations au cours d'une saison. La méthode utilisée est celle de: Hancock, J., Vieira, S., Lima, H., Schmitt, V., Pereira, J., Rebelo, R., Girondot, M., *in press*. Incorporating individual behavior in estimating marine turtle internesting period from incomplete field data. *Ecological Modelling*.

Cette méthode permet d'estimer la distribution du nombre de jours entre deux pontes ou après un abandon de pontes et la probabilité d'abandon de ponte. Elle ne permet pas cependant d'estimer le nombre de pontes par femelle ou bien la probabilité de capture.

L'idée de base est de modéliser le comportement d'un très grand nombre d'individus (100.000 ici) et de rechercher les paramètres comportementaux qui maximisent la vraisemblance des observations dans le modèle. Le modèle est schématisé ci-après:



Eretmochelys imbricata



Nombre de jours entre deux observations au cours d'une saison

I.2. Variable 2 : Intervalle moyen d'années entre deux saisons de ponte

La probabilité qu'un animal vu une saison A soit revu la saison A+D (D>0) est dépendante du fait que la marque ait tenu chaque année de 1 à D (probabilité t), du fait qu'il ait survécu

ces D années (probabilité s), du fait qu'il revienne réellement (probabilité r) et enfin qu'il ait été observé (probabilité p). Pour une valeur de D donnée, il y a donc $D \times 4$ paramètres. Si on considère le fait qu'un animal puisse revenir entre 1 et 5 ans, cela fait donc 20 paramètres à estimer, soit bien plus que d'information disponible.

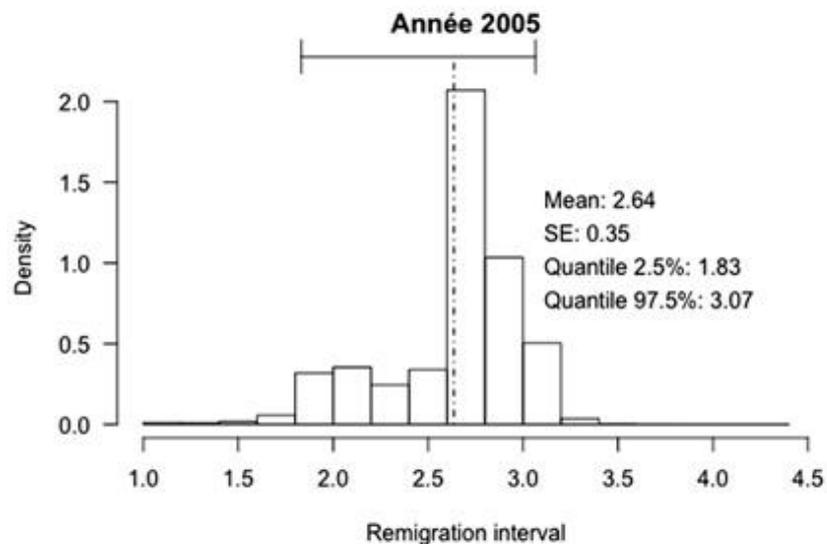
Pour résoudre ce problème qui semble insoluble à première vue, une approche bayésienne par MCMC va être utilisée.

On exclura la Tortue luth et la Tortue verte de l'analyse pour laquelle on dispose de trop peu de données en retour en intersaison.

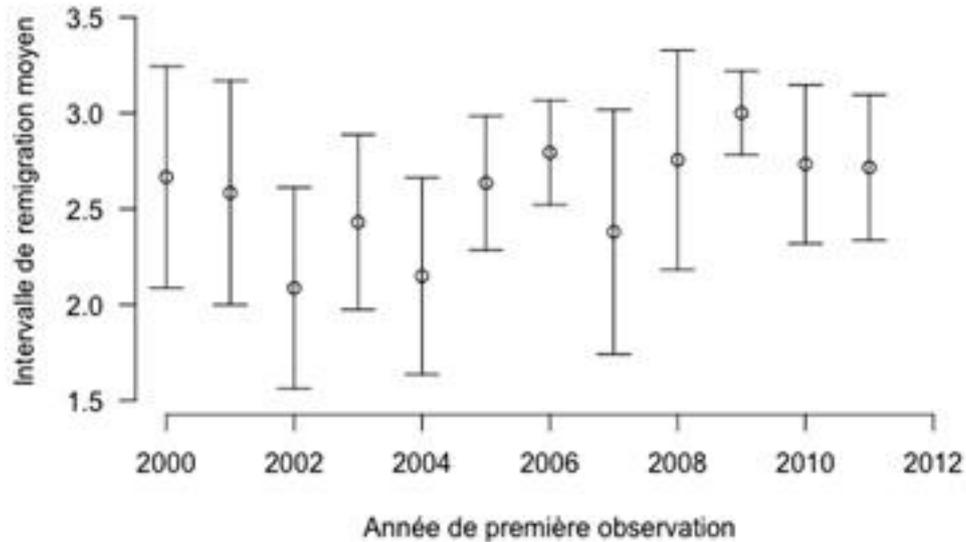
Les priors suivants sont utilisés :

- Le taux de survie utilisé est celui calculé pour cette espèce dans cette analyse.
- Le taux de perte de bagues est la probabilité qu'un individu ne soit plus reconnu, soit la valeur N0
- La probabilité de capture annuelle est tirée dans une loi uniforme comprise entre 0 et 1
- La probabilité de remigration après 1, 2, 3, 4 et 5 ans sont aussi tirés dans une loi uniforme comprise entre 0 et 1

Le résultat pour les tortues imbriquées vues à Grand-Bourg en 2005 est donné ci-dessous. On voit un pic vers à 2,64 (SE 0,35) ans.



La synthèse pour toutes les années est montrée ci-dessous :



L'intervalle moyen corrigé pour la probabilité de capture, la perte des bagues et la survie est de 2,57 ans.

1.3. Variable 3 : Estimation de la fidélité au site de ponte

La fidélité des femelles peut être étudiée à l'échelle d'une saison de pontes ou bien entre saison. Il faut noter qu'entre saison on choisit ici d'étudier les plages utilisées lors de deux saisons successives d'observation. Il est possible qu'il y ait entre les deux saisons observées d'autres saisons où l'animal n'a pas été observé mais celles-ci sont hors de connaissance. Il faut noter que cela peut conduire à un manque de précision mais pas à un biais si la saison pour laquelle l'absence de données est indépendante du fait que l'individu a changé son site de nidification.

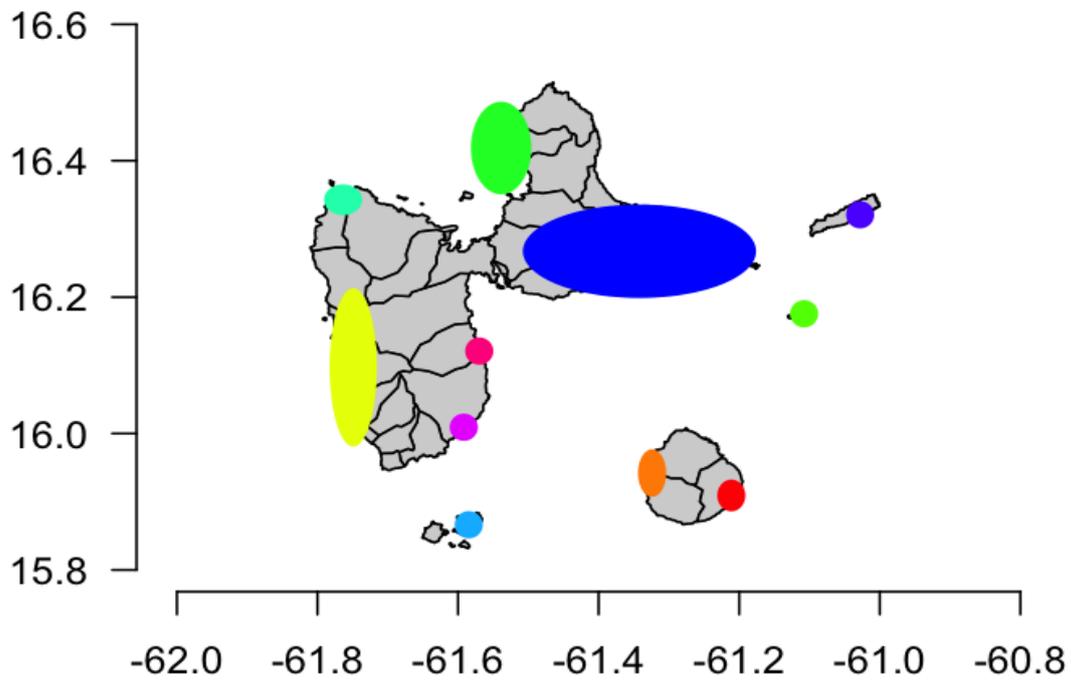
1.3.1. Intrasaison

Chez les Tortues vertes, le nombre de femelles ayant pondu sur plus d'une plage est de 7 ce qui fait un pourcentage moyen de femelles ayant pondu sur plus d'une plage de 4.60%.

Chez les Tortues imbriquées, le nombre de femelles ayant pondu sur plus d'une plage est de 62 ce qui fait un pourcentage moyen de femelles ayant pondu sur plus d'une plage de 9.21%.

Chez les Tortues luths, le nombre de femelles ayant pondu sur plus d'une plage est de 12 ce qui fait un pourcentage moyen de femelles ayant pondu sur plus d'une plage de 28.57%.

Cependant dans ces dénombrements deux plages en continuité l'une de l'autre sont comptées comme des changements de plage. On décide alors de travailler sur des ensembles de plages qui sont distantes deux à deux de moins de 10 km :



On a alors 11 ensembles :

Plages	Groupe
Anse des Galets	Anse des Galets
Anse Feuillard	Anse des Galets
Feuillere	Anse des Galets
Anse de Mays	Anse de Mays
Folle Anse	Anse de Mays
Grande Anse (Anse Ballet)	Anse de Mays
Trois Ilets	Anse de Mays
Anse a Colas	Anse a Colas
Anse a la Barque	Anse a Colas
Anse Caraibe	Anse a Colas
Anse de la Grande Plaine	Anse a Colas
Anse Machette	Anse a Colas
Anse Sable	Anse a Colas
Descoudes	Anse a Colas
Galets rouges	Anse a Colas
Malendure	Anse a Colas
Petite Anse	Anse a Colas

Plages	Groupe
Riviere Sens	Anse a Colas
Simaho	Anse a Colas
Terre de Bas	Terre de Bas
Terre de Haut	Terre de Bas
Anse du Souffleur	Anse du Souffleur
Anse Lavolvaine	Anse du Souffleur
Ilet Fajou	Anse du Souffleur
La Chapelle	Anse du Souffleur
Trou Madame Louis	Anse du Souffleur
Anse de la Perle	Anse de la Perle
Anse de Nogent	Anse de la Perle
Anse Tillet	Anse de la Perle
Cluny	Anse de la Perle
Grande Anse	Anse de la Perle
Ilet Kahouanne	Anse de la Perle
Rifflet	Anse de la Perle
Anse Figuier	Anse Figuier
Anse Mire	Anse Figuier
Baie de Pompierre	Anse Figuier
Pain de Sucre	Anse Figuier
Anse a l'eau	Anse a l'eau
Anse a la Gourde	Anse a l'eau
Anse des Chateaux	Anse a l'eau
Anse des Salines	Anse a l'eau
Anse Kahouanne	Anse a l'eau
Anse Patate	Anse a l'eau
Bois Jolan	Anse a l'eau
Boulevard maritime	Anse a l'eau
Canella Beach	Anse a l'eau
Canot ouest	Anse a l'eau
Gros Bœuf	Anse a l'eau
Km 7	Anse a l'eau
La Caravelle	Anse a l'eau
la Datcha	Anse a l'eau
la Grotte	Anse a l'eau
Pierre et vacances	Anse a l'eau
Plage de l'Autre Bord (Alizes)	Anse a l'eau

Plages	Groupe
Raisins Clairs	Anse a l'eau
Rouleaux (Baie Sainte Marie)	Anse a l'eau
Anse Petite Riviere	Anse Petite Riviere
Baie Mahault	Anse Petite Riviere
Petites Anses	Anse Petite Riviere
Plage du Souffleur	Anse Petite Riviere
Anse Saint Sauveur	Anse Saint Sauveur
Anse salee (Bananier)	Anse Saint Sauveur
Esclaves (Anse de la Fontaine)	Anse Saint Sauveur
Sainte Claire	Sainte Claire

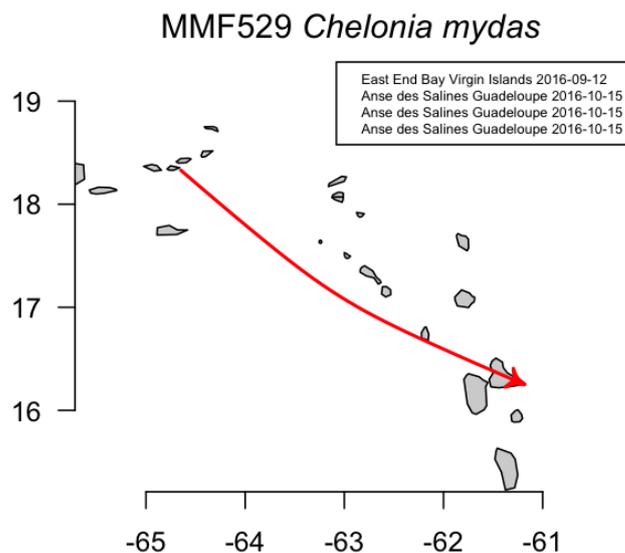
La fidélité à l'échelle des 11 ensembles de plages est alors :

Chez les tortues vertes, le nombre de femelles ayant pondu sur plus d'une plage est de 5 ce qui fait un pourcentage moyen de femelles ayant pondu sur plus d'une plage de 3.29%.

Chez les tortues imbriquées, le nombre de femelles ayant pondu sur plus d'une plage est de 7 ce qui fait un pourcentage moyen de femelles ayant pondu sur plus d'une plage de 1.04%.

Chez les tortues luths, le nombre de femelles ayant pondu sur plus d'une plage est de 8 ce qui fait un pourcentage moyen de femelles ayant pondu sur plus d'une plage de 19.04%.

En conclusion, le regroupement des plages en ensembles continus ne change pas fondamentalement les résultats. Les tortues luths sont relativement peu fidèles à leur site de nidification puisque dans 19% des observations la ponte s'est produite sur des plages différentes en intrasaison. Par contre, les tortues vertes et les tortues imbriquées sont relativement fidèles à leur site de ponte mais peuvent quand même parfois être vues en ponte sur des plages éloignées au sein de la même saison, par exemple cette tortue verte ayant pondu aux Îles Vierges puis à 400 km de là un mois après, en Guadeloupe.



1.3.2. Intersaison

Les données sont quantitativement du même ordre de grandeur quand l'analyse est effectuée en intersaison.

I.4. Variable 4 : Estimation de la perte des bagues

1.4.1. Modélisation de la perte des bagues

Pour estimer le taux de perte des bagues, nous avons utilisé une nouvelle méthode (Pfaller *et al.*, sous presse) qui améliore grandement les méthodes utilisées jusqu'à présent (Rivalan *et al.* 2005).

En résumé, cette méthode permet d'ajuster un modèle paramétrique de perte des bagues à partir des informations du durée des observations des individus avec deux ou une bague unique. Comme il n'y a pas de marques permanentes sur les animaux, nous avons été obligés de postuler que la perte des bagues est indépendante (le taux de perte d'une bague quand on en a deux est le même que le taux de perte d'une bague quand on en a déjà perdu une) alors qu'à chaque fois que cette hypothèse a été testée, elle s'est révélée fautive. **Il faut donc garder à l'esprit que le taux de perte des bagues mesuré ici est un taux minimum.**

Le taux de perte a pu être estimé chez la Tortue verte et la Tortue imbriquée mais il n'a pas pu être estimé chez la tortue luth en raison du manque de données. Il faut noter que le manque de données est peut-être justement dû à un taux important de perte des bagues chez cette espèce.

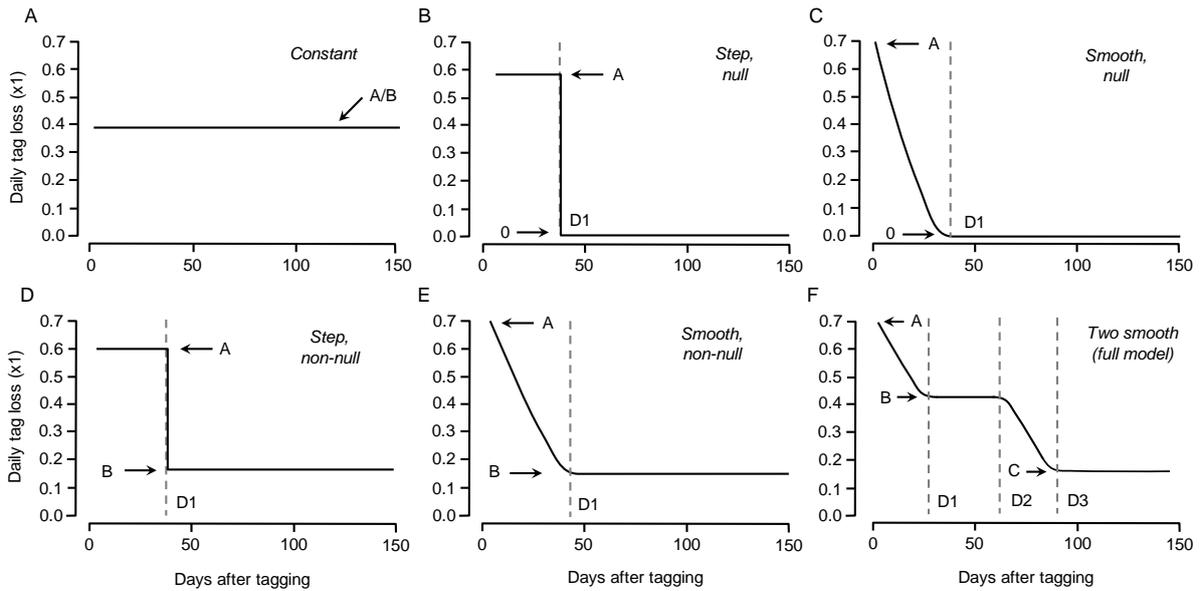
Comme il n'y a pas de marque externe permanente, le modèle retenu postule que la probabilité de perte d'une bague quand un individu en a 2 est la même que la perte d'une bague quand un individu en a une seule.

Trois modèles ont été testés à chaque fois:

- Le taux de perte présente 3 valeurs avec des transitions plus ou moins douces. Ce modèle représentera par exemple une perte initiale rapide, une stabilisation et une augmentation de la perte quand la bague est trop vieille ou bien une diminution de la perte si toutes celles mal posées sont tombées;
- Le taux de perte présente 2 valeurs avec une transition plus ou moins douce entre ces deux valeurs;
- Le taux de perte est constant.

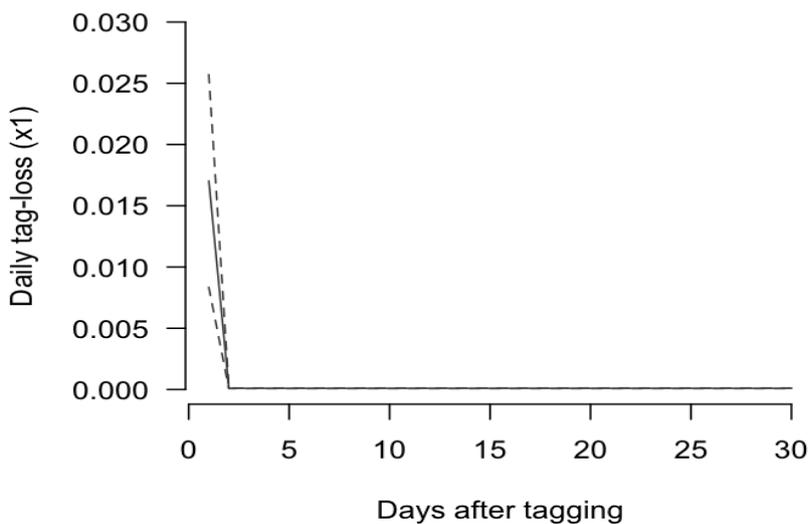
Le choix entre ces 3 modèles se fera sur la base d'une statistique s'appelant l'AICc et l'Akaike Weight. L'AIC permet de choisir un modèle en évitant de surparamétriser les modèles.

Un couple de 2 valeurs (p, t) représente le changement du taux de perte p à un temps t. Le modèle a un minimum de 1 paramètre (taux de perte constant). Si on rajoute une transition (p, t) on passe à 3 paramètres. Si la transition est douce, on a besoin d'un autre paramètre pour décrire la transition. Si il y a deuxième changement, il faut rajouter 2 ou 3 paramètres.



1.4.2. Perte des bagues chez la Tortue imbriquée

Le taux de perte des bagues chez cette espèce est de l'ordre de 2% perdues chaque jour durant les 3 premiers jours ; ensuite le taux de perte est constant et beaucoup plus faible mais n'est pas nul.



A la fin de la première année, 95% des individus ont encore leurs deux bagues et après 5 ans ils ne sont plus que 83%.

La proportion d'individus qui ne sont plus reconnus et sont donc considérés comme des nouveaux individus après 5 ans est seulement de 2%.

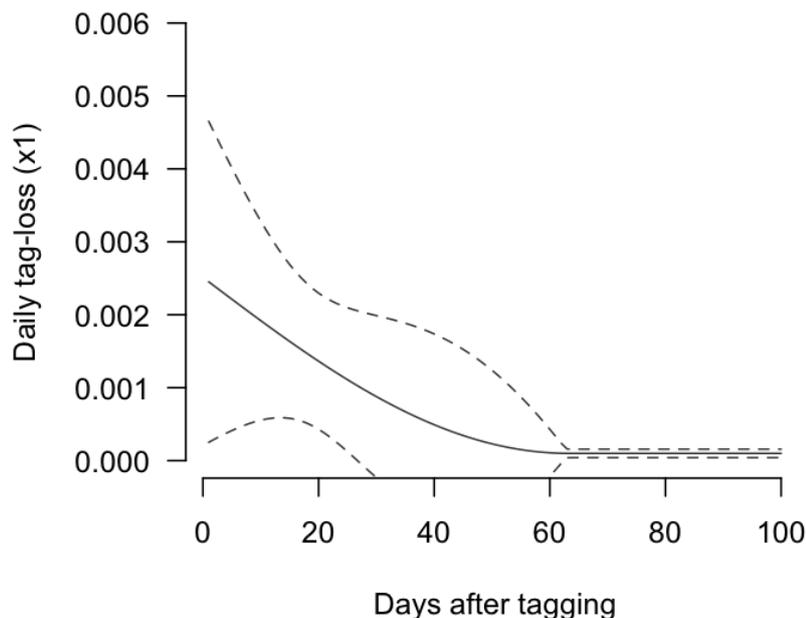
Ce faible taux indique que les estimateurs produits avec les données de baguage chez la Tortue imbriquée sont peu biaisés. Mais il faut garder à l'esprit qu'il s'agit d'une sous-estimation en raison de l'impossibilité de prendre en compte une dépendance du taux de perte en fonction de la perte précédente d'une bague.

Année	N2	N1	N0
1	0.950	0.049	0.001
2	0.918	0.078	0.004
3	0.887	0.106	0.007
4	0.857	0.132	0.011
5	0.829	0.156	0.016

N2 correspond à la proportion d'individus avec les deux bagues, N1 à la proportion d'individus avec 1 bague et N0 la proportion d'individus avec 0 bague.

1.4.3. Perte des bagues chez la Tortue verte

Le taux de perte des bagues est de l'ordre de 0,2% perdues chaque jour durant les 60 premiers jours ensuite le taux de perte est constant et beaucoup plus faible mais n'est pas nul.



A la fin de la première année, 91% des individus ont encore leurs deux bagues et après 5 ans ils ne sont plus que 80%.

La proportion d'individus qui ne sont plus reconnus et sont donc considérés comme des nouveaux individus après 5 ans est seulement de 2,5%.

Ce faible taux indique que les estimateurs produits avec les données de baguage chez la tortue verte sont peu biaisés. Mais il faut garder à l'esprit qu'il s'agit d'une sous-estimation en raison de l'impossibilité de prendre en compte une dépendance du taux de perte en fonction de la perte précédente d'une bague.

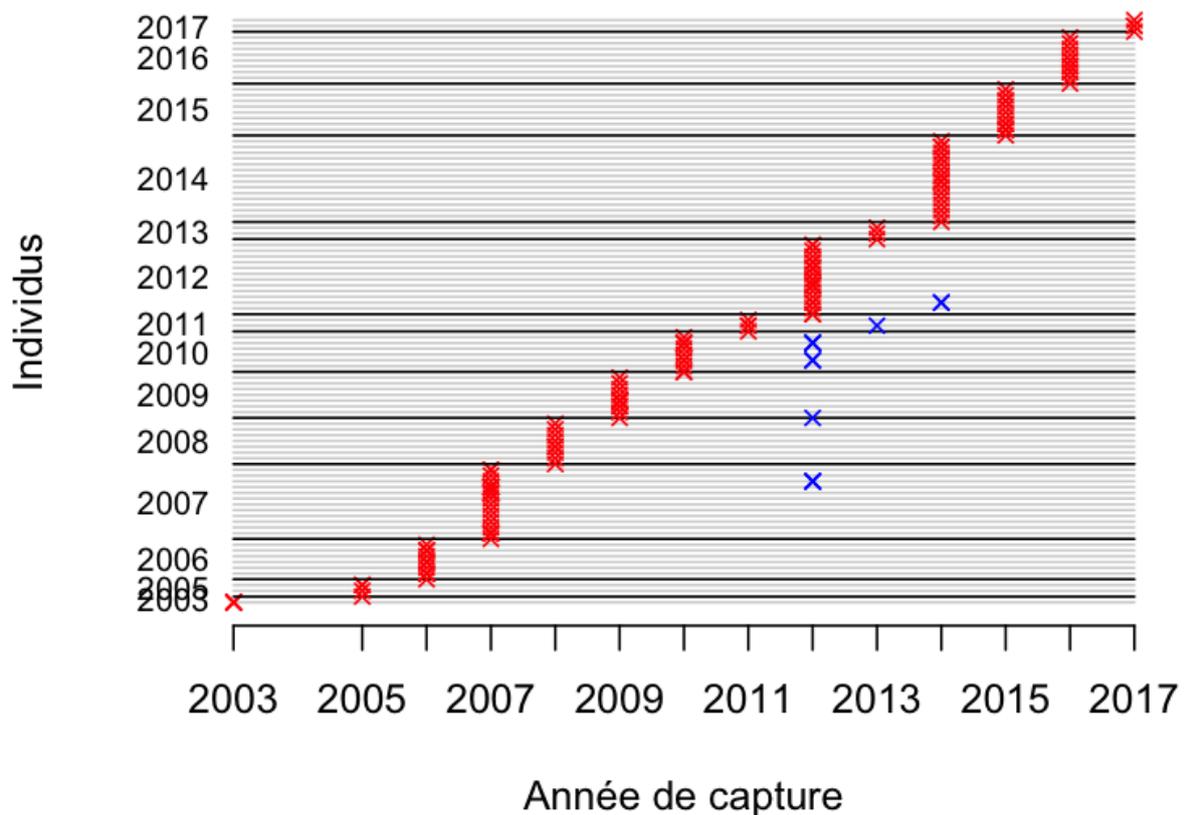
Année	N2	N1	N0
1	0.913	0.083	0.004
2	0.881	0.112	0.007
3	0.849	0.139	0.012
4	0.819	0.164	0.018
5	0.789	0.187	0.024

N2 correspond à la proportion d'individus avec les deux bagues, N1 à la proportion d'individus avec 1 bague et N0 la proportion d'individus avec 0 bague.

1.4.4. Perte des bagues chez la Tortue luth

Seules 6 Tortues luths sont revues après l'année de marquage. C'est peut-être lié à la perte rapide des bagues chez cette espèce.

Dermochelys coriacea



Les points rouges indiquent les années de capture et les points bleus, les années de recapture.

Le faible nombre de données empêche d'avoir une estimation correcte du taux de perte de bagues chez la Tortue luth. On notera simplement qu'il semble plus fort que le taux de perte mesuré chez la Tortue verte ou la Tortue imbriquée :

Après 5 ans, plus de 39% des femelles ne sont plus identifiables.

Année	N2	N1	N0
1	0.811	0.170	0.019
2	0.610	0.301	0.089
3	0.459	0.357	0.184
4	0.345	0.367	0.288
5	0.259	0.350	0.391

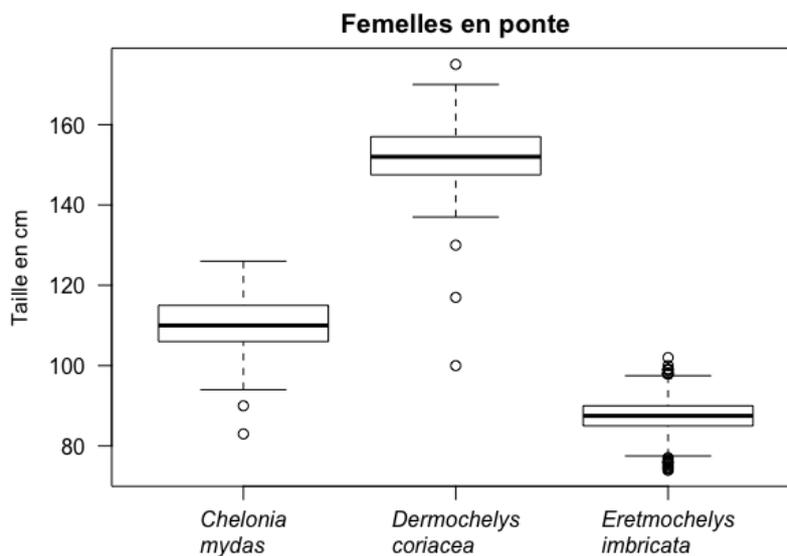
N2 correspond à la proportion d'individus avec les deux bagues, N1 à la proportion d'individus avec 1 bague et N0 la proportion d'individus avec 0 bague.

Cf. ANNEXE 6.

I.5. Variable 5 : Taux de croissance des individus

1.5.1. Taille des individus en ponte

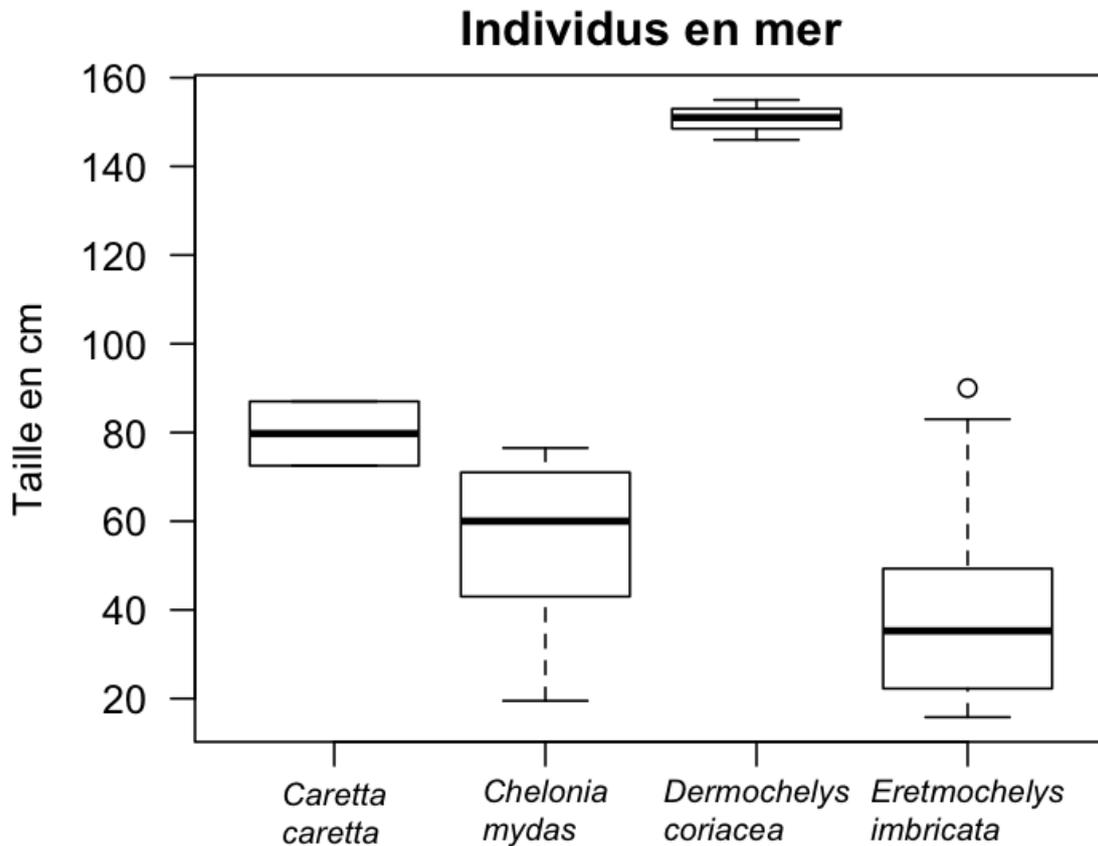
La taille des individus observés en ponte est montrée sur le graphique suivant.



**La taille moyenne des Tortues luths en ponte est de 151,75 cm (sd 9,87 ; n= 107).
 La taille moyenne des Tortues vertes en ponte est de 110,02 cm (sd 6,06 ; n= 462).
 La taille moyenne des Tortues imbriquées en ponte est de 87,3 cm (sd 4,08 ; n= 2091).**

I.5.2. Taille des individus en mer

La taille des individus observés en mer est montrée sur le graphique suivant.



La taille moyenne des Caouannes en mer est de 79,75 cm (sd 10,25 ; n= 2).
 La taille moyenne des Tortues luths en mer est de 150,66 cm (sd 4,50 ; n= 3).
 La taille moyenne des Tortues vertes en mer est de 53,87 cm (sd 19,20 ; n= 17).
 La taille moyenne des Tortues imbriquées en mer est de 40.08 cm (sd 22,81 ; n= 16).

On notera que seules la Tortue verte et la Tortue imbriquée présentent des individus de petite taille montrant que la Guadeloupe est un habitant de croissance pour ces espèces.

1.5.3. Evolution de la taille

Il est calculé ici la croissance des individus à partir de toutes les observations, y compris lorsque le nombre de jours entre deux mesures est faible.

La conclusion est que la croissance journalière n'est pas différente de 0 cm pour aucune des espèces!

7.1.1. Variation des tailles en intersaison

La conclusion est que la croissance journalière n'est pas différente de 0 cm pour *Chelonia mydas* et *Dermochelys coriacea*, mais on détecte une croissance significative pour *Eretmochelys imbricata*.

Chelonia mydas. La croissance journalière moyenne est de $1.97e-04$ cm par jour avec un intervalle de confiance à 95% de $[-1.01e-03; 1.4e-03]$ cm par jour.

La croissance annuelle est donc de $7.2e-02$ cm par an avec un intervalle de confiance à 95% de $[-3.69e-01; 5.13e-01]$ cm par an.

Eretmochelys imbricata. La croissance journalière moyenne est de $5.24e-04$ cm par jour avec un intervalle de confiance à 95% de $[1.35e-04; 9.14e-04]$ cm par jour.

La croissance annuelle est donc de $1.91e-01$ cm par an avec un intervalle de confiance à 95% de $[4.92e-02; 3.34e-01]$ cm par an.

Dermochelys coriacea. La croissance journalière moyenne est de $-8.85e-03$ cm par jour avec un intervalle de confiance à 95% de $[-3.24e-02; 1.47e-02]$ cm par jour.

La croissance annuelle est donc de $-3.23e+00$ cm par an avec un intervalle de confiance à 95% de $[-1.18e+01; 5.38e+00]$ cm par an.

I.6. Variable 6 : Estimation de l'importance quantitative de la population de femelles reproductrices

Comment estimer la taille de la population ? (et pourquoi nous avons décidé qu'il n'était pas prudent de le faire)

En écologie fondamentale, et plus particulièrement en biologie des populations, ainsi qu'en génétique des populations, une population désigne l'ensemble des individus d'une même espèce qui occupe simultanément le même milieu. Cette définition n'est cependant pas applicable pour les tortues marines qui cumulent l'ensemble des difficultés que l'on peut trouver dans le suivi des populations animales :

- Seule la phase adulte est facilement étudiable ;
- Les mâles et les femelles ont des comportements en relation avec les activités de suivis très différents : les mâles ne sont jamais vus ;
- Les méthodes d'identification ne sont pas fiables ce qui créent de nombreux faux positifs ;
- La longévité des individus fait qu'à l'échelle du suivi de capture-marquage-recapture, la population ne peut pas être considérée comme une population fermée ;
- Toutes les plages ne sont pas suivies avec le même effort de capture, ce qui génère une hétérogénéité importante de la probabilité de capture ;
- Le système de retour sur site de pontes où sont effectués les observations nécessite l'utilisation d'états cachés (*hidden state*) qui augmente l'incertitude des estimateurs.

Avec une biologie aussi complexe, il est possible d'estimer une survie apparente des individus adultes femelles, mais en aucun cas une taille de population non-biaisée. L'estimateur défini comme (nombre de femelles différentes observées une année) (probabilité d'observation cette année) permet d'avoir une estimation de la taille de la population femelle adulte mais sans que l'on sache comment cet estimateur se compare avec la véritable valeur.

Pour cette raison nous avons décidé, bien que nous puissions aisément calculer cet estimateur, nous abstenir de le fournir dans ce rapport afin qu'il ne soit pas cité sans précaution.

L'estimation de la survie annuelle a pu être effectuée en considérant un modèle simple chez la Tortue imbriquée. L'estimateur de la survie adulte annuelle des femelles est souvent compris entre 0 et 1 même chez cette espèce qui est la mieux suivie.

Il sera possible d'améliorer cet estimateur en utilisant une technique dérivée du *robust design* mais dans lequel la probabilité de capture en intra-saison n'utilisera pas le *stop-over* (Rivalan *et al.*, 2006) ; une nouvelle méthode a été décrite récemment (Girondot, 2019). **Mais même quand une survie adulte aura pu être établie avec un niveau de confiance satisfaisant, la taille de la population restera hors d'atteinte. Au mieux, on sera capable de donner un nombre minimal de femelles.**

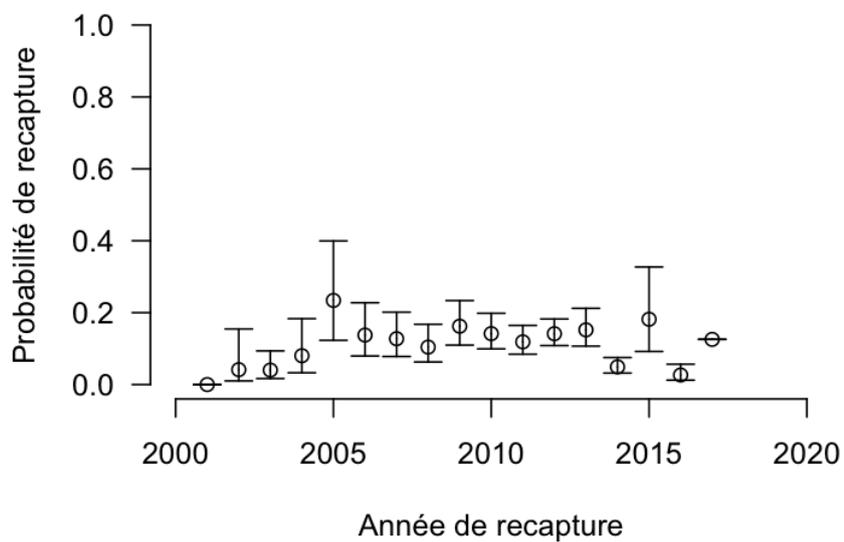
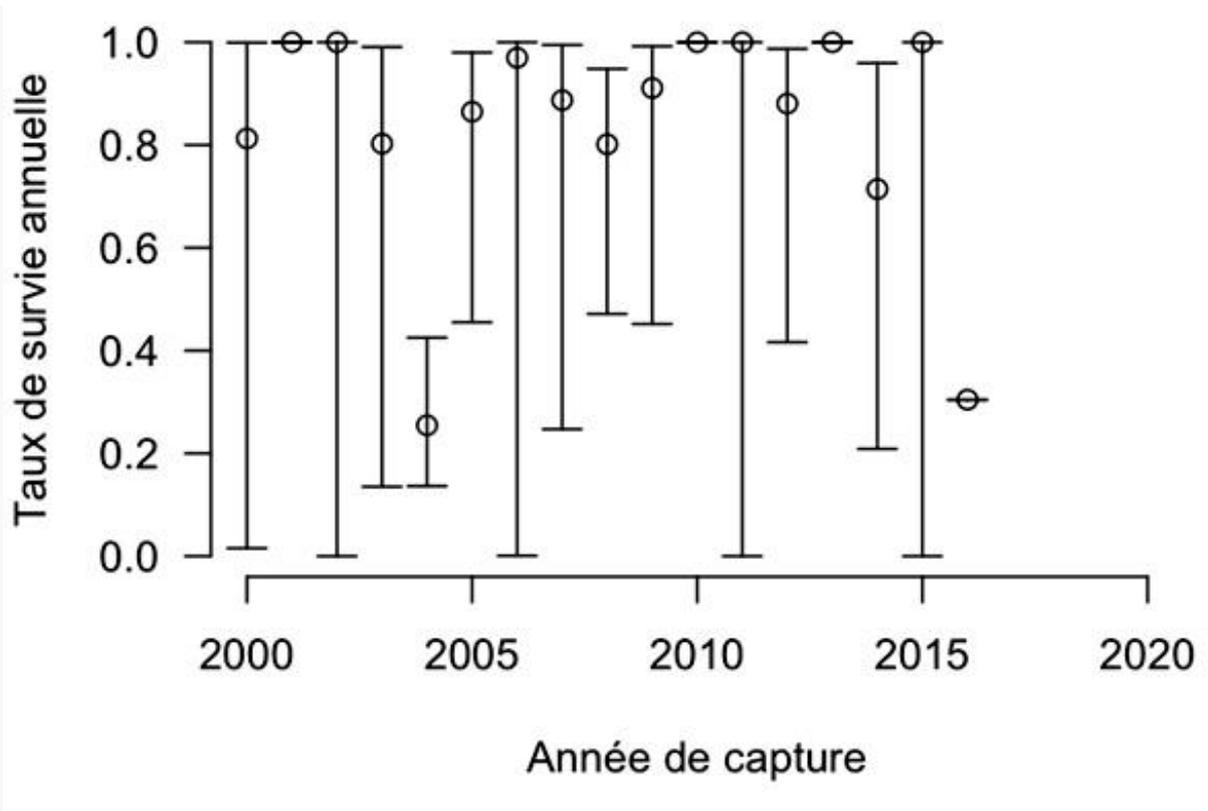


I.7. Estimation du taux de mortalité au sein de la population de femelles reproductrices

Seules les données de tortues imbriquées marquées sur la commune de Grand Bourg sont en assez grand nombre pour pouvoir être traitées par une technique de capture-marquage-recapture.

Le modèle sélectionné comme représentant au mieux les données sans sur-paramétrisation est un modèle avec taux de survie et taux de capture dépendant de l'année.

On notera que le modèle sous-évalue la survie car la perte des bagues n'est pas prise en compte.



En conclusion, le taux de survie est supérieur à 0.85 (Intervalle de confiance compris entre 0.82 et 0.87).

Mais l'intervalle de confiance est tellement important qu'on ne peut en tirer aucune conclusion intéressante.



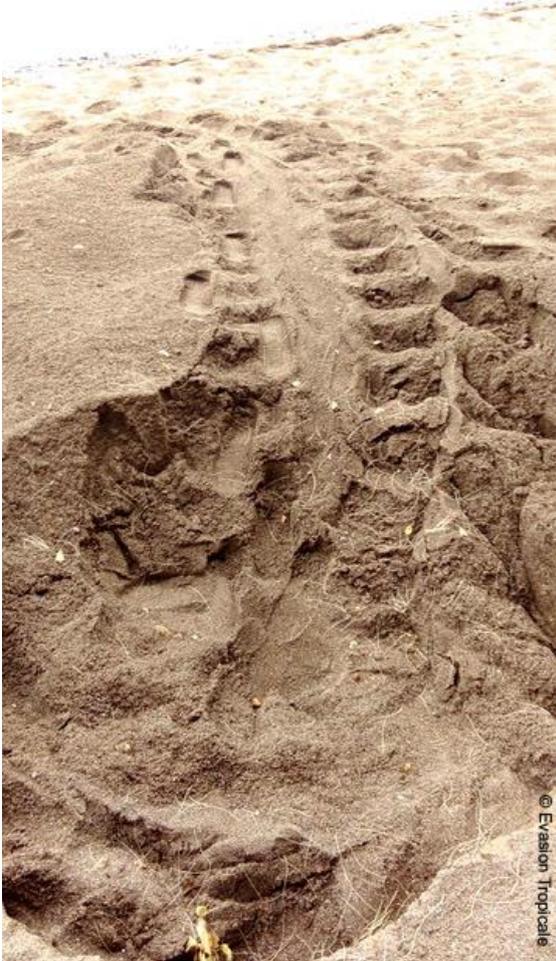
© Evasion Tropicale



II. Préconisations - Recommandations

II.1. Comptage des traces de montées et descentes





→ Le protocole peut être continué selon le même protocole, mais il convient de s'assurer qu'au moins 7 ou 8 comptages sont effectués sur les plages suivies.

Si on en effectue moins, l'erreur d'estimation peut être tellement énorme que cela supprime l'intérêt de suivre ces plages.

Le suivi des traces doit être fait le matin vers 5h30-7h avec un soleil rasant, après que les dernières tortues soient montées mais avant les fortes chaleurs et que les touristes sortent.

Il faut continuer à dénombrer toutes les traces (une trace = un aller-retour) sans chercher à essayer de vérifier s'il y a eu pontage ou non.

Avec la démocratisation des smartphones, il est maintenant possible de prendre un point GPS de chacune des traces, une photo (ou au moins noter si la trace est symétrique ou non) et la largeur maximale de la trace dans les phases de déplacement. Différentes applications de trackers sont disponibles sur iPhone ou Android. Il faut les utiliser.

→ Au retour de la patrouille les données doivent être immédiatement bancarisées et validées.

II.2. Proposition d'autres variables et indicateurs

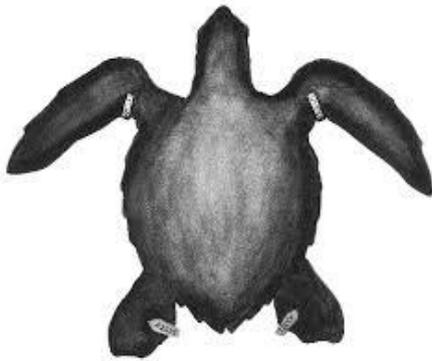
2.2.1. Variables d'habitats

- Linéaire de plages sans lumière visible ;
- Hétérogénéité de l'habitat thermique - Monitoring de la température du sable pour s'assurer que les plages disponibles présentent une hétérogénéité ;
- Relever la position GPS des pontes pour établir une mesure du linéaire de plages disponibles - même si les plages sont disponibles, est-ce que les tortues les utilisent ?

2.2.2. Variables sur les individus

- Photographies de la tête avec un système d'amplification de lumière pour ne pas utiliser de flash ;
- Marquage par transpondeurs (marquage par bagues métalliques sans intérêt et dangereux) ;
- Continuer les mesures CCL et CCW quand c'est possible (pourrait être utile dans le futur si on détecte un changement de taille moyenne).

II.3. Avis sur l'intérêt de poursuivre le marquage par bagues métalliques extérieures



II.2.1. Faut-il continuer à baguer ?

Les présentes analyses montrent que le marquage de femelles nidifiantes par des bagues extérieures nous ont apporté quelques informations intéressantes, en particulier sur des déplacements caribbéens et des infidélités de ponte à un site guadeloupéen. Mais continuer à baguer ainsi n'apportera rien de plus comme informations. Pour suivre les déplacements océaniques le système Argos est plus performant et approprié.

Il faut tout d'abord se poser la question : pourquoi baguer-t-on ?

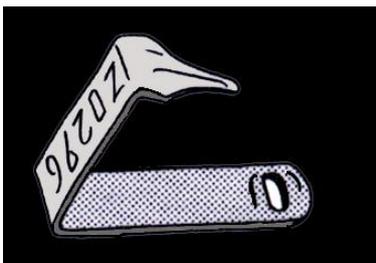
Existe-t-il des techniques d'identification sans baguer extérieurement avec une bague métallique Monel, Inconel ou en titane ?

L'arrêté du 14 octobre 2005 fixant la liste des tortues marines protégées sur le territoire national et les modalités de leur protection (JO du 6 décembre 2005) indique dans son article 3 : Sont interdits, sur tout le territoire national et en tout temps, la destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle des tortues marines.

→ Même si nous avons été les premiers chercheurs français (JF) à avoir identifié en Outremer (Guyane française) les tortues marines avec des marques extérieures en métal, nous estimons aujourd'hui que cette pratique est une mutilation et perturbe les femelles venant pondre.

→ Les pays voisins de la Caraïbe continueront sans doute pendant quelques années à baguer de façon traditionnelle avec des bagues métalliques. La Guadeloupe se doit, à la suite des recommandations du GTMF, de donner l'exemple et d'expliquer à l'échelle du WIDECAST pourquoi cet abandon d'une technique.

II.2.2. Identification des individus



II.2.2.a. Suppression du marquage "classique"

La préconisation de l'atelier d'identification du GTMF au colloque de La Rochelle de novembre 2018 doit être suivie en Guadeloupe dans le contexte du Plan d'Action :

→ **On ne doit plus baguer désormais dans les territoires français plus les individus avec des bagues extérieures aux pattes.**

Il y a pour cela plusieurs raisons :

- 1/ Le marquage crée une souffrance chez les individus au moment de la pose ;
- 2/ La bague est perdue très vite, ce qui contamine sans excuse recevable les milieux naturels ;
- 3/ Les estimateurs démographiques que l'on peut calculer sont biaisés ;
- 4/ Le lieu de la pose de la bague nécrose ce qui pose un problème immunologique ;
- 5/ La bague peut constituer une zone d'accrochage à des filins ou des filets ;
- 6/ Les métaux constituant la bague peuvent migrer dans les tissus de l'animal ;
- 7/ Le lieu de blessure est une porte d'entrée pour des pathogènes (herpes virus, agent pathogène du fibropapillome, par exemple) ;
- 8/ Le marquage crée une souffrance lors de la croissance ;
- 9/ La bague peut constituer une gêne hydrodynamique et attirer des prédateurs ;
- 10/ Des organismes peuvent se déposer et coloniser la bague en empêchant sa lecture, diminuant l'aérodynamisme et blesser l'animal ;
- 11/ Si l'animal est gêné au cours de la ponte par la bague et avorte le processus de ponte, il y a un coût métabolique pour l'animal pour revenir ou même un coût démographique si la probabilité de survie est moindre à terre comme c'est probable.

Les bagues et les pinces doivent être rangées au musée de la torture. **Une charte d'éthique rappelant la législation française existante et la charte nationale de la recherche est en préparation par Chélonée à destination des chercheurs du GTMF.**

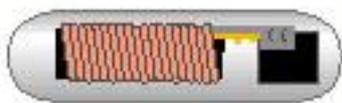
II.2.2.b. Intérêt d'identifier

→ **Il y a cependant un intérêt à identifier les individus pour établir des paramètres démographiques.**

Cependant pour que les méthodes puissent être utilisées dans des conditions satisfaisantes, il est nécessaire que la probabilité de capture d'un animal présent soit au moins de 20% ; sans quoi les estimateurs sont de très mauvaises qualités. Si on est au-dessous, on ne pourra pas sortir d'estimateurs corrects.

→ **Il faut noter aussi que le suivi doit avoir lieu au moins pendant 6 ans, voire beaucoup plus pour en tirer une information correcte.**

D'après les données de baguage existante, il va être effectivement possible de tirer quelques estimateurs (mais biaisés) sur la base des suivis sur certains sites très fréquentés.



→ Si on peut envisager qu'un suivi sur 10 ans puisse avoir lieu sur de tels sites, il serait peut-être judicieux de faire ce suivi en utilisant des transpondeurs magnétiques (PITs) injectés aux pattes postérieures (à cet endroit plutôt qu'antérieurement pour s'éloigner des zones de réception du champ magnétique).

Comme il a été évoqué lors de l'atelier d'identification du colloque GTMF, nous préconisons l'achat groupé de PITs de la société néerlandaise TROVAN.

→ Il nous faut quand même noter que pour conclure sur une tendance, l'analyse du suivi des pontes est une méthode moins chère.

→ Il faut donc bien se poser la question de l'objectif du suivi individuel.

Cf. Annexe 9.

II.4. Bancarisation des données sur les tortues marines de Guadeloupe

Les données récoltées sur le terrain sont actuellement entrées dans un fichier Excel, ce qui pose de très nombreux problèmes :

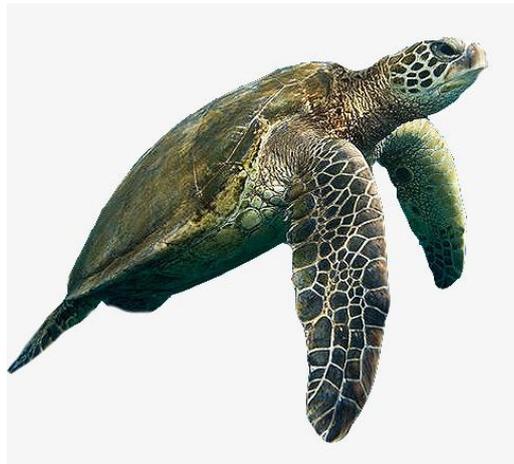
- Les anciennes données ne sont pas sécurisées et peuvent être modifiées par erreur sans que l'opérateur ne soit averti ;
- L'entrée des nouvelles données se fait sans contrôle interne au moment de la saisie, ce qui conduit à ce que les informations dans les champs ne sont pas homogènes ;
- Il n'existe pas de système de sauvegarde automatique sur des serveurs distants alors que ces données sont précieuses ;
- L'extraction des données ne peut que se faire localement ;
- Le mode d'extraction des données ne permet pas de s'assurer que l'ensemble des données est bien exploité ;
- Il n'est pas possible de faire une mise à jour à distance.

En conclusion, l'intégrité de cette base de données ne peut pas être assurée.

En raison de la très grande valeur patrimoniale de cette base de données et de l'investissement à la fois en temps et financier pour la produire, cette situation est clairement une situation d'urgence.

La recherche de solutions alternatives existantes pour la gestion de cette base de données ne s'est pas révélée concluante puisque le gestionnaire de base de données TORSOI n'est pas adapté aux types de données collectées en Guadeloupe. Cette base de données est adaptée au suivi ponctuel d'individus en observation en mer mais pas à un suivi de masse sur la plage.

Il faut prévoir d'urgence de mettre en place une vraie base de données. Il serait possible de mutualiser cet effort entre la Martinique, la Guadeloupe et la Guyane car la problématique est la même.



Références bibliographiques

- Briane, J.-P., Rivalan, P., Girondot, M., 2007. The inverse problem applied to the Observed Clutch Frequency of Leatherbacks from Yalimapo beach, French Guiana. *Chelonian Conservation and Biology* 6, 63-69.
- Chevallier, D. and Girondot, M., in press. Leatherback age at maturity based on modelling growth using a modified Gompertz equation for indeterminate growth. *Marine Ecology Progress Series*.
- Fossette, S., Kelle, L., Girondot, M., Govere, E., Hilterman, M.L., Verhage, B., de Thoisy, B., Georges, J.-Y., 2008. The world's largest leatherback rookeries: A review of conservation-oriented research in French Guiana/Suriname and Gabon. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 356, 69-82.
- Frazer, N.B., Richardson, J.I., 1985. Annual variation in clutch size and frequency for loggerhead turtles, *Caretta caretta*, nesting at Little Cumberland Island, Georgia, USA. *Herpetologica* 41, 246-251.
- Frazier, J., 1988. Measurement error : the great chelonian taboo, Proceedings of the 16th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-412, pp. 47-49.
- Fretey, J., Girondot, M., 1989. L'activité de ponte de la tortue luth, *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761), pendant la saison 1988 en Guyane française. *Revue d'Ecologie-La Terre et la Vie* 44, 261-274.
- Girondot, M., 2019. 3D OCF-ECF-Time table permits to estimate true clutch frequency. 39th International Sea Turtles Symposium, Charleston, SC.
- Girondot, M., 2019. Phenology: Tools to manage a parametric function that describes phenology. The Comprehensive R Archive Network.
- Gross, K., Craig, B.A., Hutchison, W.D., 2002. Bayesian estimation of a demographic matrix model from stage-frequency data. *Ecology* 83, 3285-3298.
- Pfaller, J.B., Williams, K.L., Frick, M.G., Shamblin, B.M., Nairn, C.J., Girondot, M., In press. Genetic determination of tag loss dynamics in nesting loggerhead turtles: A new chapter in "the tag loss problem".
- Rivalan, P., Godfrey, M. H., Prévot-Julliard, A.-C., and M. Girondot, 2005. Maximum likelihood estimates of tag loss in leatherback sea turtles. *Journal of Wildlife Management* 69, 540-548.
- Rivalan P., Pradel R, Choquet R, Girondot M, and A.-C. Prévot-Julliard, 2006. Estimating clutch frequency in the sea turtle *Dermochelys coriacea* using stopover duration. *Marine Ecology-Progress, Series* 317:285-295

- Tucker, A.D., 2009. Eight nests recorded for a loggerhead turtle within one season. *Marine Turtle Newsletter* 124, 16-17.
- Tucker, A.D., 2010. Nest site fidelity and clutch frequency of loggerhead turtles are better elucidated by satellite telemetry than by nocturnal tagging efforts: Implications for stock estimation. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 383, 48-55.



ANNEXE 1. MÉTHODOLOGIE

Les analyses présentées ont été effectuées avec le logiciel d'analyse R et le package *Phenology* qui a été spécialement conçu pour l'analyse des données issues des suivis des tortues marines (Girondot, 2019).

Le script écrit pour effectuer les analyses est transmis avec toutes les données permettant de reproduire les analyses. Le script fait 7 500 lignes de code.

La méthodologie d'analyse est décrite dans le document généré à partir de ce script.

ANNEXE 2. LA BASE DE DONNÉES

2.1. Structure

Dans la base de données fournie par l'ONF, les noms des espèces, des lieux, des pays ou des communes n'étaient pas homogènes, ce qui empêchait une bonne utilisation. Un gros travail de nettoyage a été nécessaire. Tout a été corrigé et homogénéisé.

Par exemple, le champ "Stade" présente 4 états: adulte, sub-adulte, jeune, juvénile, sans qu'il ne soit indiqué comment sont caractérisés ces stades.

Les numéros uniques d'identification présentaient de nombreuses erreurs puisqu'un même individu pouvait avoir plusieurs numéros d'identification uniques. Plus de 300 cas ont été notés. Les numéros unique d'identification ont été tous recalculés.

L'organisation des numéros dans la base de données n'était pas adéquate puisque les champs bague D et bague G servaient à stocker parfois un numéro de bague et parfois une information textuelle. Par ailleurs ce type d'organisation de la base de données empêche de pouvoir mettre plus que deux bagues à un animal, or des cas se sont présentés de plus de 2 marquages. La base de données a été reformatée pour résoudre ce problème: des champs bague1, bague2, bague3 ont été créés en association avec des champs position1, position2 et position. Les champs "FR", "FL", "RR", "RL" indiqueront la localisation de pose des bagues (F=Front, R=Rear, L=Left, R=Right). "PSL" et "PSR" seront utilisés pour Pit Shoulder Left et Pit Shoulder Right et "PN" pour PIT Neck. Il sera facile de créer des champs supplémentaires bague4 et position4, si nécessaire.

Le champ décrivant l'activité de l'animal au moment de la capture est inutilisable tel que. Des champs "morte" et "ponte" avec les informations "T" et "F" (TRUE ou FALSE) ont été créés.

Le sexe des individus n'est pas renseigné dans la base de donnée fournie. La quasi totalité des individus adultes sont des femelles.

Concernant les coordonnées géographiques, aucune information sur la latitude ou la longitude des observations ne figure dans la base de données. Cependant, des croisements ont pu être réalisés avec les champs "Lieux", "Pays" et "Communes"; mais cela donne parfois des indications imprécises. Ces champs ont été rajoutés dans la base de données consolidée.

Les indications de lieux "En mer" ou "Large" ont été retirées sauf pour les échouages: on se doute qu'une tortue marine qui n'est pas en ponte se trouve en mer !

→ Il convient de rappeler ici qu'Excel n'est pas un logiciel de gestion de bases de données et qu'il est très risqué de maintenir une base de données sous Excel puisque les informations ne sont pas protégées.

Par ailleurs, et ce n'est pas le point le moins important, les calculs dans une base de données sous Excel sont quasiment impossibles à réaliser. D'autre part, les annotations sous forme de phrases accompagnant les tableaux sont gênants pour une analyse.

L'analyse systématique de la cohérence des données indique environ 300 incohérences.

A noter dans la base de données un manque de cohérence des activités :

[1] "?"	"Alimentation"	"Argos alimentation"
[4] "Argos ponte"	"Argos Ponte"	"Bague sur la plage"
[7] "Braconnage"	"Capture accidentelle"	"Echouage"
[10] "Morte"	"pas ponte"	"pas ponte ?"
[16] "ponte ?"	"ponte (pas ponte)"	
[19] "Ponte (ponte ?)"	"ponte argos"	"Relâché après captivité"
[22] "Remise à l'eau"	"saisie aquarium"	

Une correction automatique a été faite. Mais, parfois, il est impossible de décider si la tortue a été vue sur la plage ou non.

Autre problème détecté: un manque de cohérence dans les noms des espèces:

. "cc" "Cc"
. "cm" "Cm"
. "Ei" "EI"

Une correction automatique est faite.

2.2. Autres informations sur la base de données

On constate, dans la base de données, qui figurant 7 lignes pour *Caretta caretta*, 749 lignes pour *Chelonia mydas*, 196 lignes avec *Dermochelys coriacea*, 3088 lignes avec *Eretmochelys imbricata* et 1 ligne dont l'espèce est notée comme n'ayant pas été déterminée.

Les données de *Caretta caretta* ne seront pas analysées ici plus avant. Il s'agit d'individus capturés en mer: 4 juvéniles, 1 subadulte et 2 adultes, mais aucune observation n'a été faite en ponte.

Seulement 6 observations ont été effectuées à Saint-Martin, 4 à Saint-Bathélemy et 3 978 en Guadeloupe. Lorsque les tortues n'ont jamais été observées ailleurs, les données de Saint-Martin et Saint-Barthélemy sont retirées de la base de données puisqu'il y en a trop peu pour en extraire des conclusions.

Les individus dont l'espèce n'a pas pu être identifiée sont retirés de la base de données pour les analyses ultérieures.

Les données géographiques pour lesquelles il reste des incertitudes sont:

[1] "Dinkham Reef en Nicaragua"

[1] "Canyon Beach en Saint Kitts"

II.3. Concernant les bagues

La donnée qui apparait immédiatement, lors de l'analyse de la base de données, c'est la vitesse plus ou moins grande à laquelle tombent les bagues.

Premier constat: Les bagues tiennent relativement bien chez *Chelonia mydas* et *Eretmochelys imbricata*.

Mais, à examiner cette base, le deuxième constat est que nous avons donc plus un suivi des bagues que des femelles. Ces bagues nous permettent cependant de visualiser les déplacements hors des eaux guadeloupéennes de plusieurs femelles.

Dans les données, aucune information ne figure sur la présence de tumeurs à fibropapilloma (FP) chez les adultes, mais uniquement chez des jeunes. A noter que la blessure occasionnée

par l'agrafage des bagues externes est une porte d'entrée pour cette pathologie, mais ici en Guadeloupe aucun cas de FP ne semble avoir été constaté d'après les observations existantes (A. Girard, com.pers.)

Le traitement en intra-saison donnera quelques indications sur la fréquentation des sites, mais ce résultat sera plutôt apporté avec le comptage des traces. Mais on aura une idée du nombre de pontes par femelle lors d'une saison.

On peut déjà remarquer que 20% des Luths changent de site de ponte en cours de saison pour 10% chez l'Imbriquée.

Dans l'inter-saison on ne peut rien dire sur les Luths car elles perdent trop vite leur bague. Pour les autres, on pourra estimer le nombre d'années entre les retours.

2.3. Individus recapturés hors Guadeloupe

La Dominique avait été changée malencontreusement en Dominican Republic alors qu'il fallait la changer en Dominica.

Lorsque "Capture accidentelle" était indiquée en tant qu'activité, cela signifiait que la tortue était morte.

La tortue FWI2468 est morte au Nicaragua en 2006; elle ne peut pas avoir pondu en Guadeloupe en 2011. La bague FWI2468 a sans doute été mal lue.

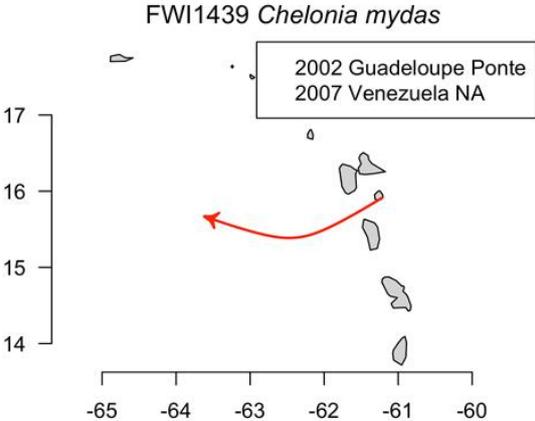
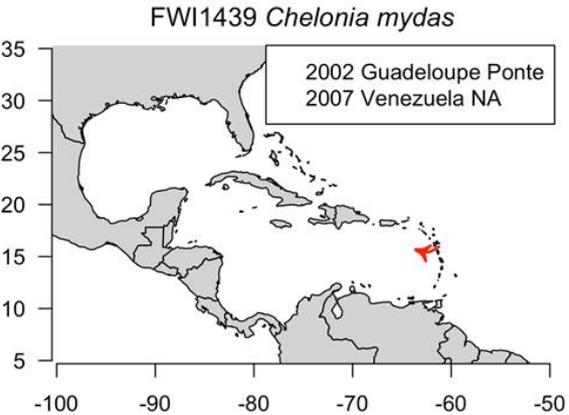
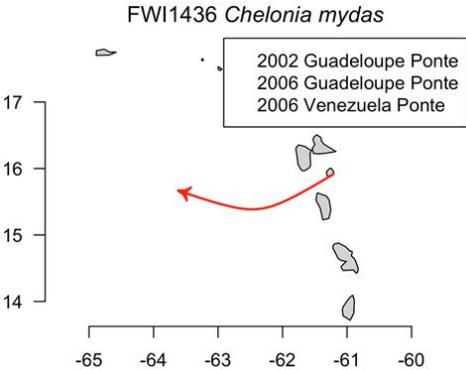
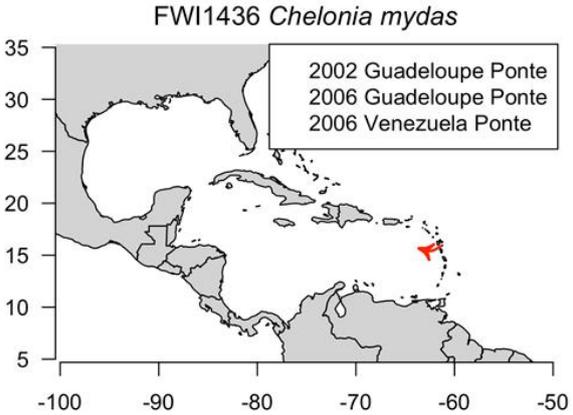
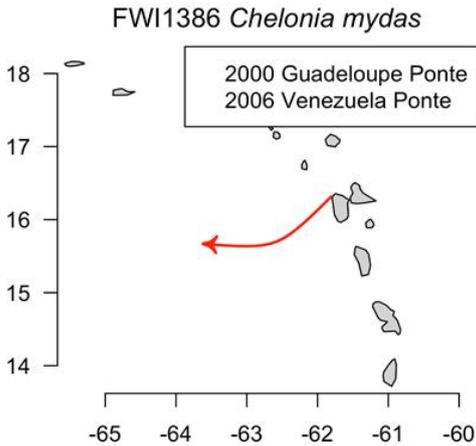
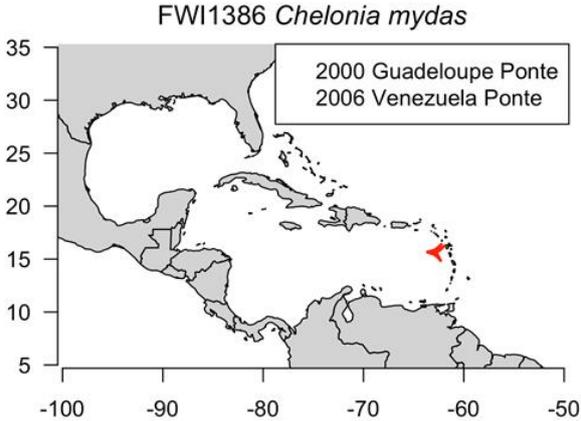
2.3.1. *Chelonia mydas*

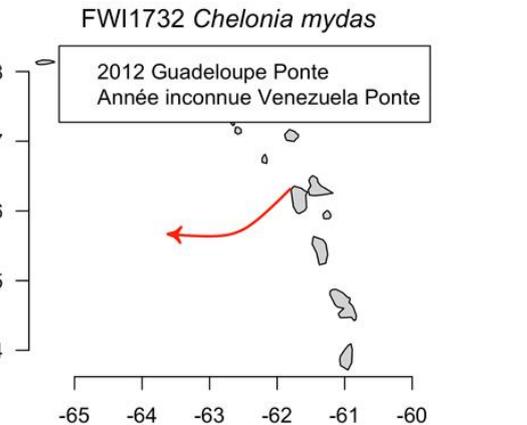
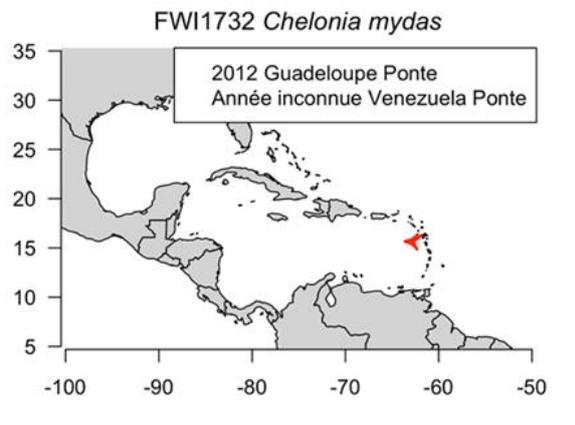
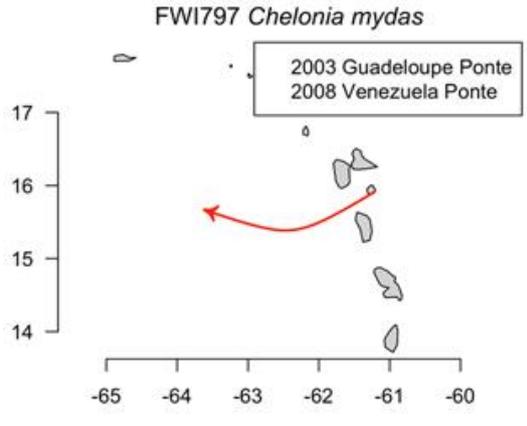
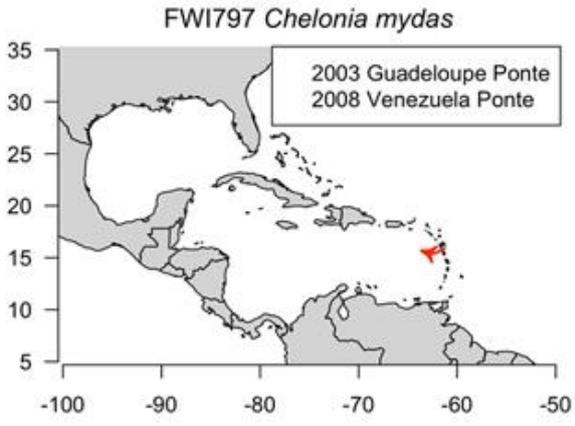


Nous avons pour cette espèce, dans la base de données, 8 échanges entre la Guadeloupe, Barbuda, les Iles Vierges et le Venezuela.

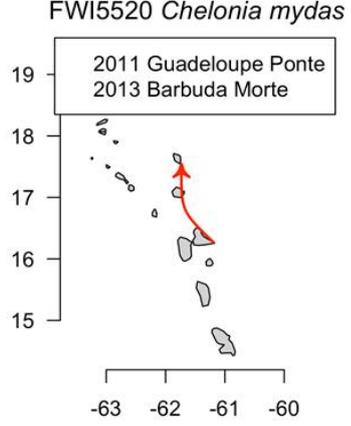
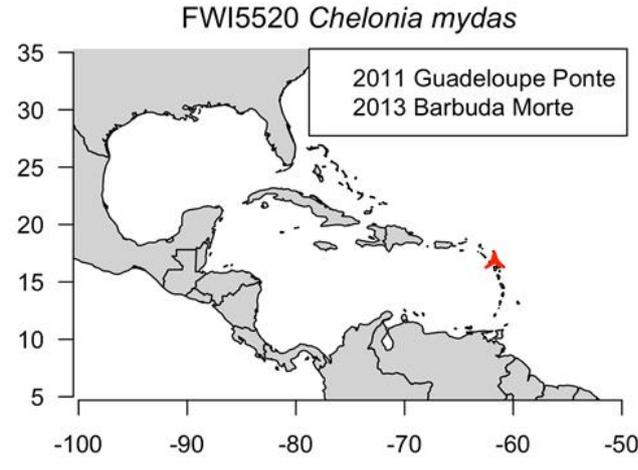
Il est intéressant de noter 4 infidélités de ponte aux sites guadeloupéens pour des plages du Venezuela, des tortues marquées (FWI 1386, 1436, 1732, 1797). Changements de sites de nidification également, entre Guadeloupe et Iles Vierges des femelles MMF 529 et FWI 5127.

Guadeloupe → Venezuela



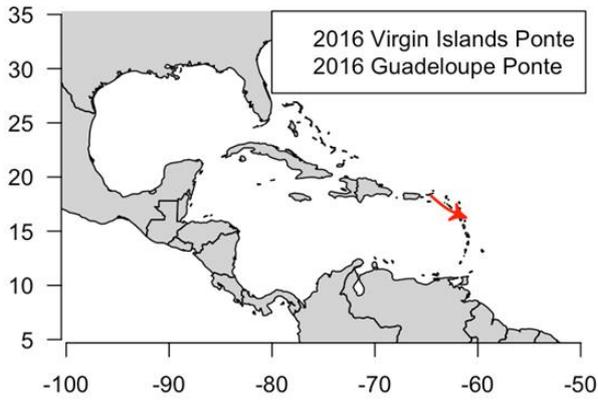


Guadeloupe → Barbuda

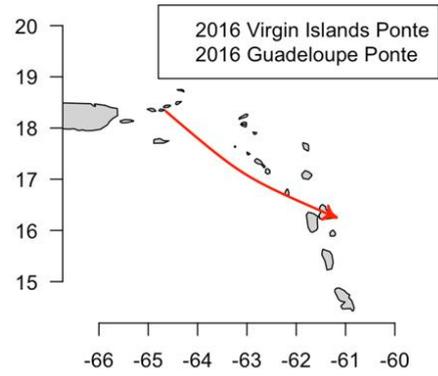


Guadeloupe →← Virgin Islands

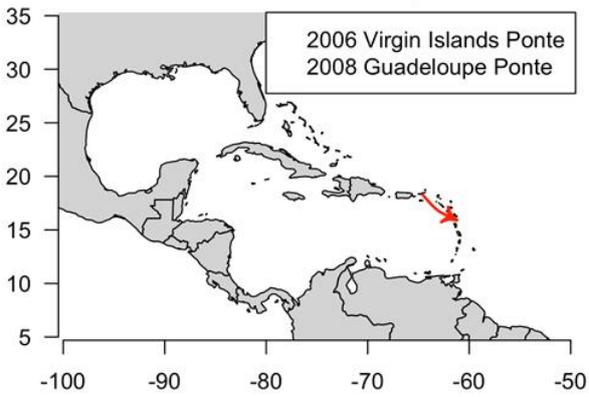
MMF529 *Chelonia mydas*



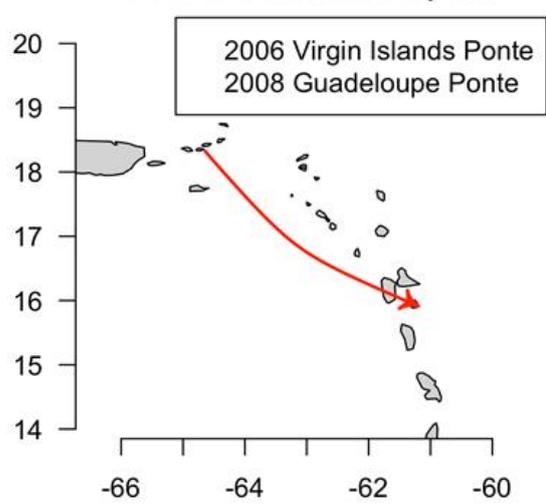
MMF529 *Chelonia mydas*

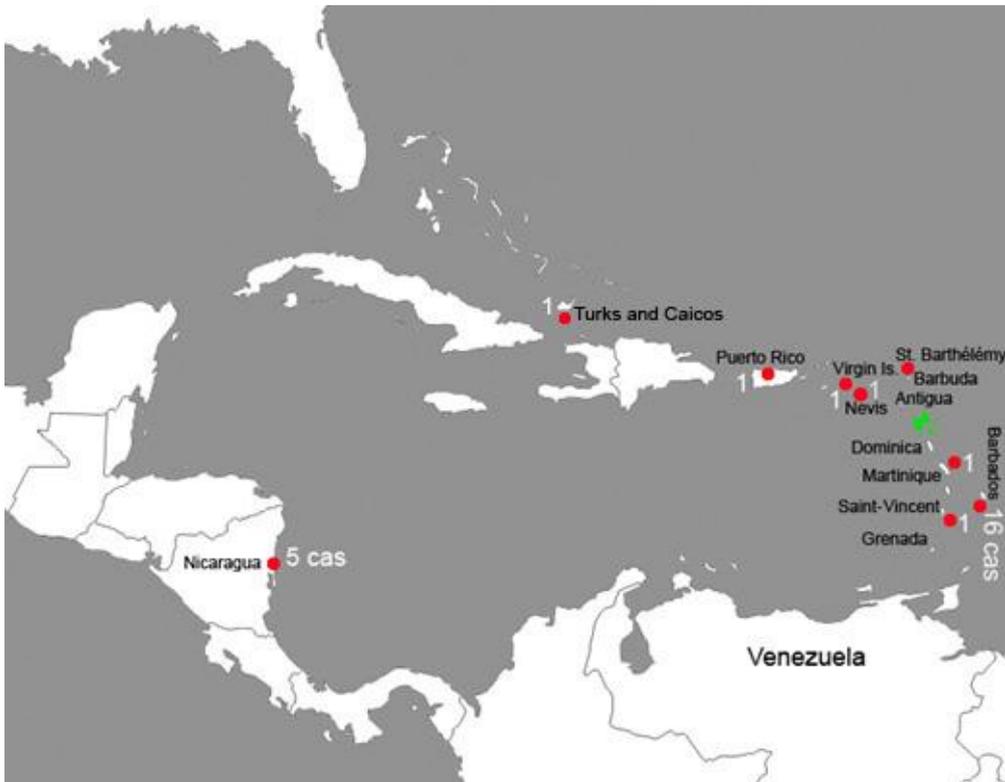


FWI5127 *Chelonia mydas*



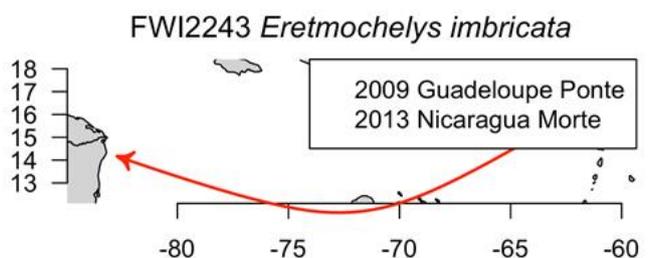
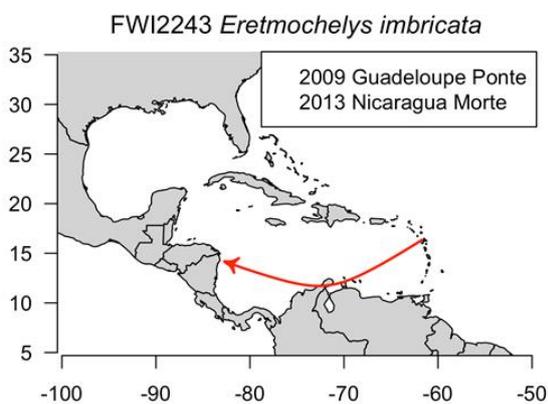
FWI5127 *Chelonia mydas*

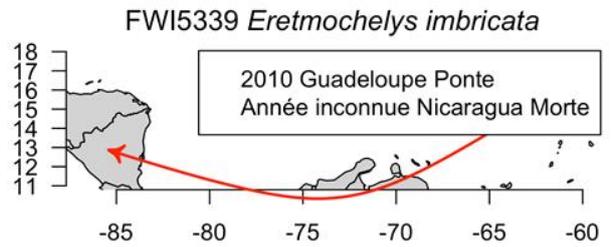
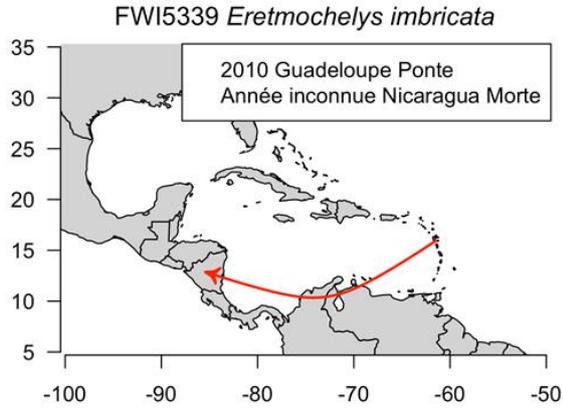
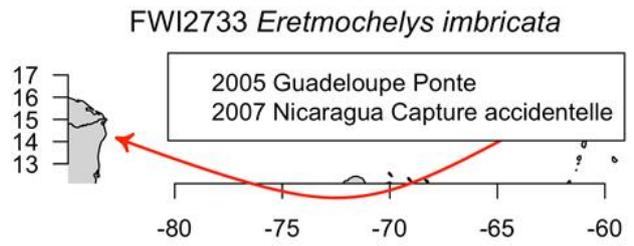
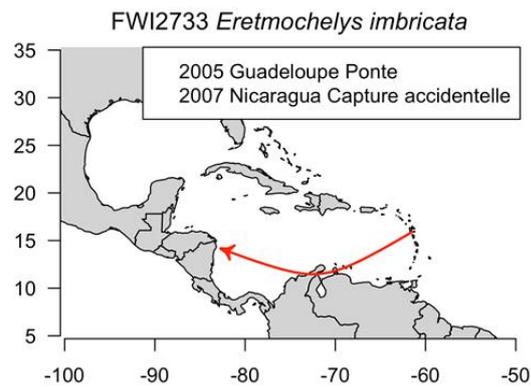
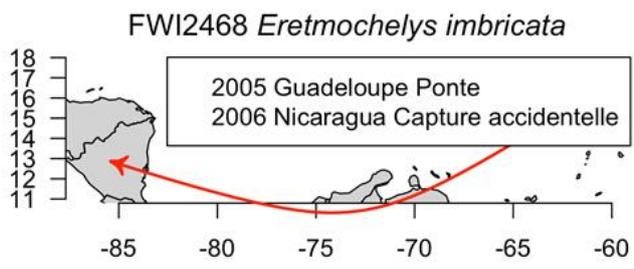
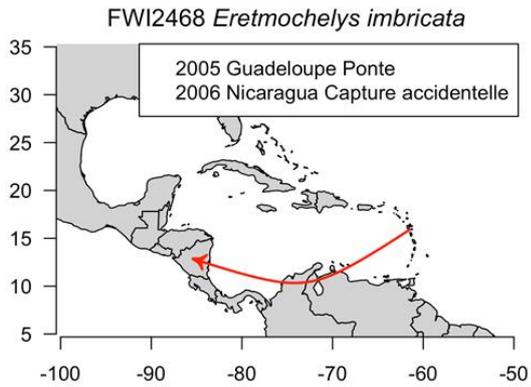


Eretmochelys imbricata

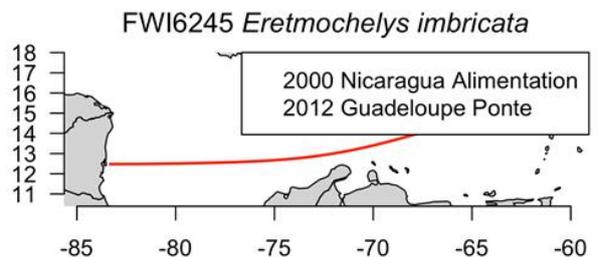
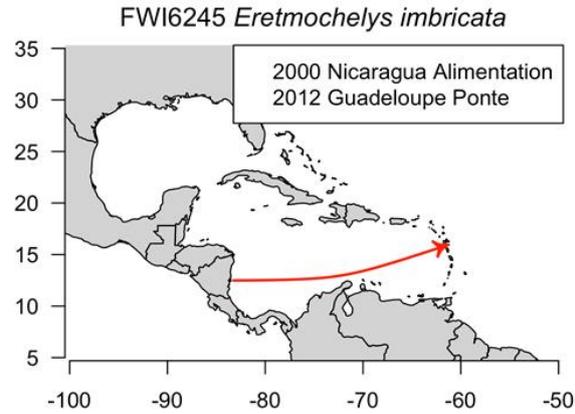
Concernant la Tortue imbriquée, 27 cas d'échanges entre la Guadeloupe et d'autres pays de la Caraïbe, en particulier avec le Nicaragua et la Barbade.

On note des va-et-vient entre des aires d'alimentation (Nicaragua, Iles Vierges, Puerto Rico) et des plages de ponte en Guadeloupe. Mais on observe qu'une tortue s'alimente aussi bien à Saint-Barthélemy et les Iles Vierges. Il est remarqué aussi, dans 6 cas, que des femelles ont pondu à la Barbade et s'alimentent en Guadeloupe. Infidélité de la femelle FWI3258 qui pond alternativement en Guadeloupe (2013, 2015) et en Martinique (2014). La femelle WH a pondu à la Barbade en 2009 et en 2013 en Guadeloupe.

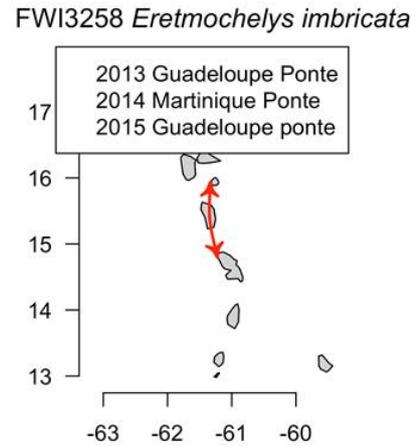
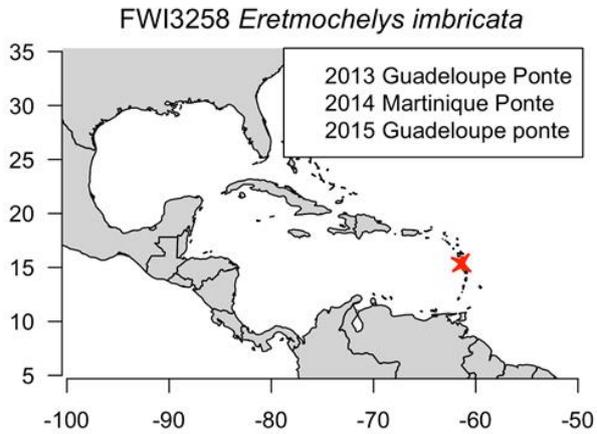
Guadeloupe → Nicaragua



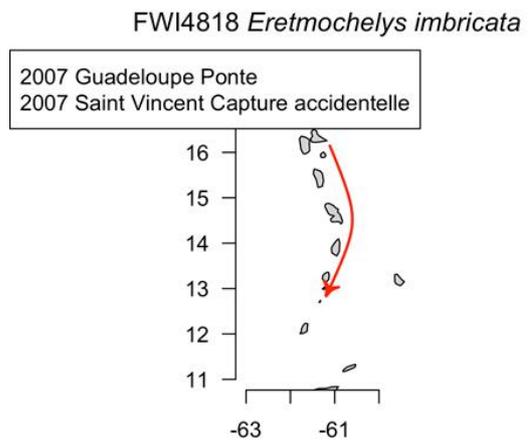
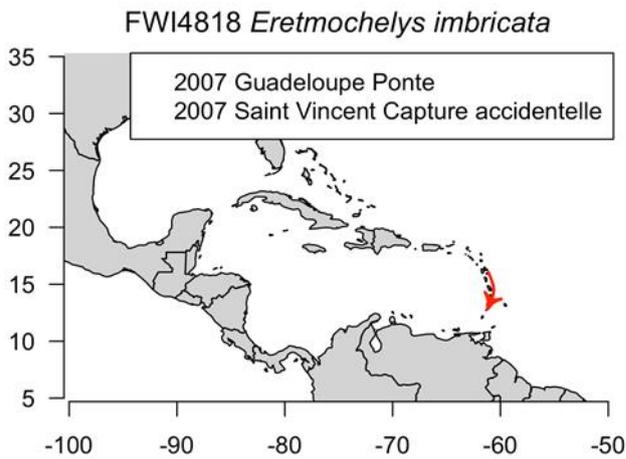
Nicaragua → Guadeloupe



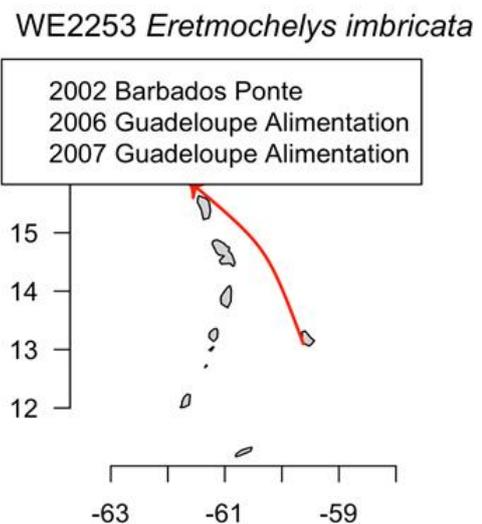
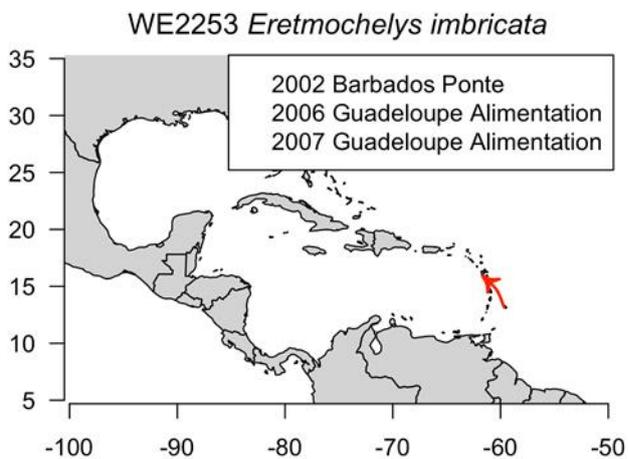
Guadeloupe → Martinique → Guadeloupe



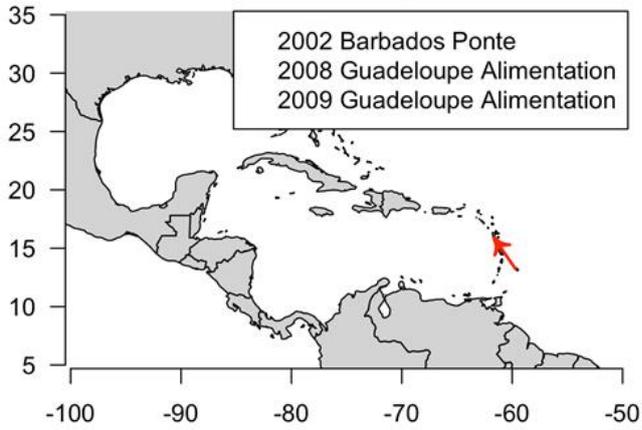
Guadeloupe → Saint-Vincent



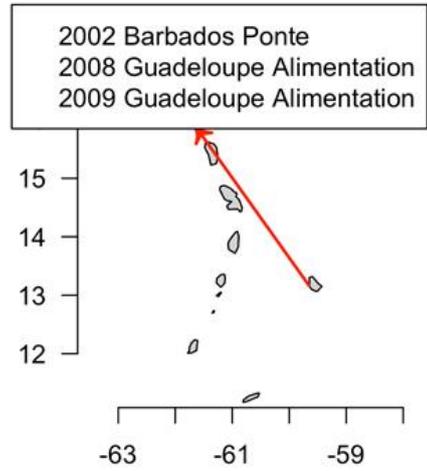
Barbade (Barbados) → Guadeloupe



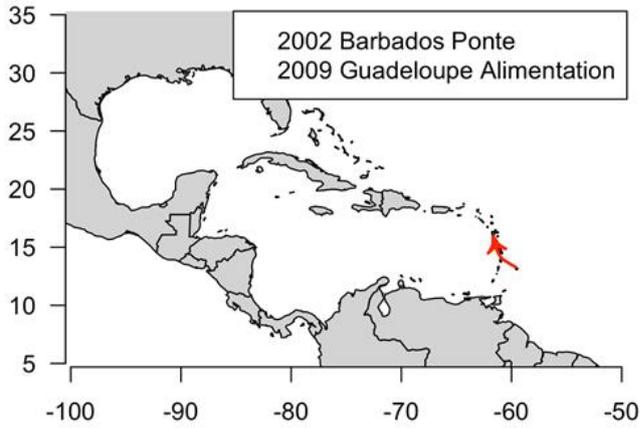
WE2291 *Eretmochelys imbricata*



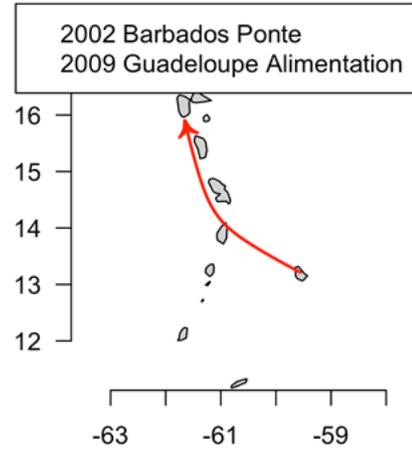
WE2291 *Eretmochelys imbricata*



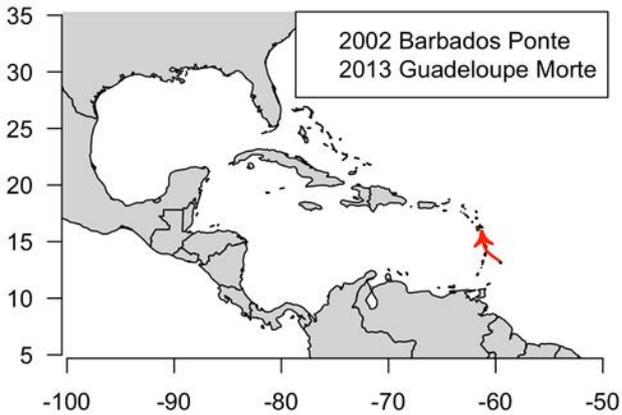
WE2294 *Eretmochelys imbricata*



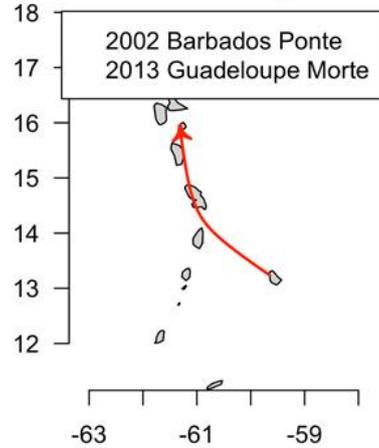
WE2294 *Eretmochelys imbricata*



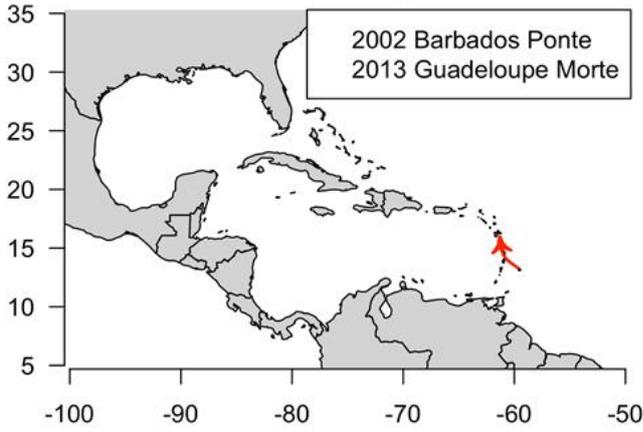
WE2435 *Eretmochelys imbricata*



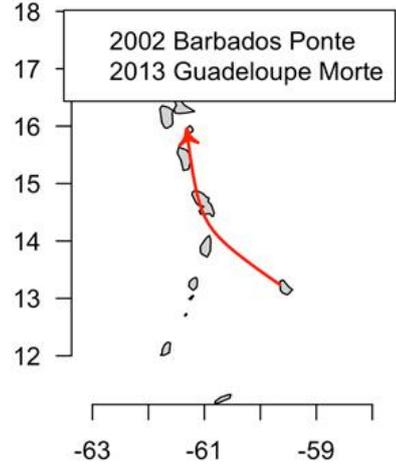
WE2435 *Eretmochelys imbricata*



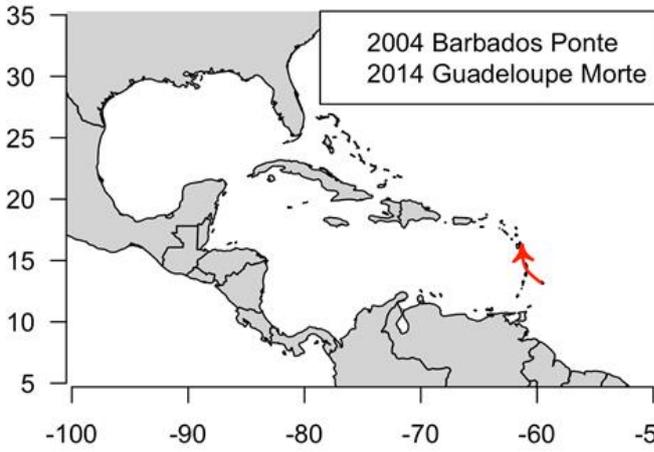
WE2435 *Eretmochelys imbricata*



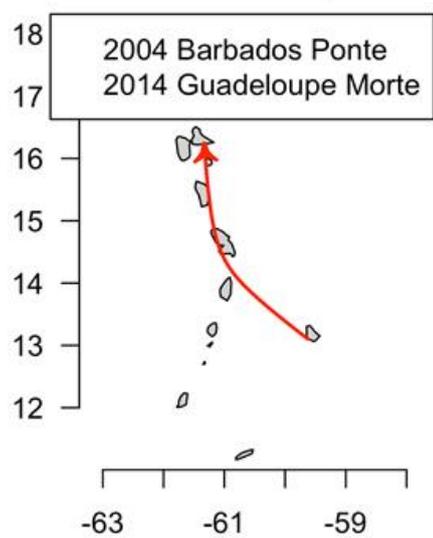
WE2435 *Eretmochelys imbricata*



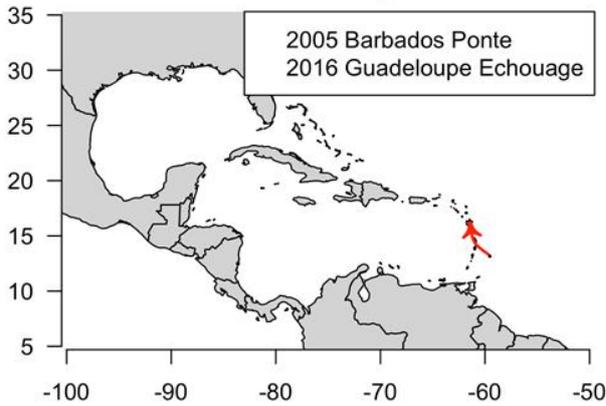
WE3320 *Eretmochelys imbricata*



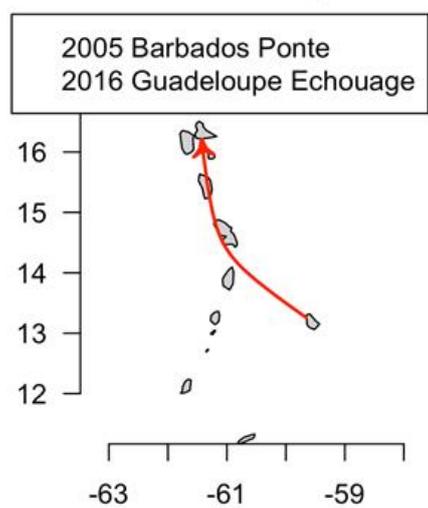
WE3320 *Eretmochelys imbricata*

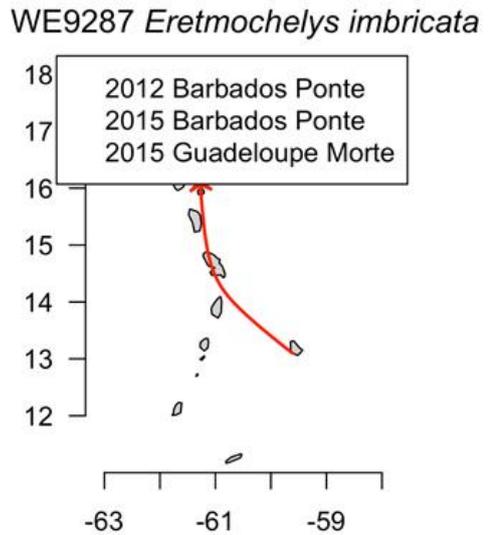
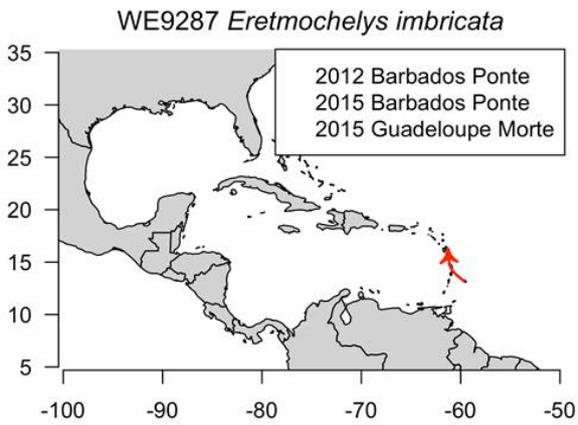
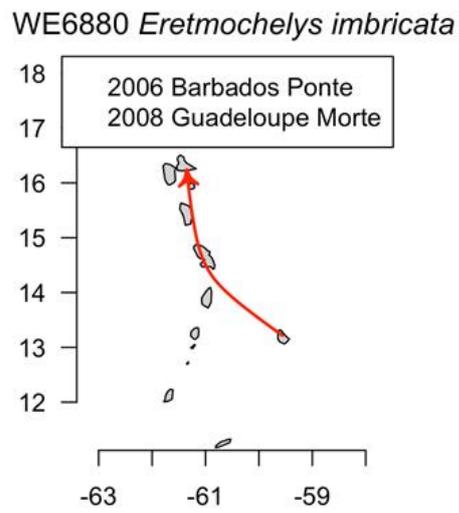
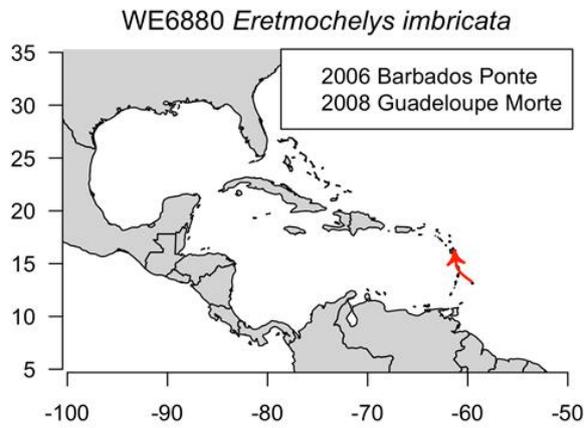
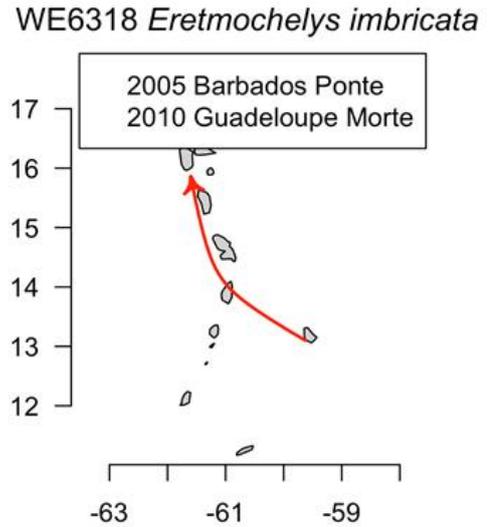
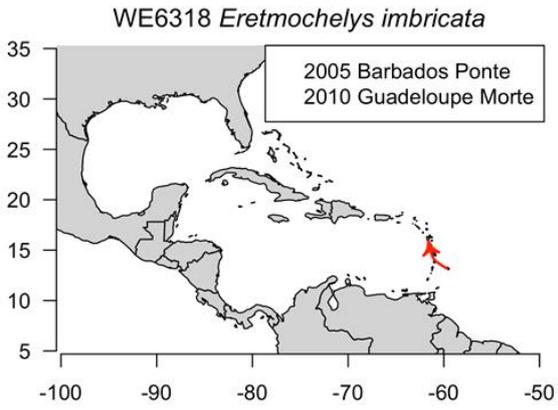


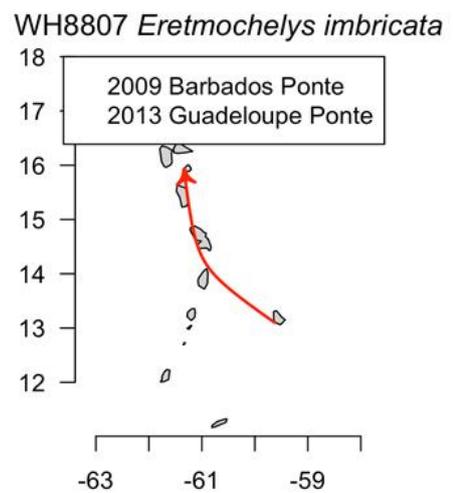
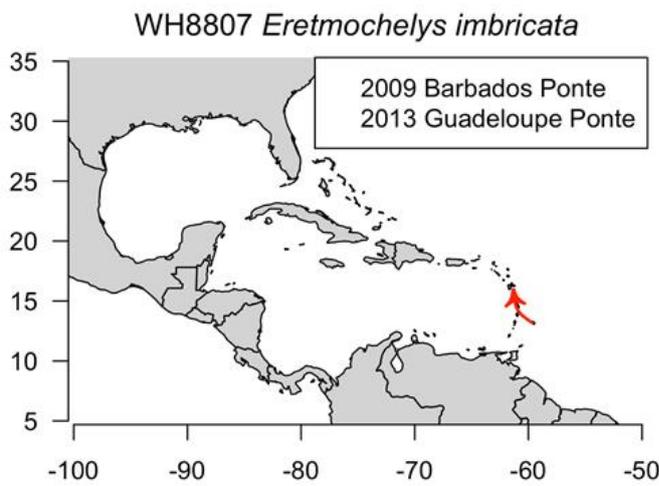
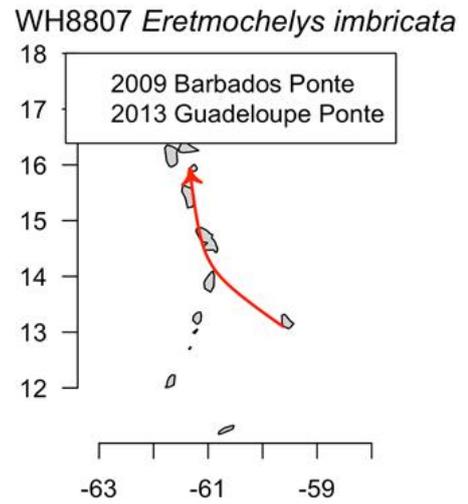
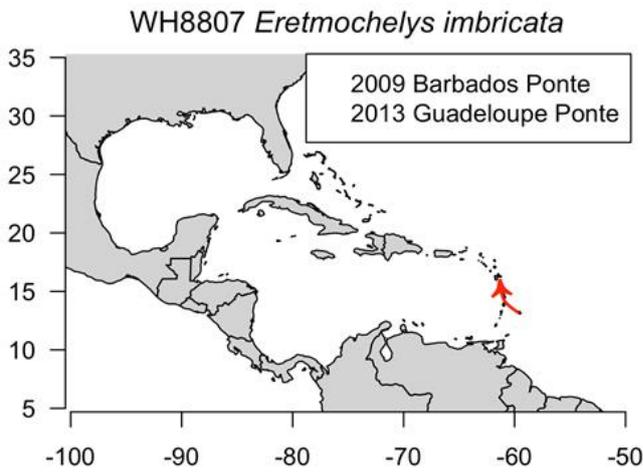
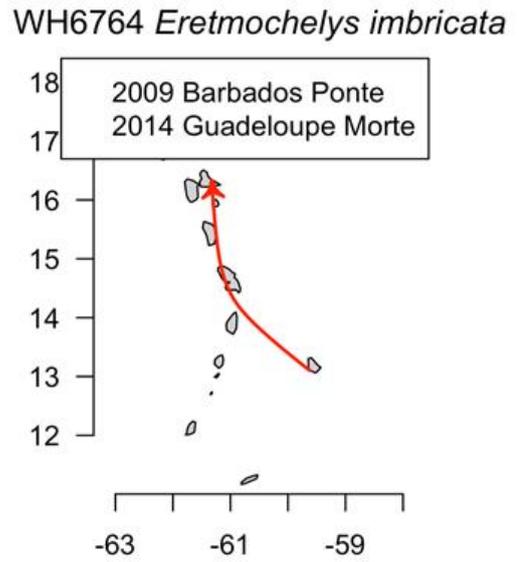
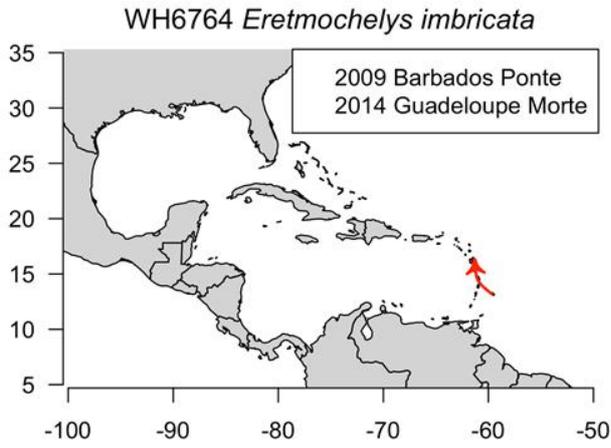
WE6070 *Eretmochelys imbricata*

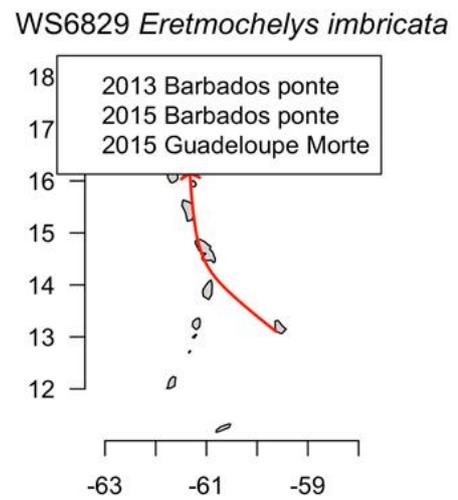
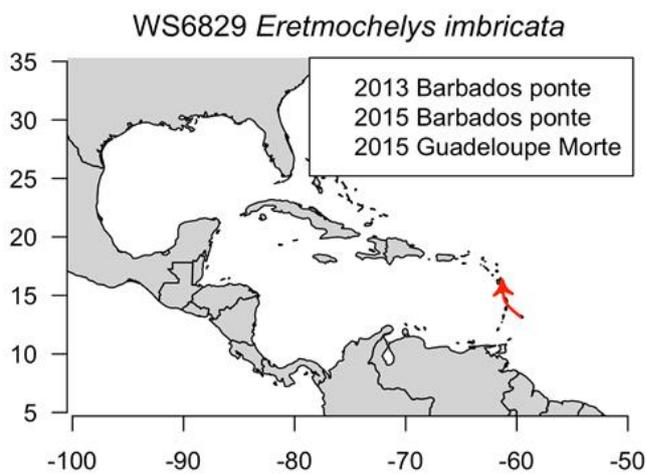
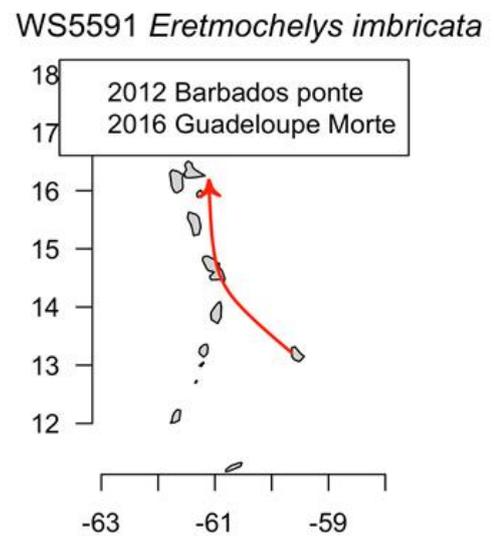
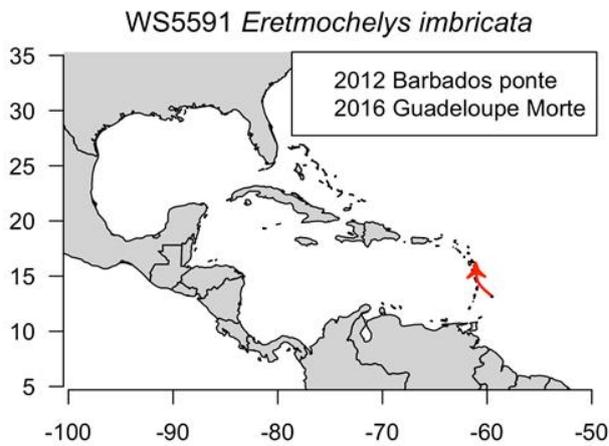
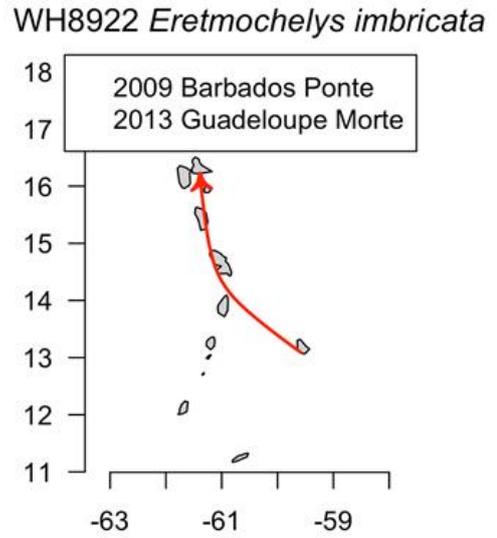
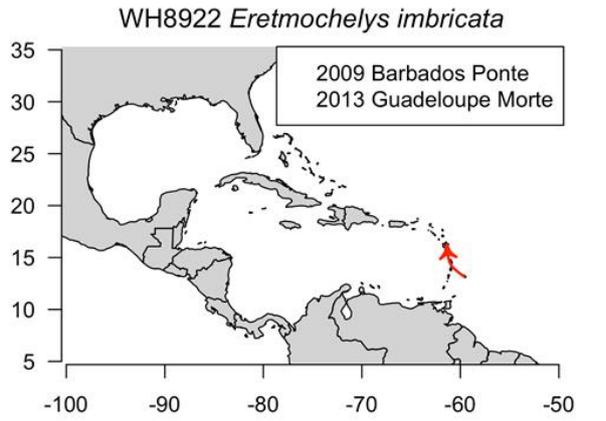


WE6070 *Eretmochelys imbricata*

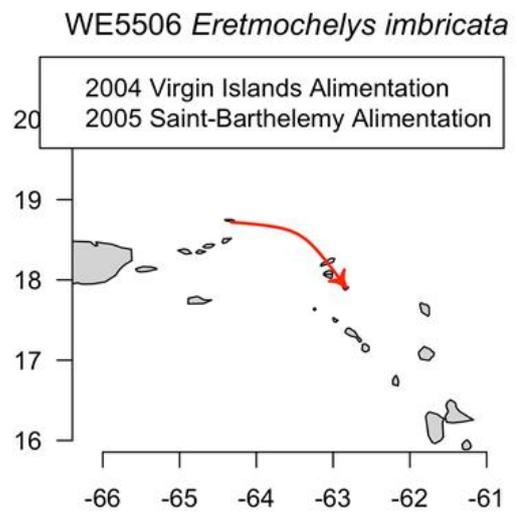
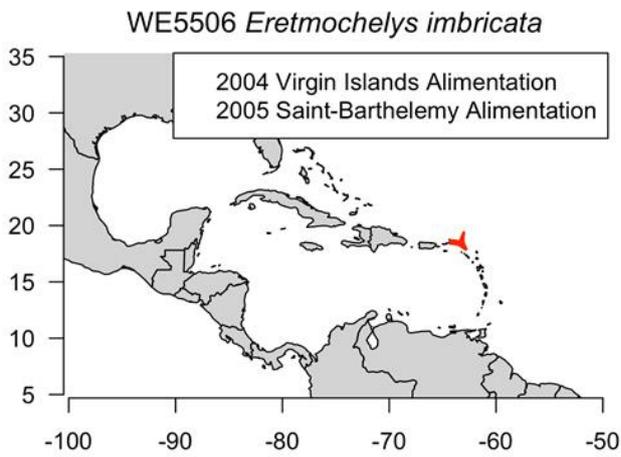
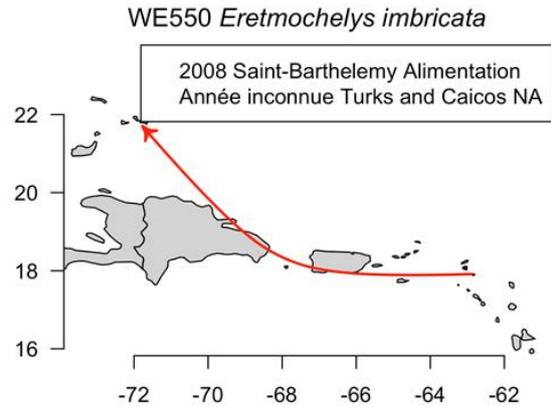
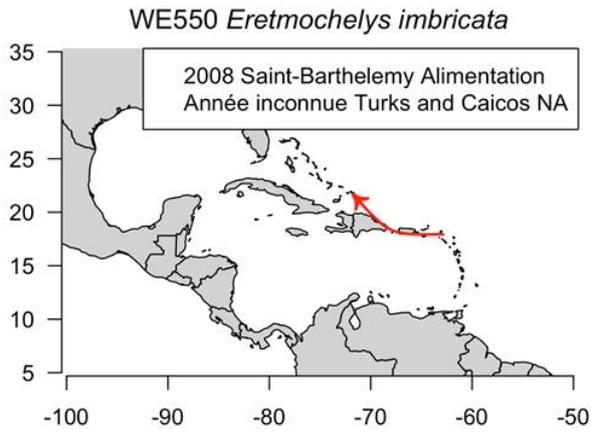




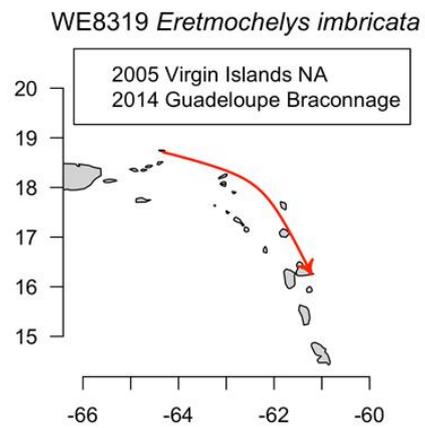
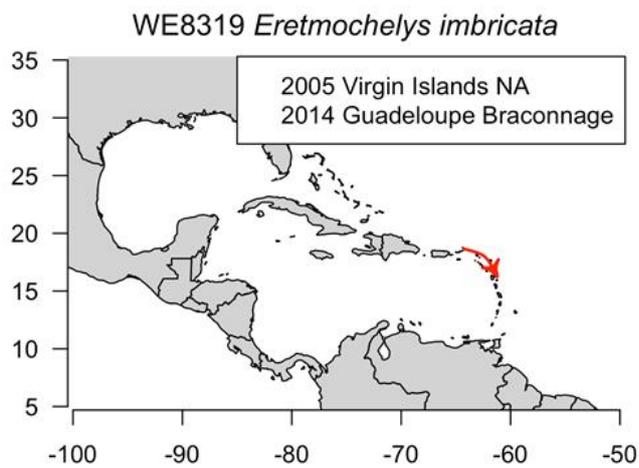




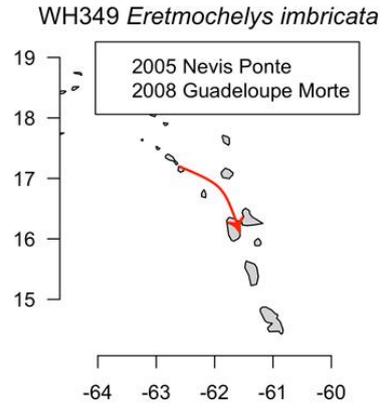
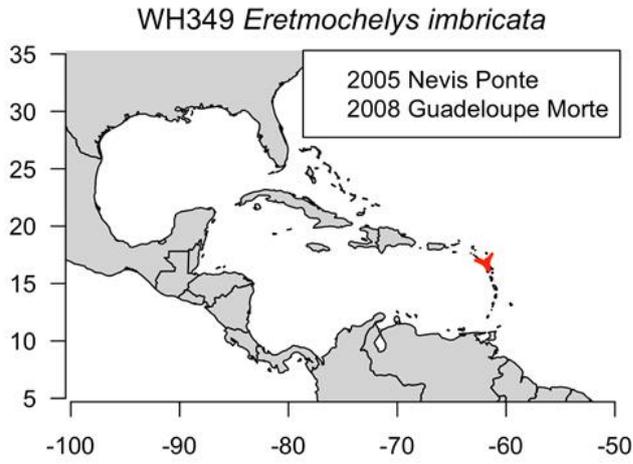
Saint-Barthélemy → Turks and Caicos (Turques et Caïques)



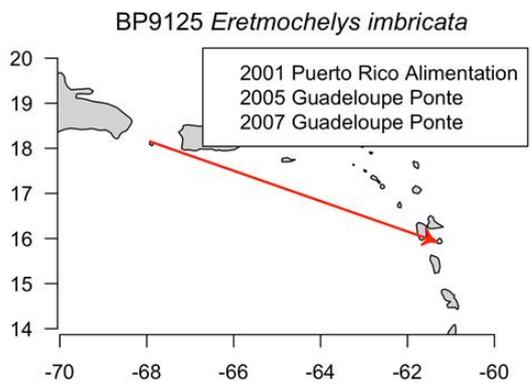
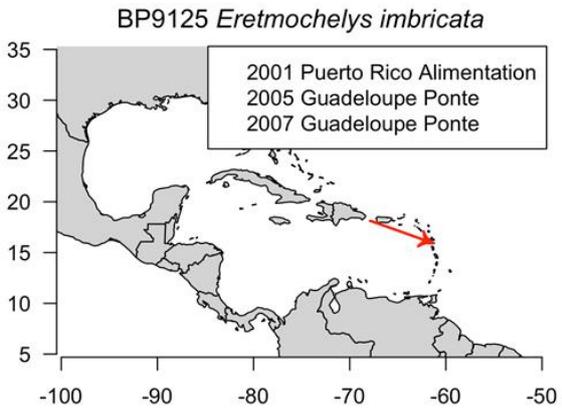
Virgin Islands (Iles Vierges) → Guadeloupe



Nevis (Niévès) → Guadeloupe

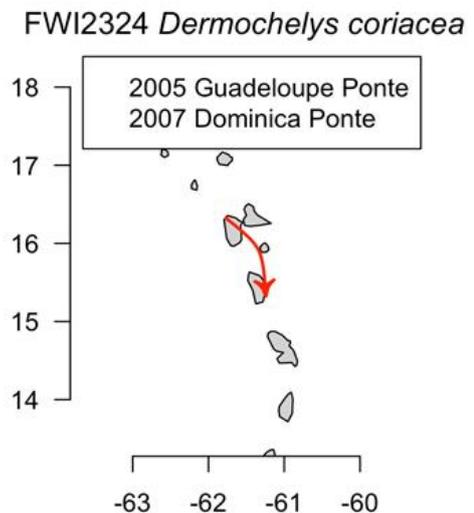
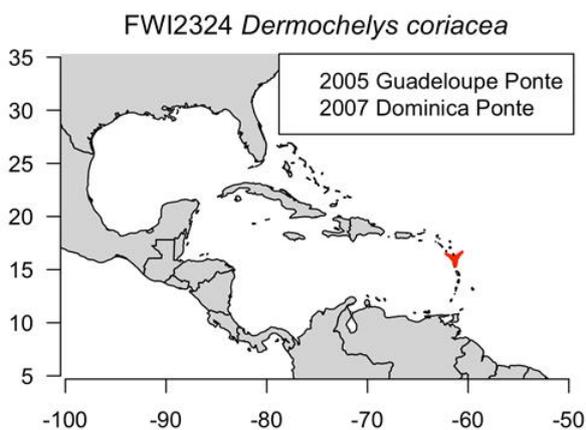


Puerto Rico → Guadeloupe

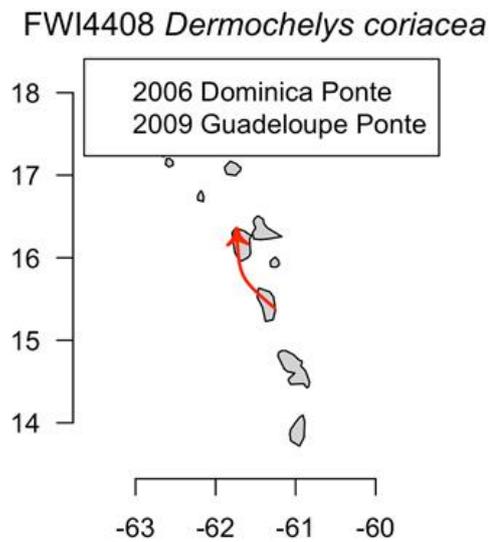
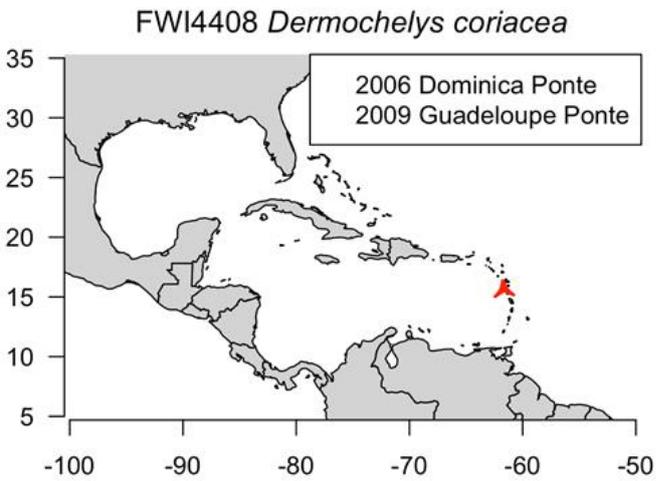
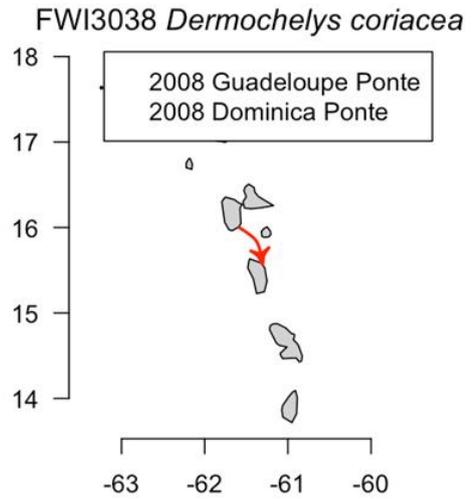
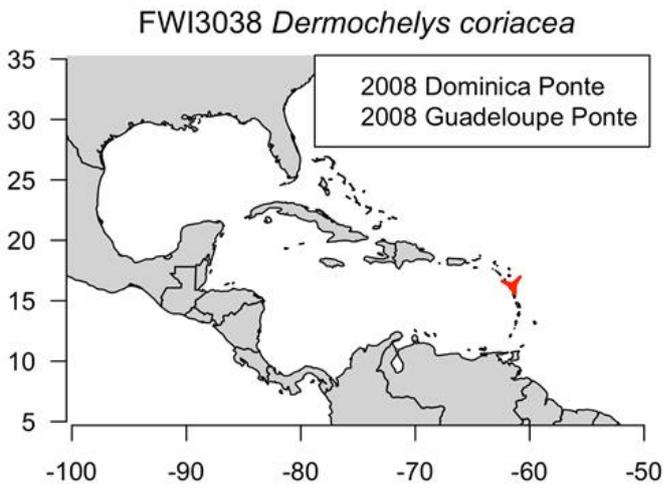
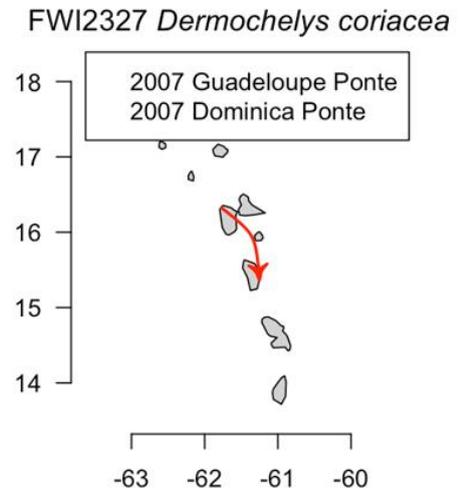
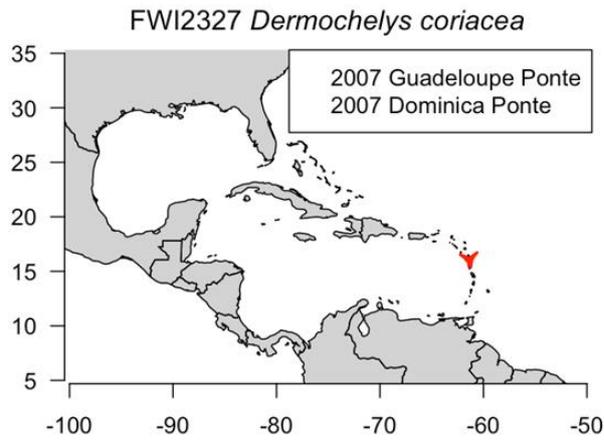


Dermochelys coriacea

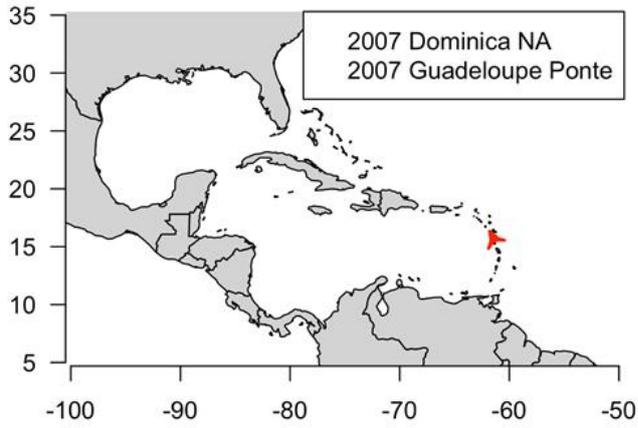
Concernant *Dermochelys coriacea*, on remarque 18 échanges sous-régionaux avec parfois une infidélité aux sites de ponte guadeloupéens. Sept femelles pendent indifféremment en Guadeloupe et à la Dominique. De même, on note 2 cas d'échanges de sites de ponte avec la Martinique. Ces 3 îles sont proches. La distance est d'environ 180km entre les plages de Niévès-St Christophe et celles de la Guadeloupe. Et 460 km entre les plages guadeloupéennes et celles de la Grenade.

Guadeloupe → La Dominique (Dominica)

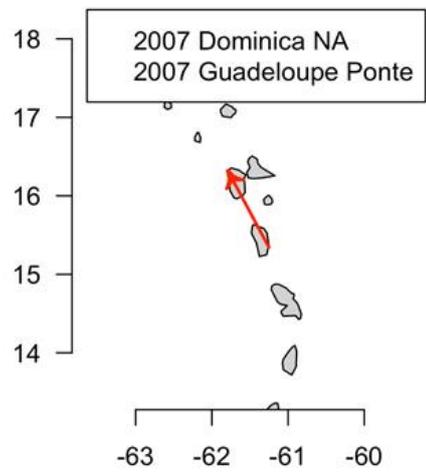
La Dominique (Dominica) → Guadeloupe



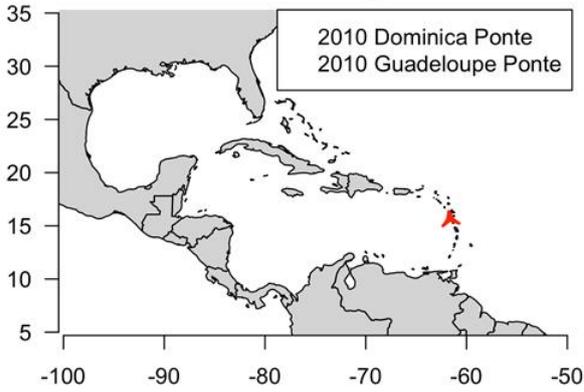
WC5916 *Dermochelys coriacea*



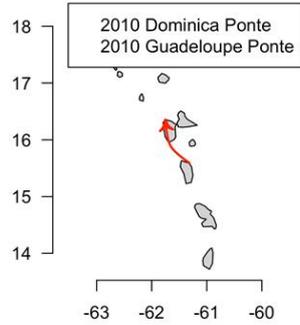
WC5916 *Dermochelys coriacea*



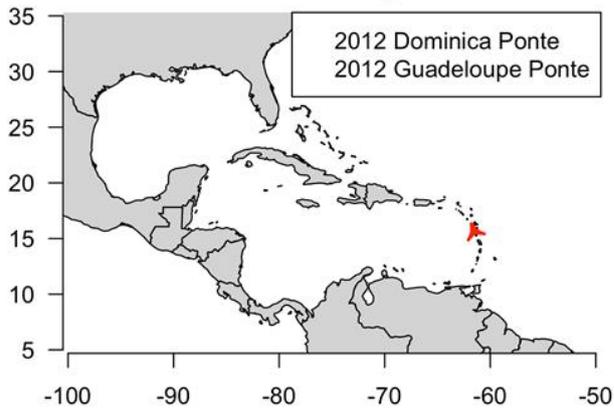
FWI4446 *Dermochelys coriacea*



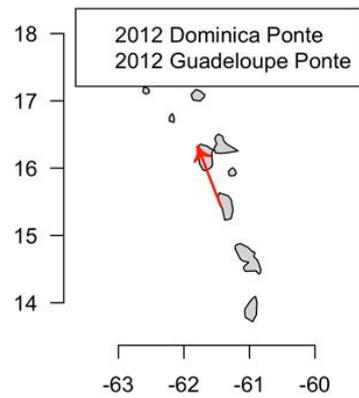
FWI4446 *Dermochelys coriacea*

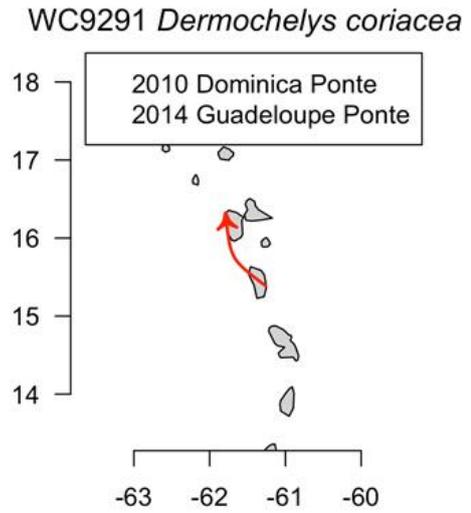
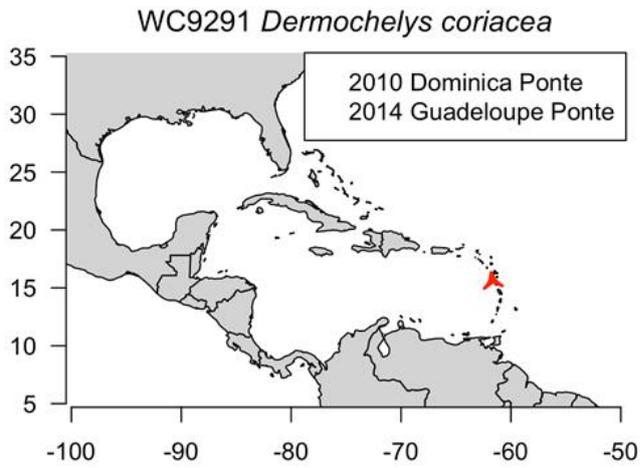


WC9153 *Dermochelys coriacea*

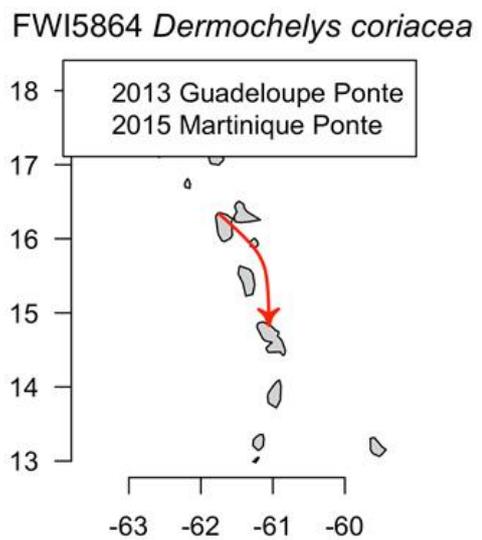
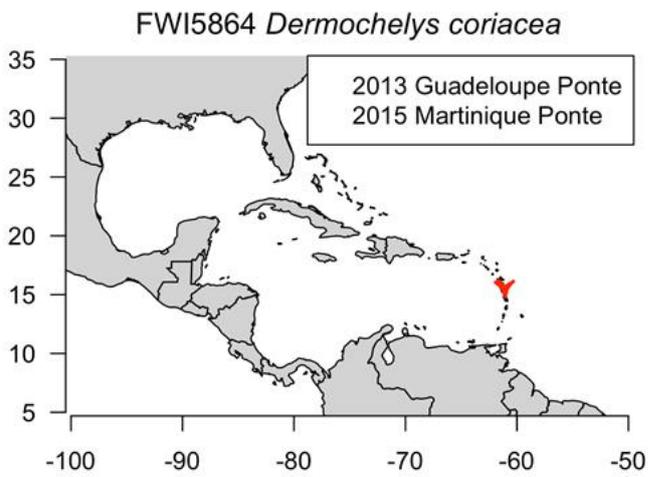
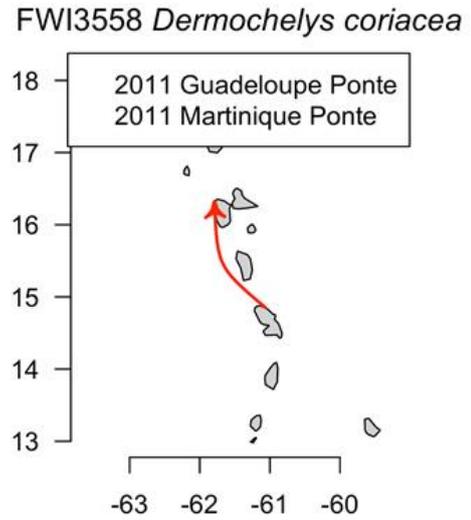
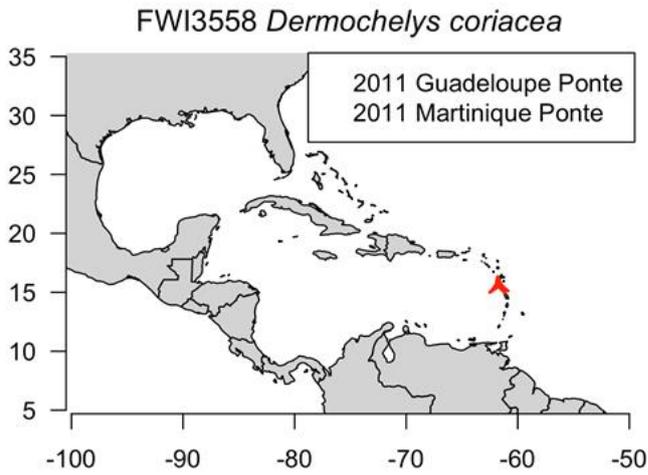


WC9153 *Dermochelys coriacea*

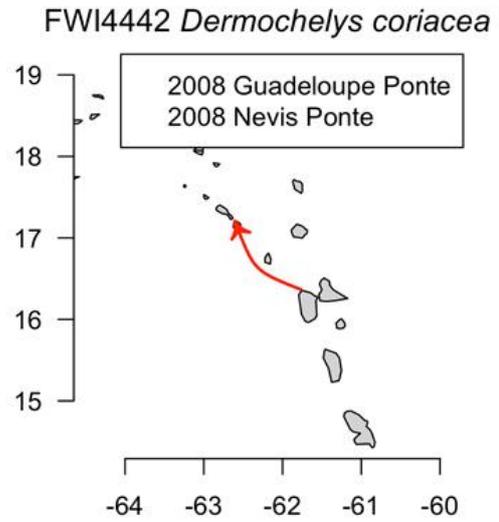
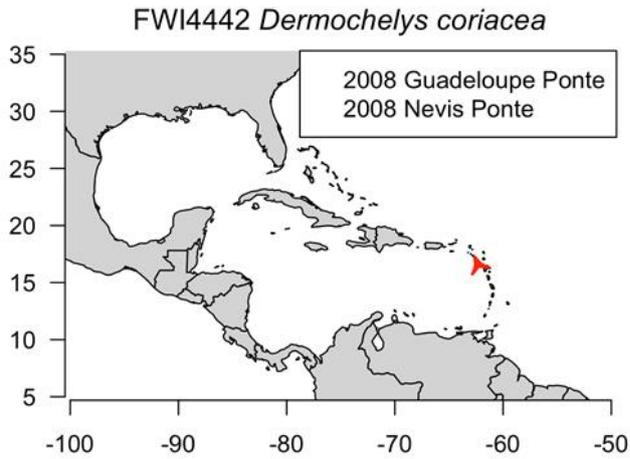




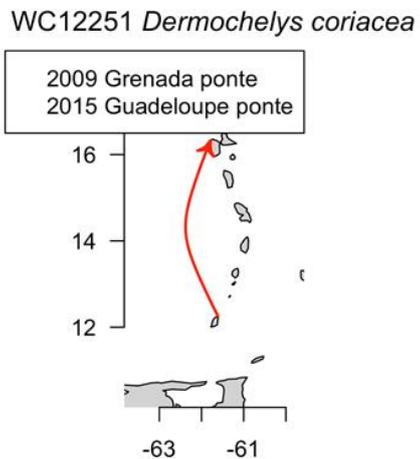
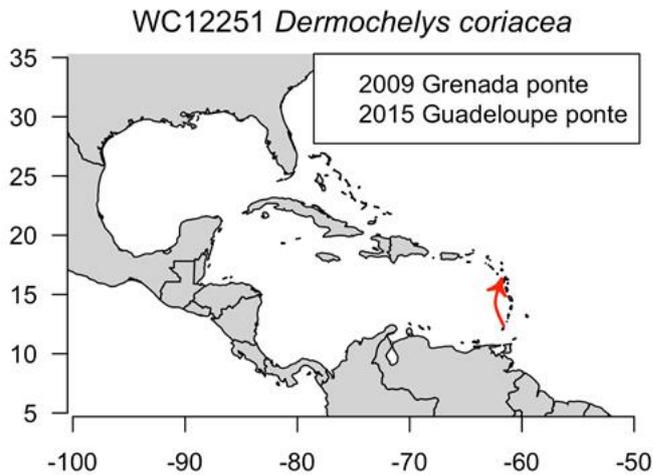
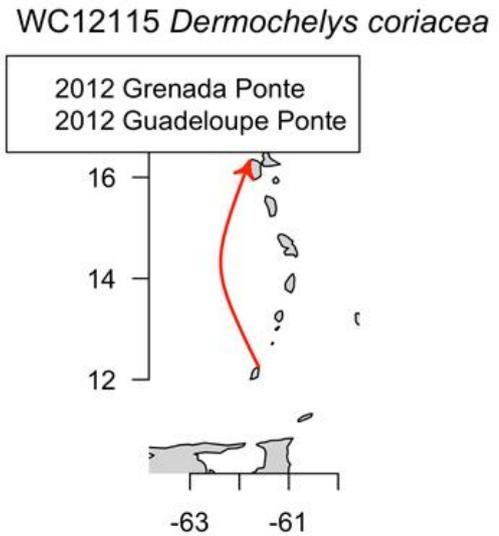
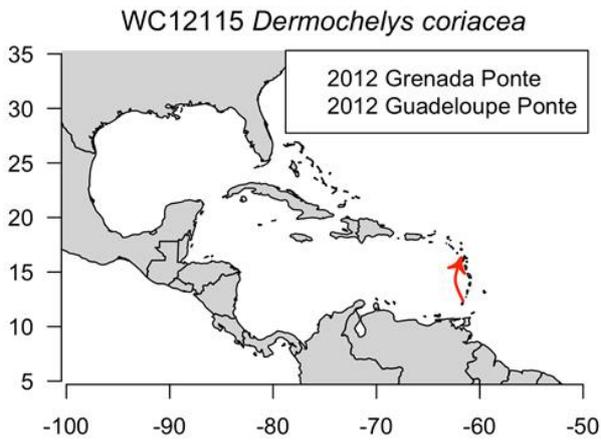
Guadeloupe → Martinique



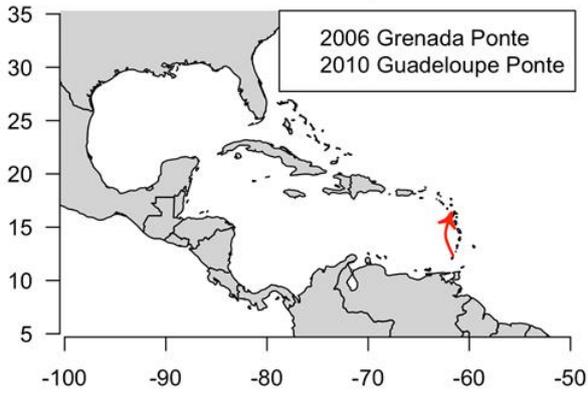
Guadeloupe → Nevis (Niévès)



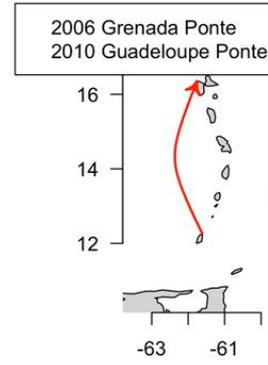
Grenade (Grenada) → Guadeloupe



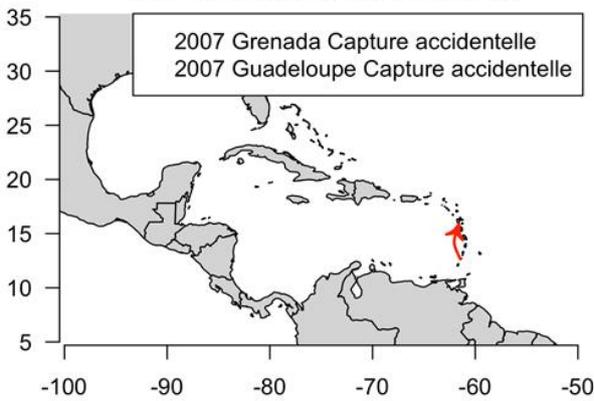
WC2721 *Dermochelys coriacea*



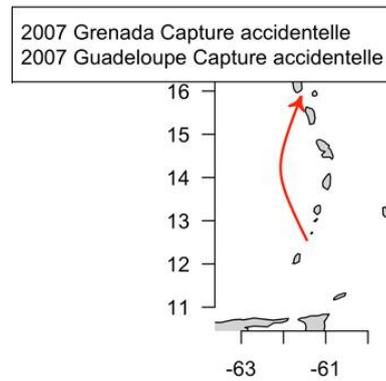
WC2721 *Dermochelys coriacea*



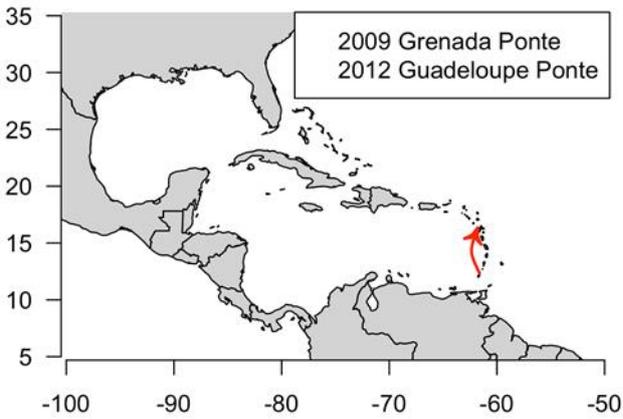
WC2986 *Dermochelys coriacea*



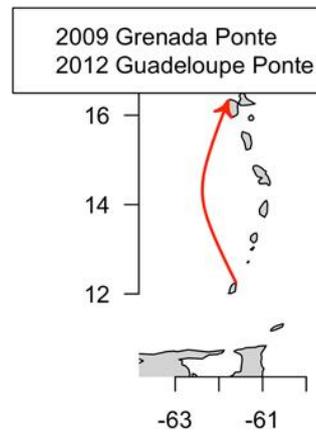
WC2986 *Dermochelys coriacea*



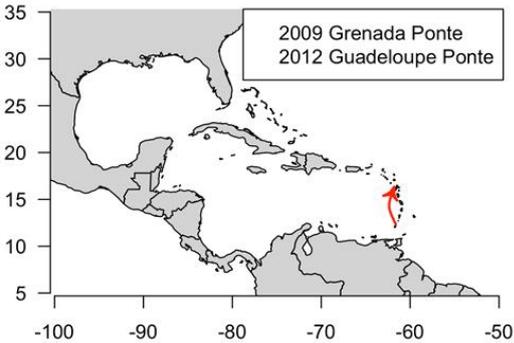
WC8272 *Dermochelys coriacea*



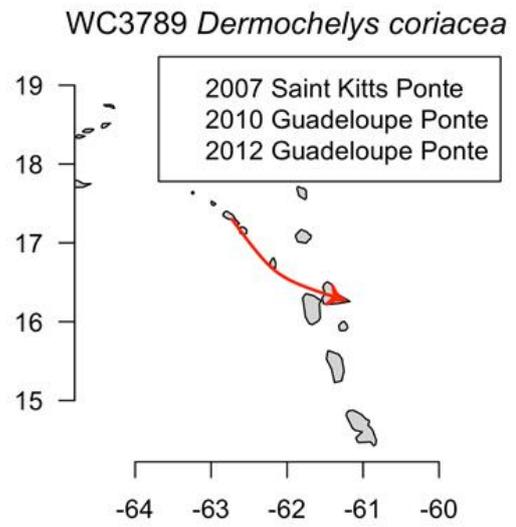
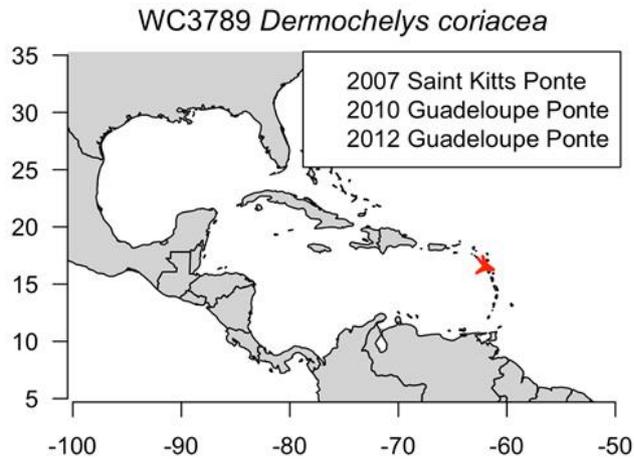
WC8272 *Dermochelys coriacea*



WC8272 *Dermochelys coriacea*



Saint-Kitts (Saint-Christophe) → Guadeloupe

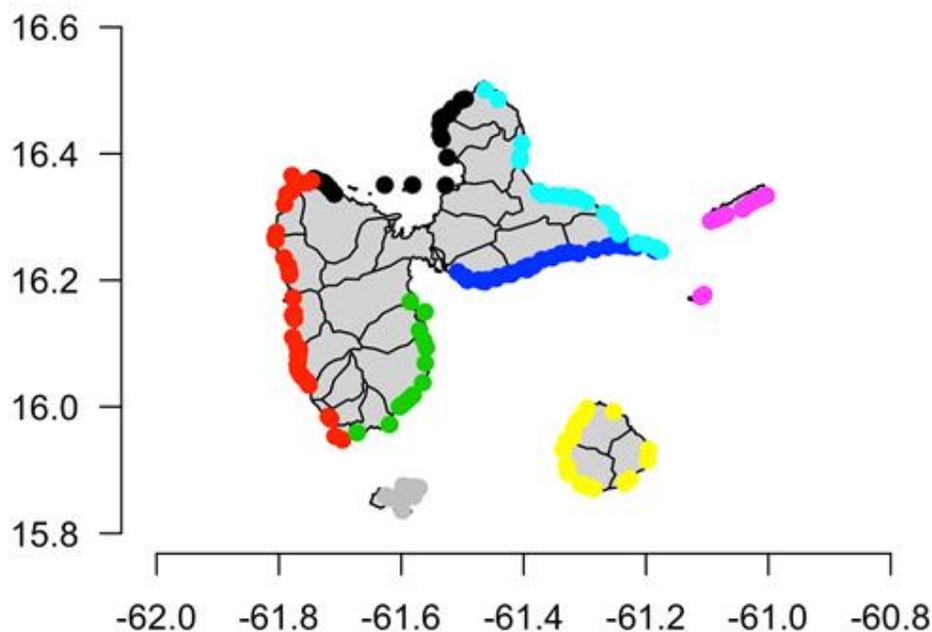


ANNEXE 3. LES SITES DE NIDIFICATION

Sur un total de 214 plages guadeloupéennes (mais la définition de ce qu'est une plage n'est pas toujours définie; on n'a pris en compte ici que les plages où nous disposons d'un nom, la toponymie serait à revoir), on en compte 64 sur lesquelles on a au moins une information dans la base de données.

On constate un manque de cohérence au sein de la base de données dans les noms de lieux. Une uniformisation a été effectuée.

3.1. Répartition géographique



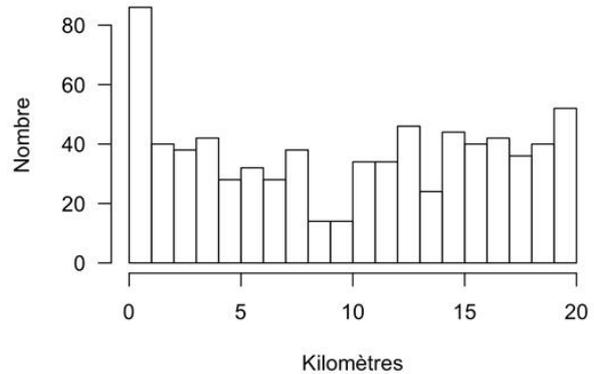
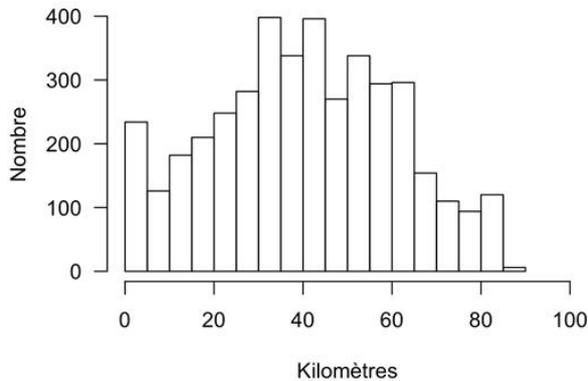
3.2. Distance entre les sites – Regroupements

A noter que l'île de Petite-Terre qui est rattachée administrativement à la commune de La Désirade (ici en mauve), sera traitée ici comme une entité distincte.

Une matrice des distances entre tous les couples de plages a été produite. On a ensuite agrégé les plages sous forme d'ensembles en partant des plus proches jusqu'à une limite prédéfinie (1 ou 10 km). Pour savoir si une nouvelle plage doit être agrégée à un ensemble préexistant, la distance entre la nouvelle plage et toutes celles faisant partie de l'ensemble sont testées. Si une distance entre deux sites est inférieure à la limite, alors la plage est agrégée à l'ensemble. Donc deux plages d'un même agrégat sont reliées entre elles par d'autres plages qui toujours sont à des distances inférieures à la limite choisie.

Cette approche est purement géographique et ne prend pas en compte les caractéristiques de la plage ni du tombant ce qui peut être critiquable dans une approche de biogéographie.

Il serait logique de prendre la distance entre les plages depuis la mer mais c'est ici trop compliqué à faire.



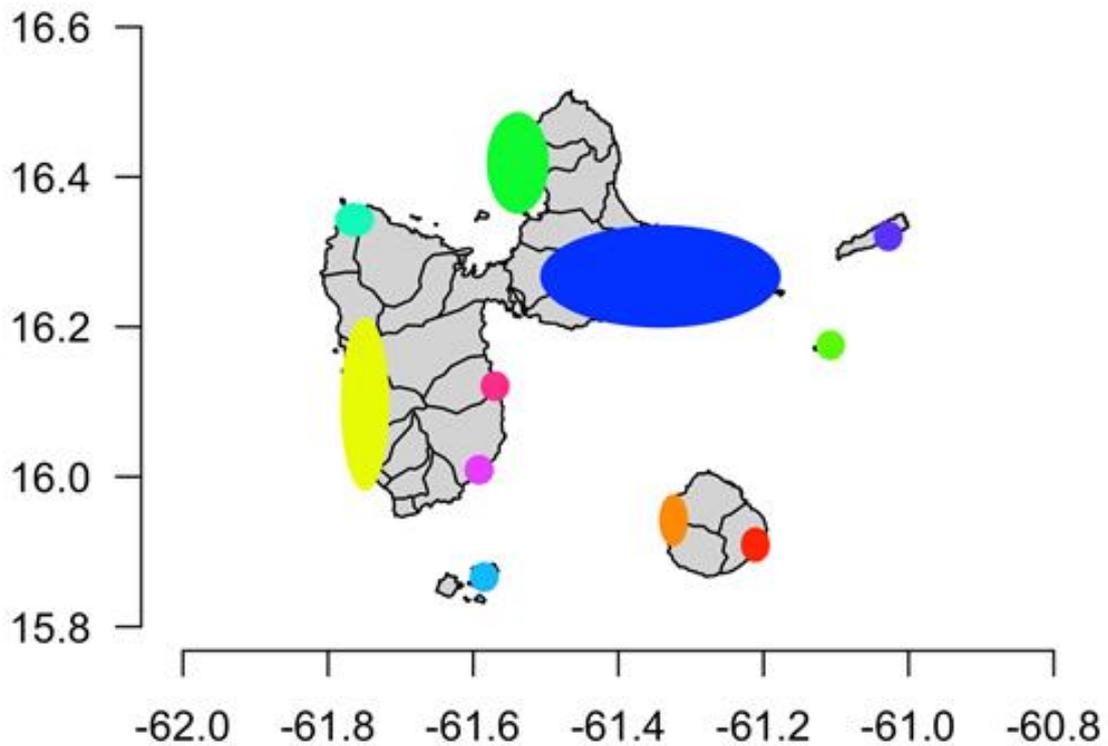
Les ensembles de plages agrégées (reliées par moins de 10 km) sont:

- 1- Anse des Galets; Anse Feuillard; Feuillere
- 2- Anse de Mays; Folle Anse; Grande Anse (Anse Ballet); Trois Ilets
- 3- Anse a Colas; Anse a la Barque; Anse Caraibe; Anse de la Grande Plaine; Anse Machette; Anse Sable; Descoudes; Galets rouges; Malendure; Petite Anse; Riviere Sens; Simaho
- 4- Terre de Bas; Terre de Haut
- 5- Anse du Souffleur; Anse Lavolvaine; Ilet Fajou; La Chapelle; Trou Madame Louis
- 6- Anse de la Perle; Anse de Nogent; Anse Tillet; Cluny; Grande Anse; Ilet Kahouanne; Rifflet
- 7- Anse Figuier; Anse Mire; Baie de Pompierre; Pain de Sucre
- 8- Anse a l'eau; Anse a la Gourde; Anse des Châteaux; Anse des Salines; Anse Kahouanne; Anse Patate; Bois Jolan; Boulevard maritime; Canella Beach; Canot ouest; Gros Bœuf; Km 7; La Caravelle; la Datcha; la Grotte; Pierre et vacances; Plage de l'Autre Bord (Alizes); Raisins Clairs; Rouleaux (Baie Sainte Marie)
- 9- Anse Petite Riviere; Baie Mahault; Petites Anses; Plage du Souffleur
- 10- Anse Saint Sauveur; Anse salee (Bananier); Esclaves (Anse de la Fontaine)
- 11- Sainte Claire.

Si nous regroupons les plages proches de moins de 1 km, nous obtenons 54 regroupements qui sont:

1. Anse des Galets 2. Folle Anse 3. Anse Machette; Anse Sable; Galets rouges
4. Terre de Bas; Terre de Haut 5. Trois Ilets 6. Anse de Mays
7. Ilet Fajou 8. Grande Anse
- (Anse Ballet) 9. Grande Anse
10. Baie de Pompierre; 11. Anse Figuier 12. Anse a Colas
13. Malendure 14. Feuillere 15. Pain de Sucre
16. Anse Mire 17. Anse a la Barque; Petite Anse 18. Ilet Kahouanne

19. Anse a la Gourde; Anse Kahouanne 20. Anse des Chateaux; Anse des Salines; la Grotte
 21. Cluny
 22. Rouleaux (Baie Sainte Marie) 23. Anse de la Perle; Rifflet 24. Anse de Nogent
 25. Anse Tillet 26. Km727-Plage du Souffleur 28. Descoudes
 29. Anse Petite Riviere;
 Baie Mahault 30. Simaho 31. Plage de l'Autre Bord (Alizes)
 32. Bois Jolan 33. Raisins Clairs 34. Anse Saint Sauveur
 35. Riviere Sens 36. Gros Bœuf 37. Trou Madame Louis
 38. Anse Caraibe; Anse de la Grande Plaine 39. Anse Lavolvaine 40. Pierre et vacances
 41. Anse du Souffleur 42. La Datcha 43. Esclaves (Anse de la Fontaine)
 44. Anse Feuillard 45. Petites Anses 46. La Chapelle
 47. Anse salée (Banancier) 48. La Caravelle 49. Canot ouest
 50. Anse Patate 51. Sainte Claire 52. Anse a l'eau
 53. Boulevard maritime 54. Canella Beach

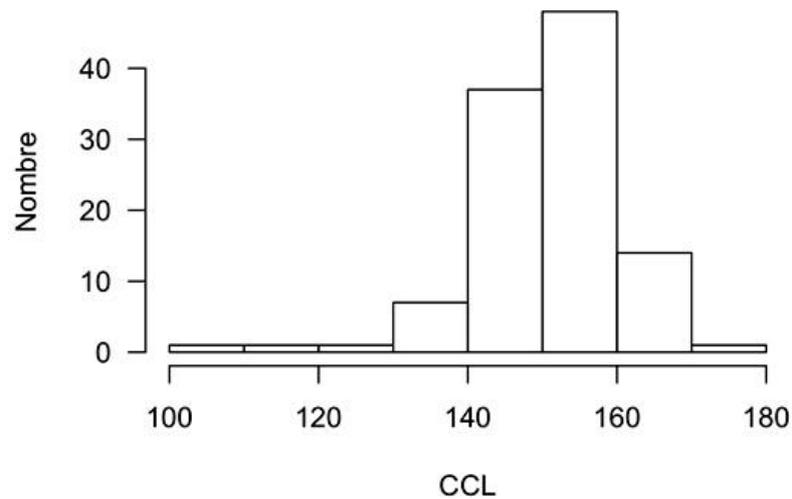


ANNEXE 4. LES TAILLES

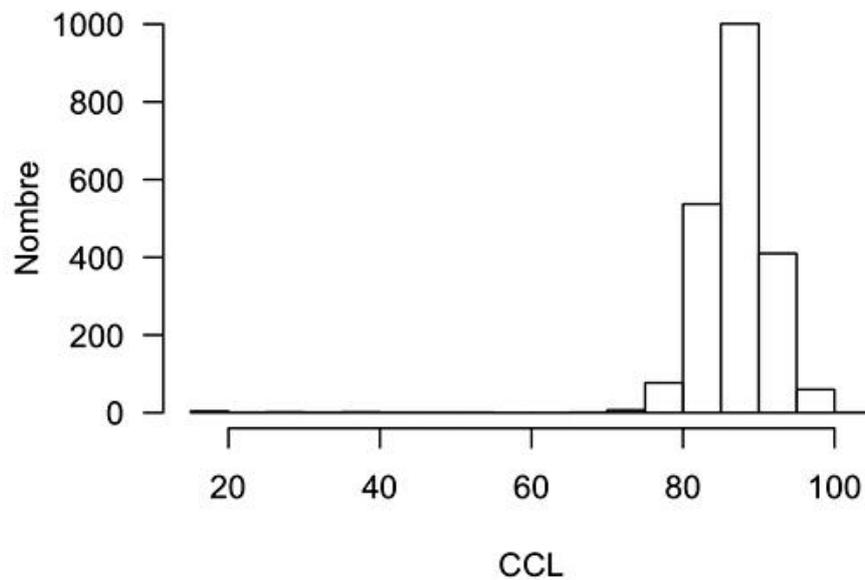
4.1. Tous les individus observés

Ne disposant dans la base de données que de deux observations de *Caretta caretta* avec mesures, elles ne seront pas traitées ici.

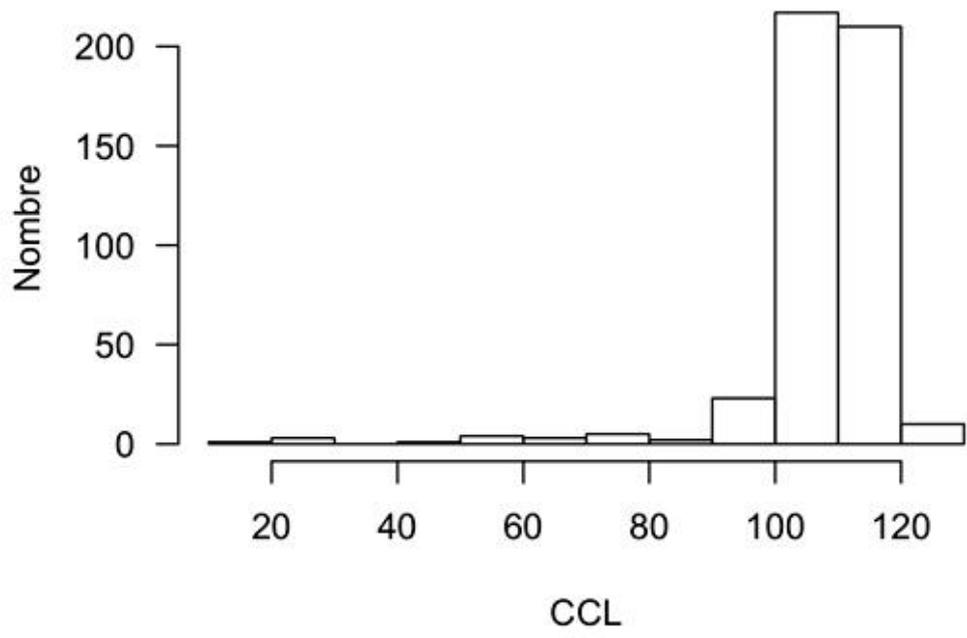
Dermochelys coriacea



Eretmochelys imbricata

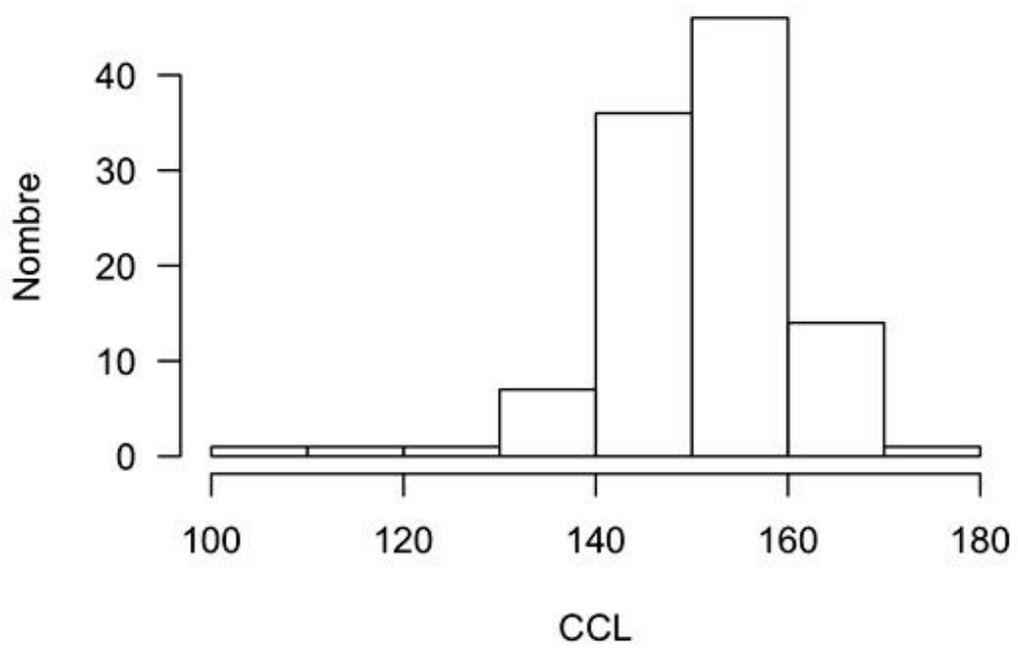


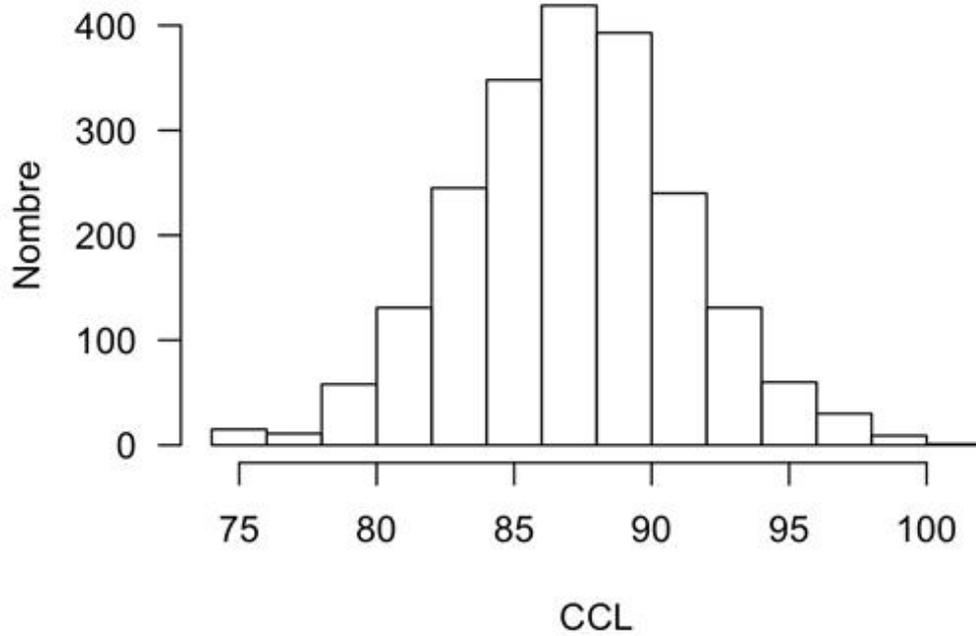
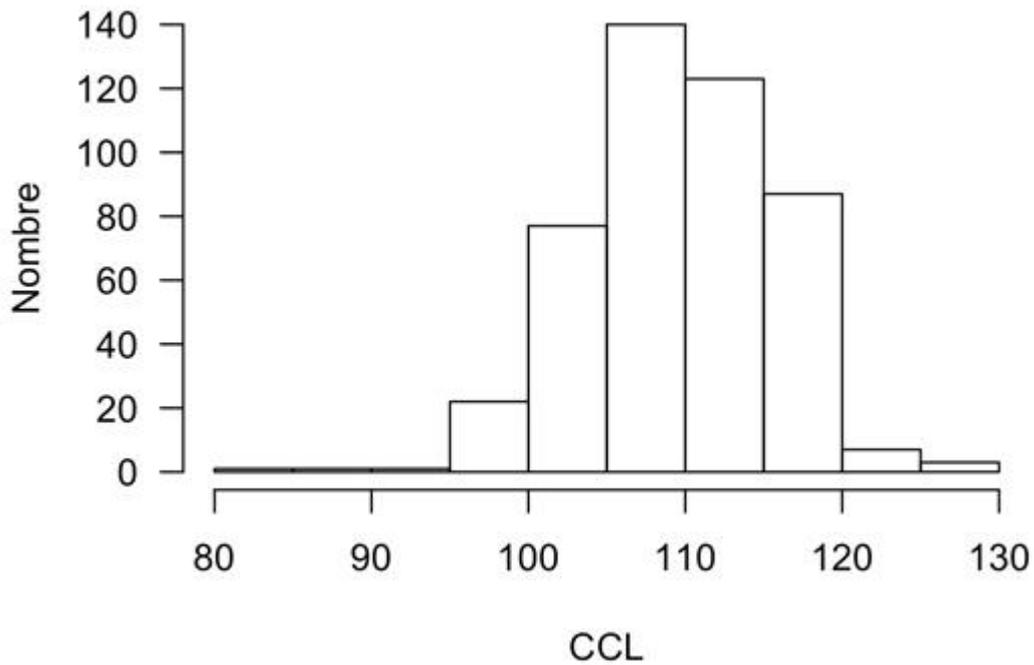
Chelonia mydas



4.2. Uniquement les femelles à terre

Dermochelys coriacea

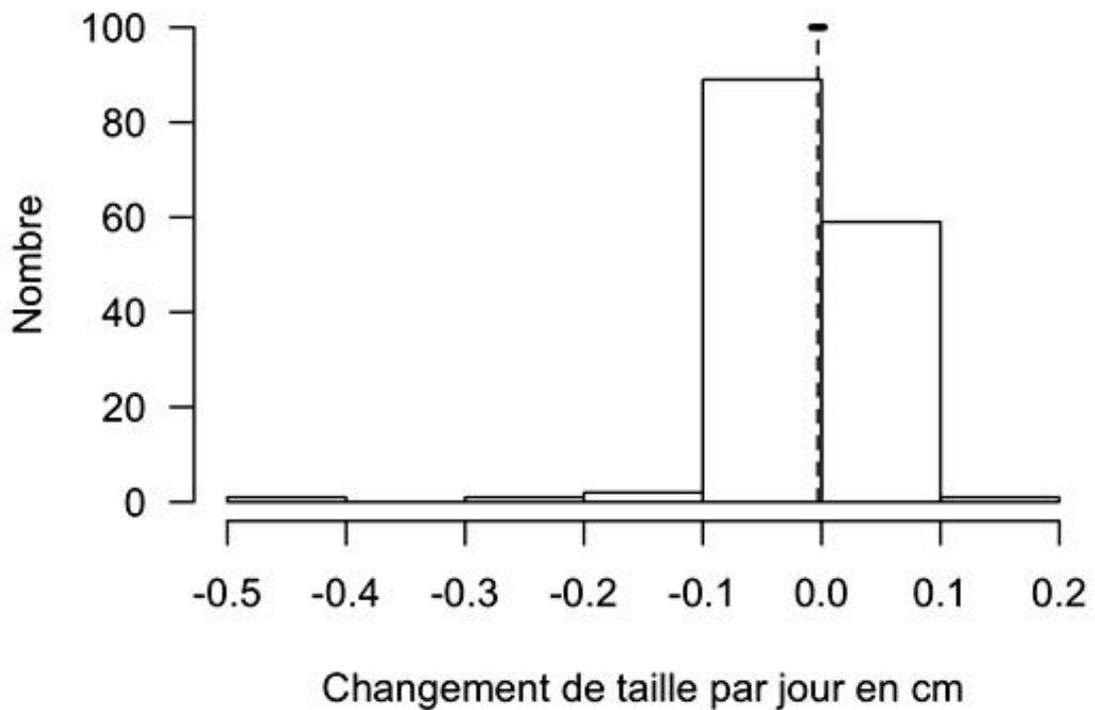
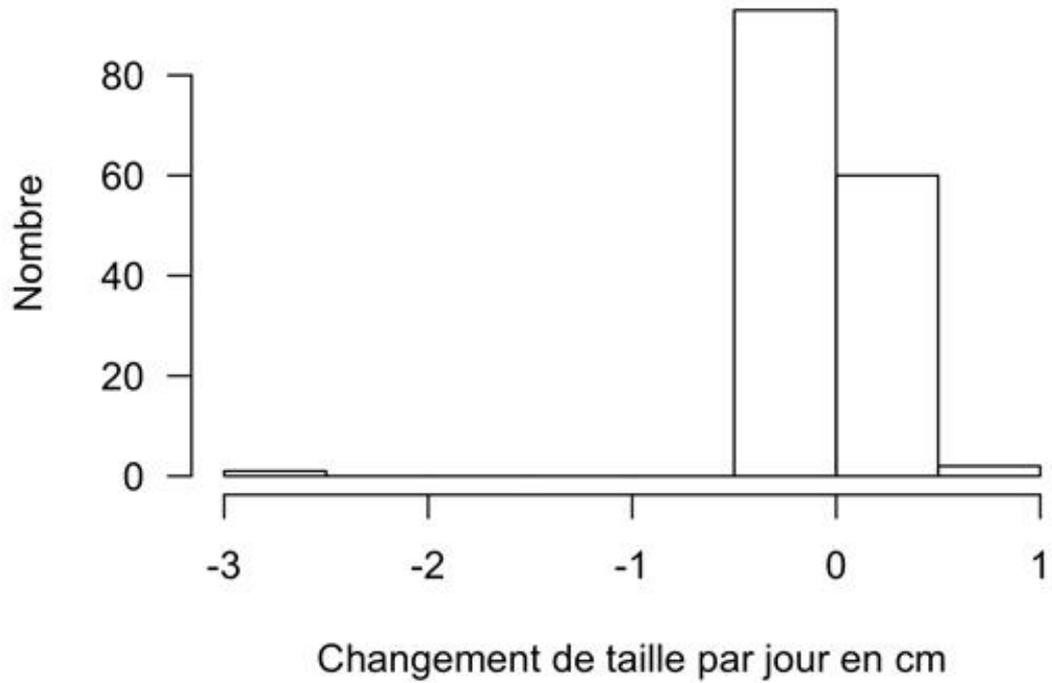


Eretmochelys imbricata*Chelonia mydas***4.3. Evolution de la taille**

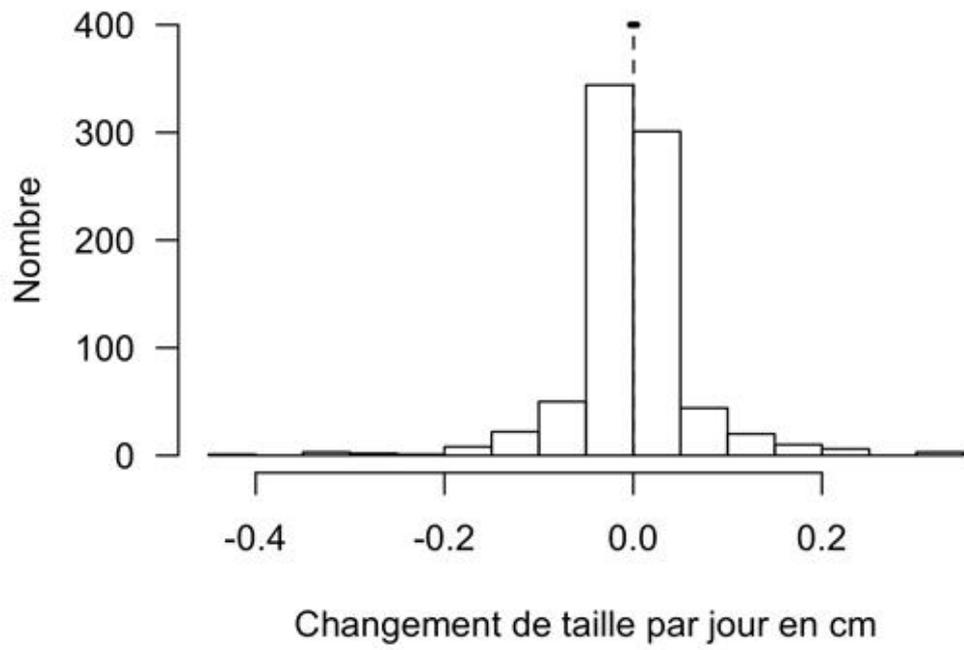
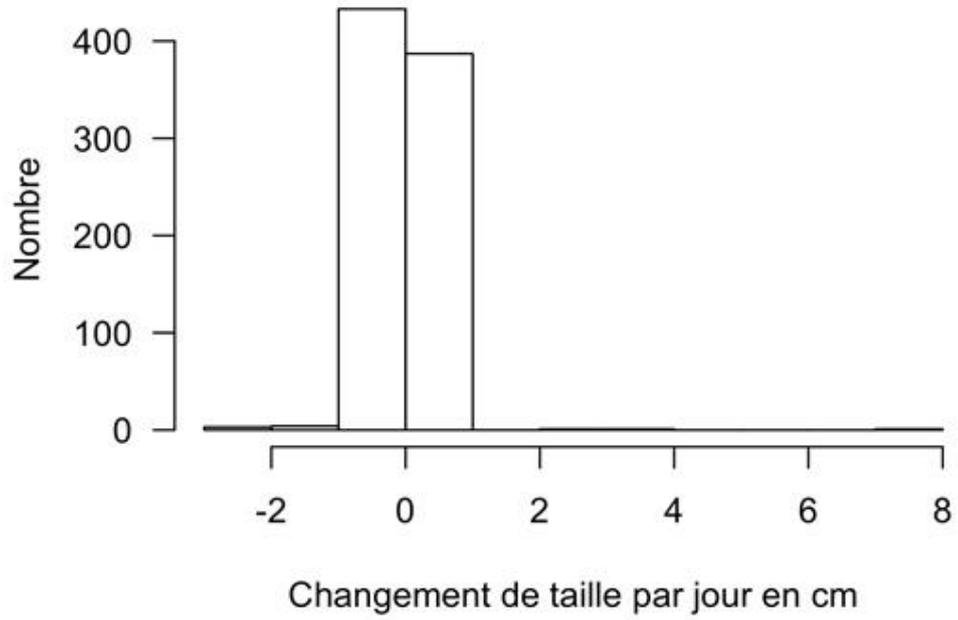
Il est calculé ici la croissance des individus à partir de toutes les observations, y compris lorsque le nombre de jours entre deux mesures est faible.

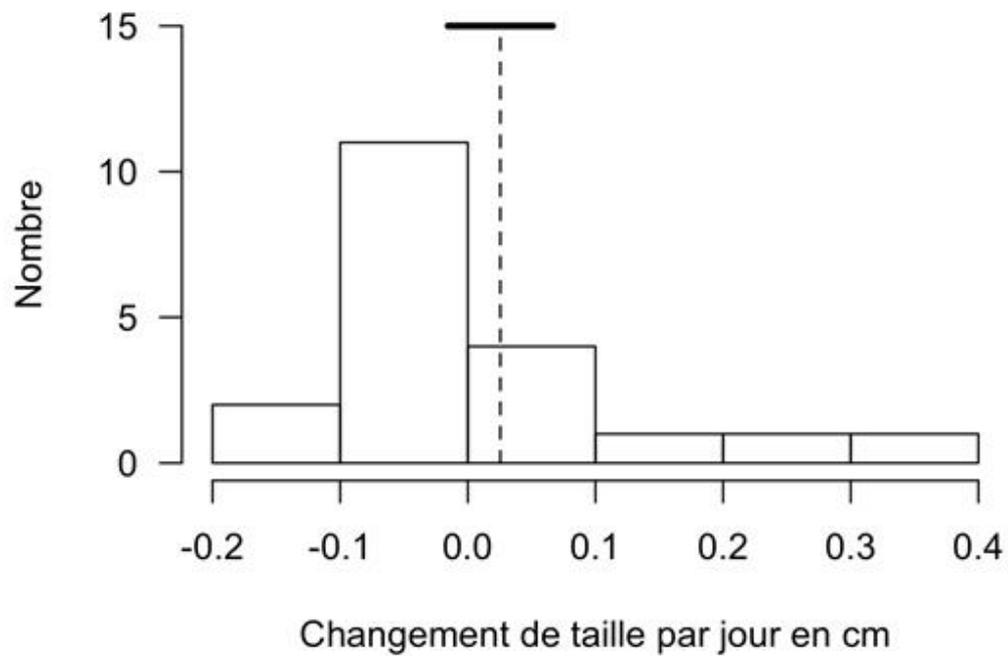
La conclusion est que la croissance journalière n'est pas différente de 0 cm pour aucune des espèces ! **La valeur de 0 est incluse dans l'intervalle de confiance.**

Chelonia mydas

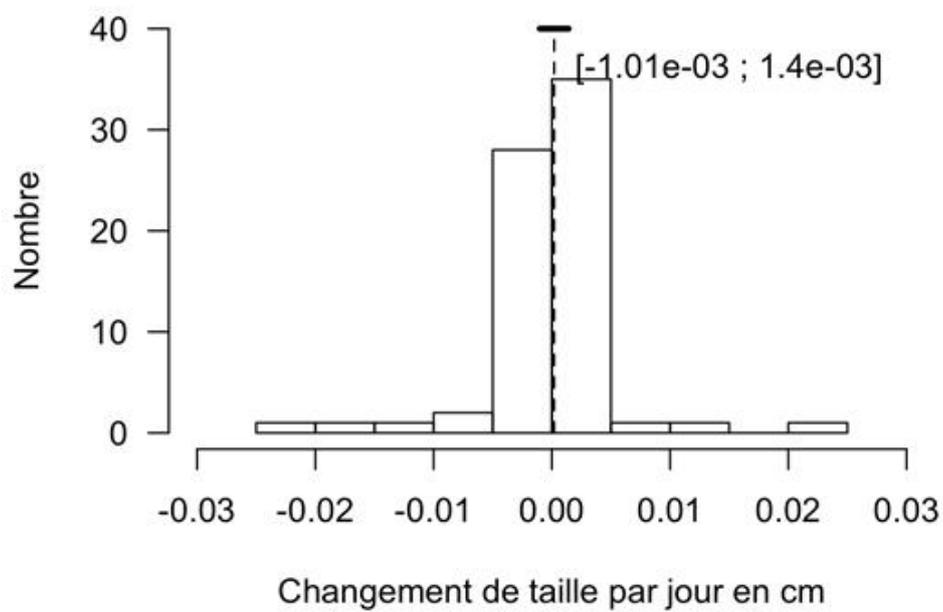


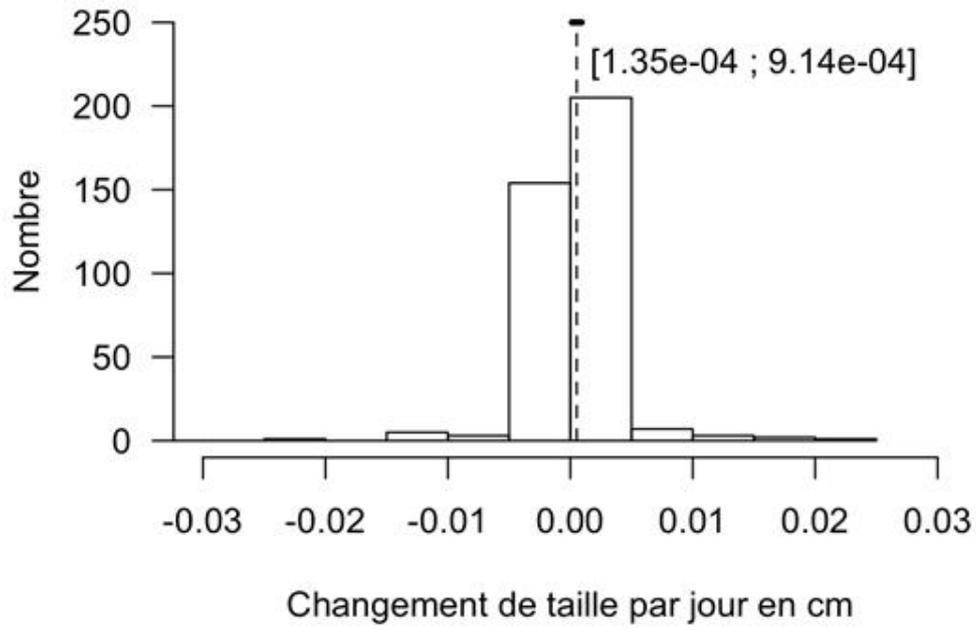
Eretmochelys imbricata



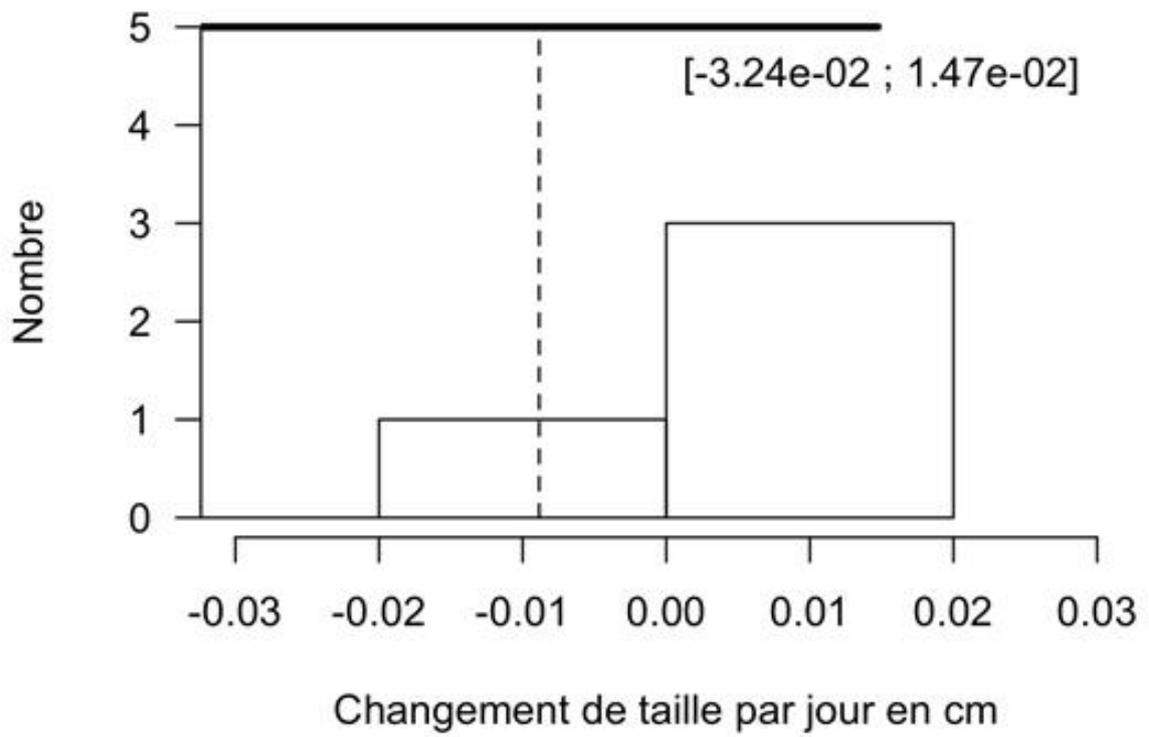
Dermochelys coriacea

4.4. Variation des tailles en intersaison

Chelonia mydas*Eretmochelys imbricata*



Dermochelys coriacea

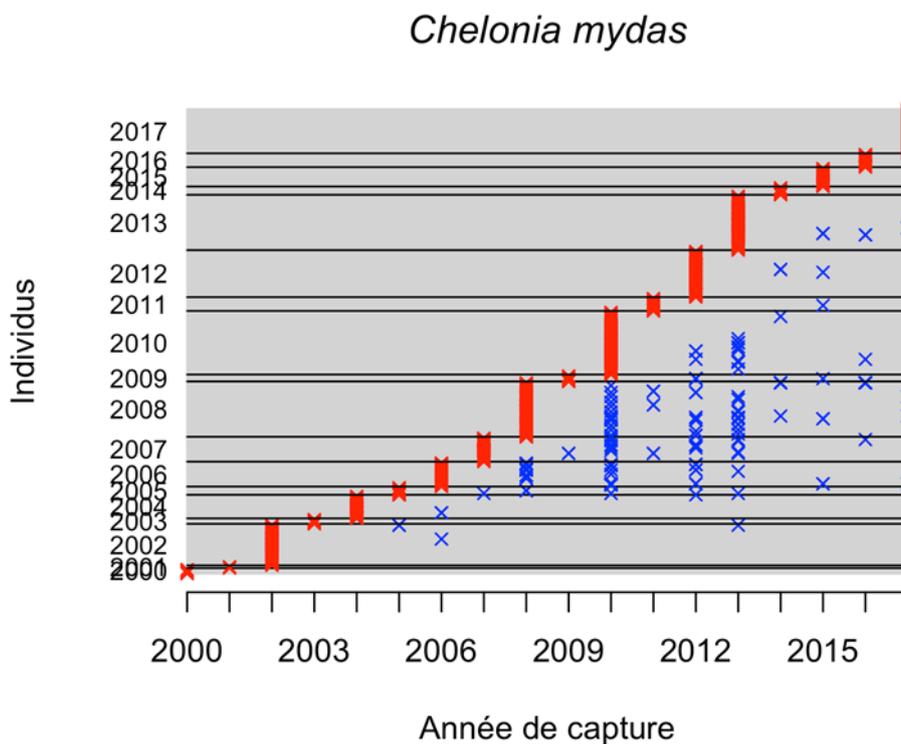
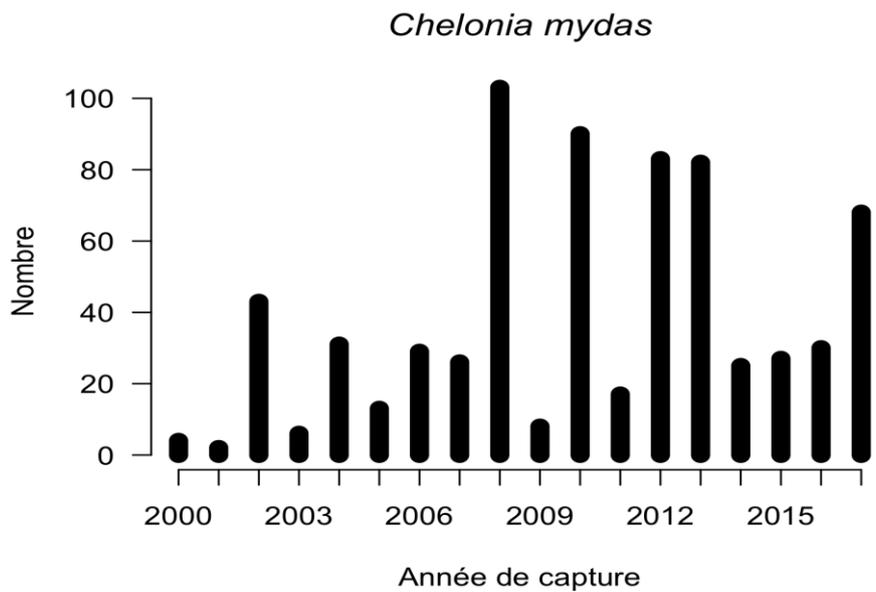


ANNEXE 5. RECAPTURES EN GUADELOUPE

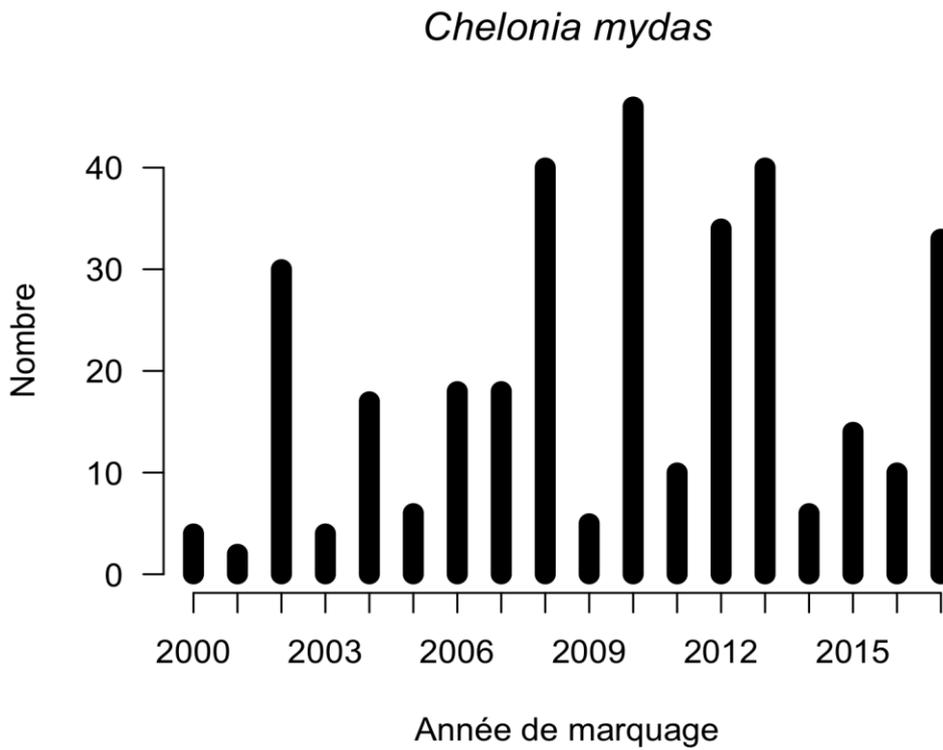
5.1. Recaptures à l'échelle de plusieurs saisons

Chelonia mydas

De nombreuses recaptures sont observées et ces données sont analysables.

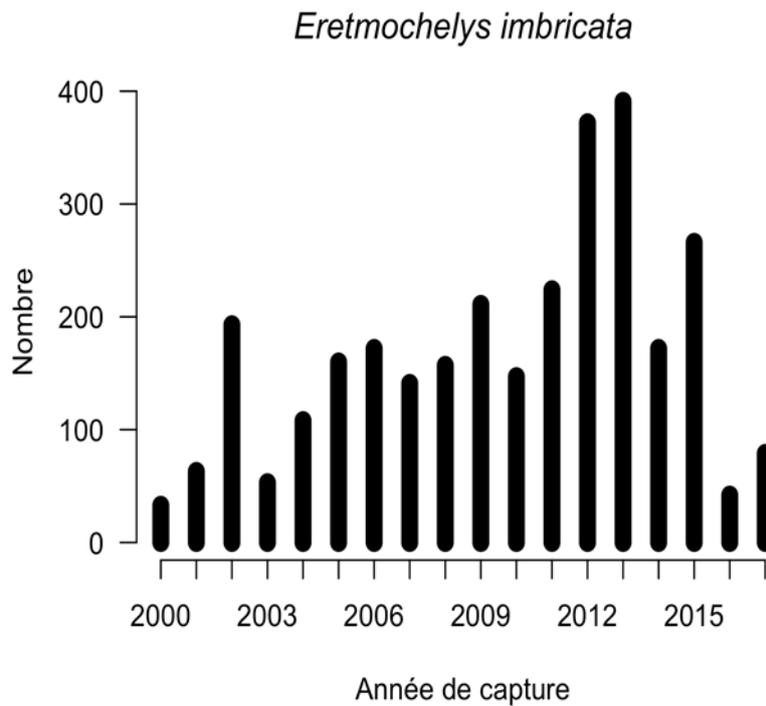


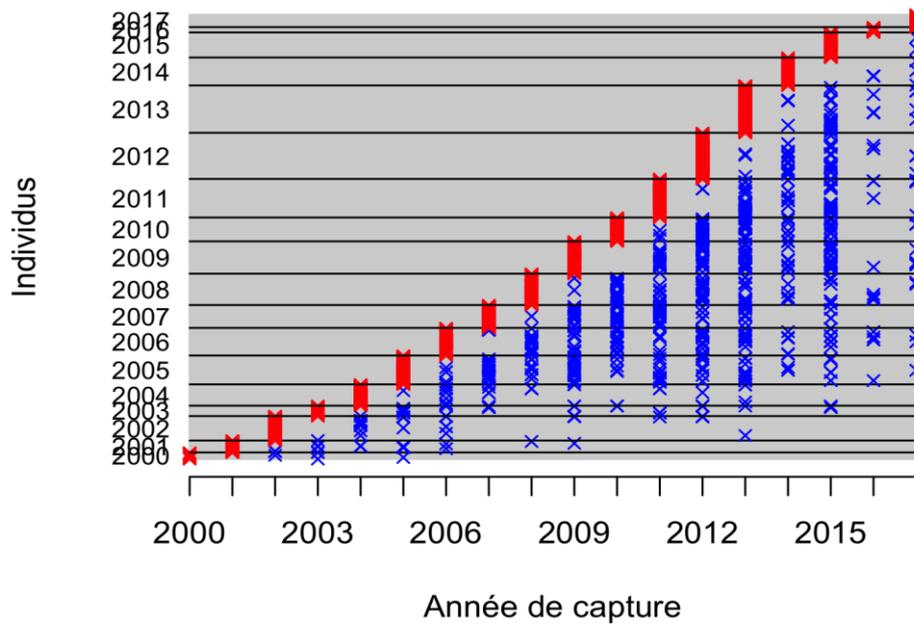
Les points rouges indiquent les années de capture et les points bleus, celles de recapture.



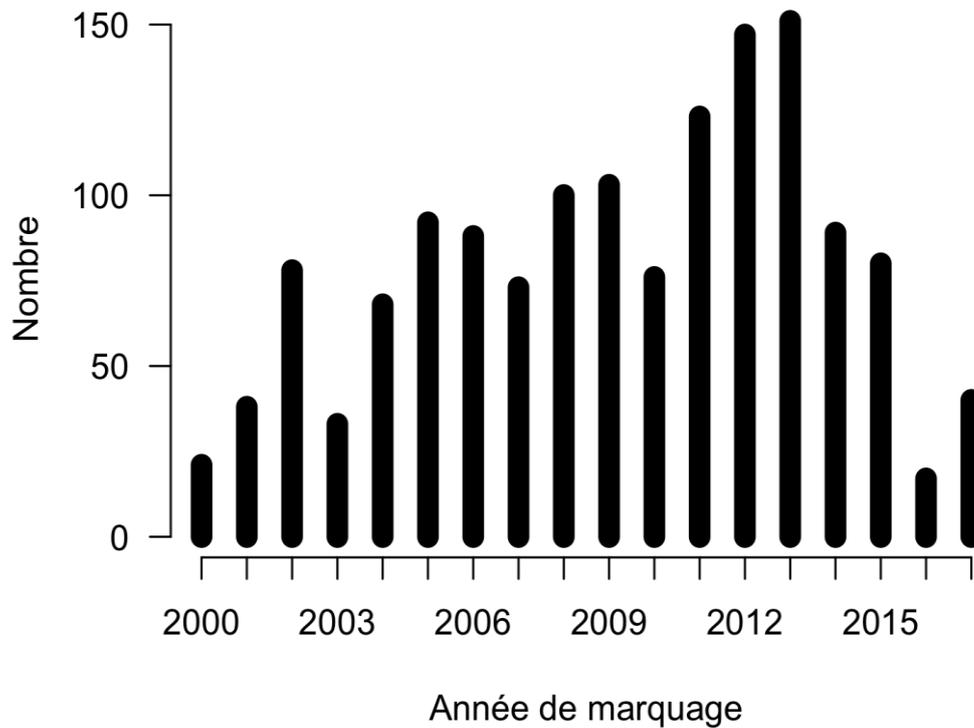
Eretmochelys imbricata

De nombreuses recaptures sont observées; ces données sont analysables.



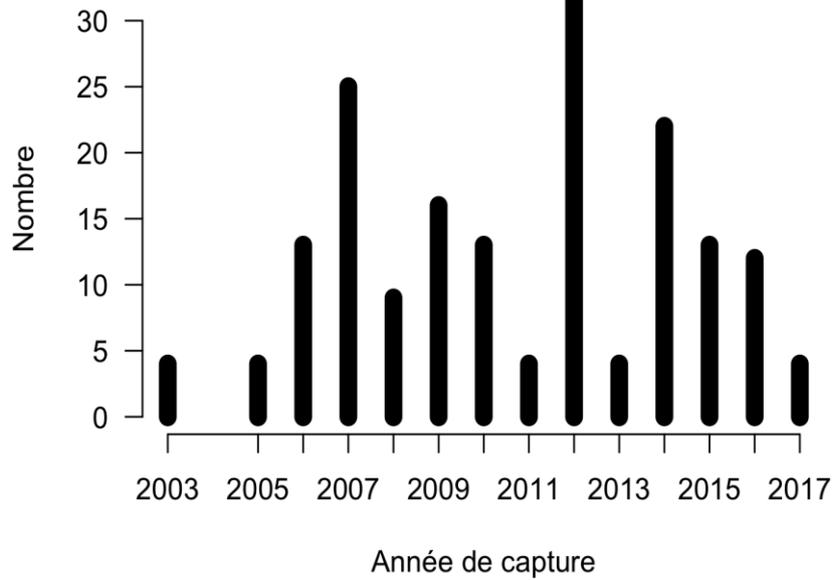
Eretmochelys imbricata

Les points rouges indiquent les années de capture et les points bleus, celles de recapture.

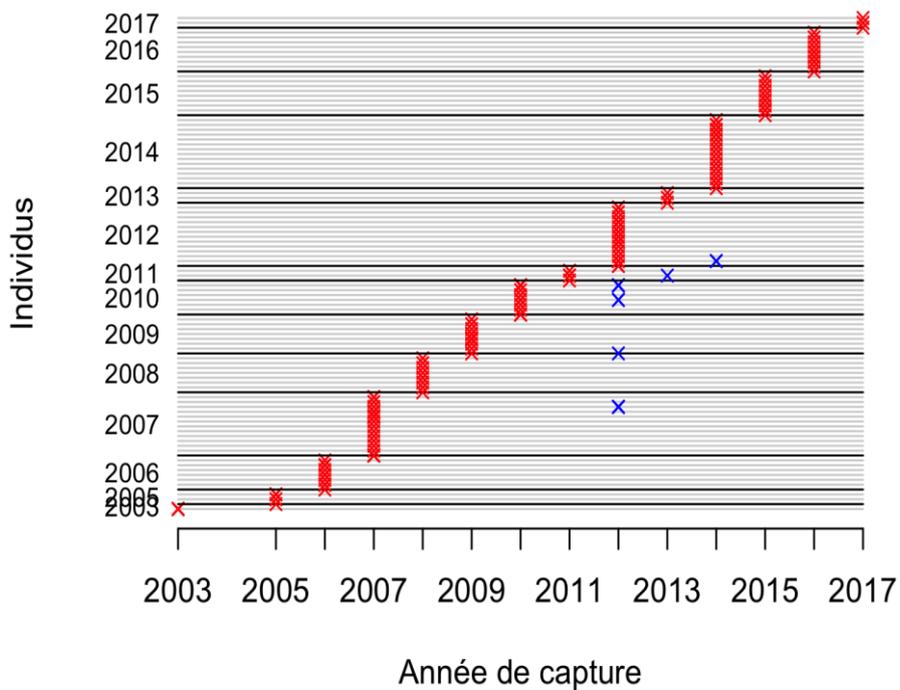
Eretmochelys imbricata*Dermochelys coriacea*

Seules 6 Tortues luths sont revues après l'année de marquage. Ceci est peut-être lié à la perte rapide des bagues chez cette espèce ou au changement de site de ponte en intersaison. Ces données ne seront pas analysables en intersaison.

Dermochelys coriacea

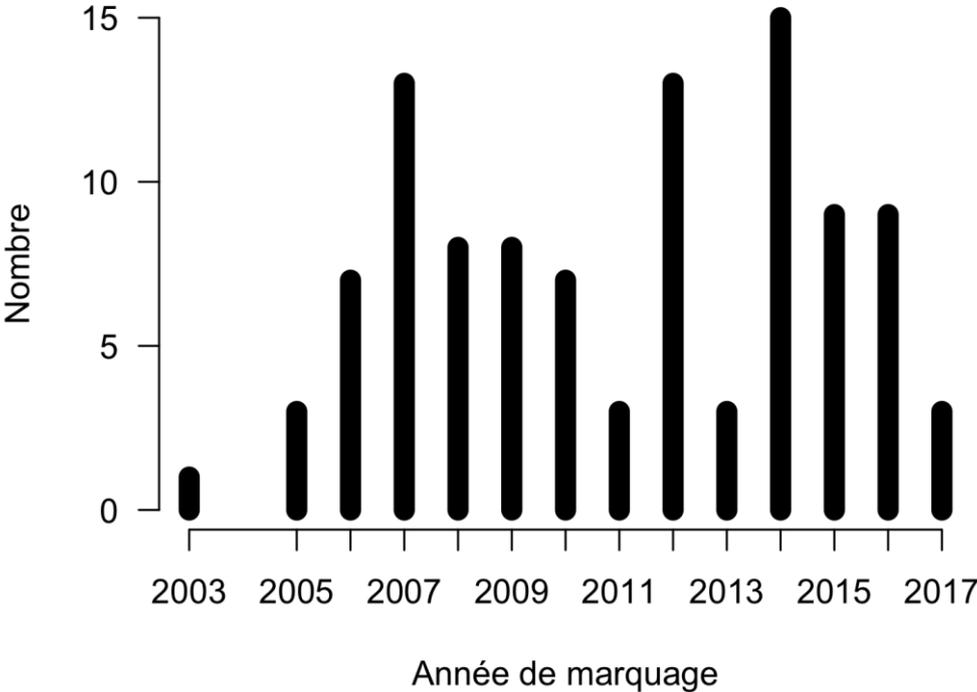


Dermochelys coriacea



Les points rouges indiquent les années de capture et les points bleus, celles de recapture.

Dermochelys coriacea



ANNEXE 6. PERTE DES BAGUES

6.1. Estimation de la perte des bagues

La modélisation de la perte des bagues a été faite selon le modèle de Rivalan *et al.* (2005) amélioré sur plusieurs points.

Il est basé sur le temps pendant lequel un individu est observé avec 2 ou 1 bagues après un marquage avec 2 bagues. En conséquence, n'ont été retenues que les individus marqués avec 2 bagues dès leur première observation. Si une autre bague a été posée ensuite, elle n'a pas été prise en compte.

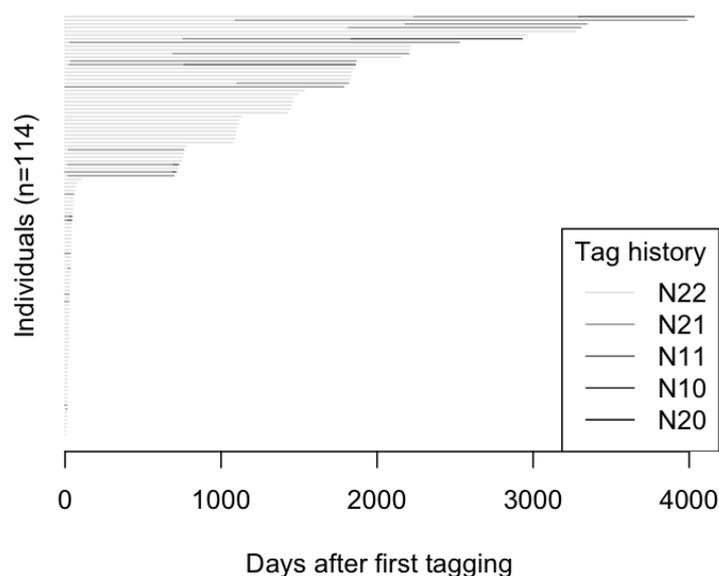
Comme il n'y a pas de marque permanente, le modèle retenu postule que la probabilité de perte d'une bague quand un individu en a 2 est la même que la perte d'une bague quand un individu en a une seule.

Trois modèles ont été testés à chaque fois :

- Le taux de perte présente 3 valeurs avec des transitions plus ou moins douces. Ce modèle représentera par exemple une perte initiale rapide, une stabilisation et une augmentation de la perte quand la bague est trop vieille ou bien une diminution de la perte si toutes celles mal posées sont tombées ;
- Le taux de perte présente 2 valeurs avec une transition plus ou moins douce entre ces deux valeurs ;
- Le taux de perte est constant.

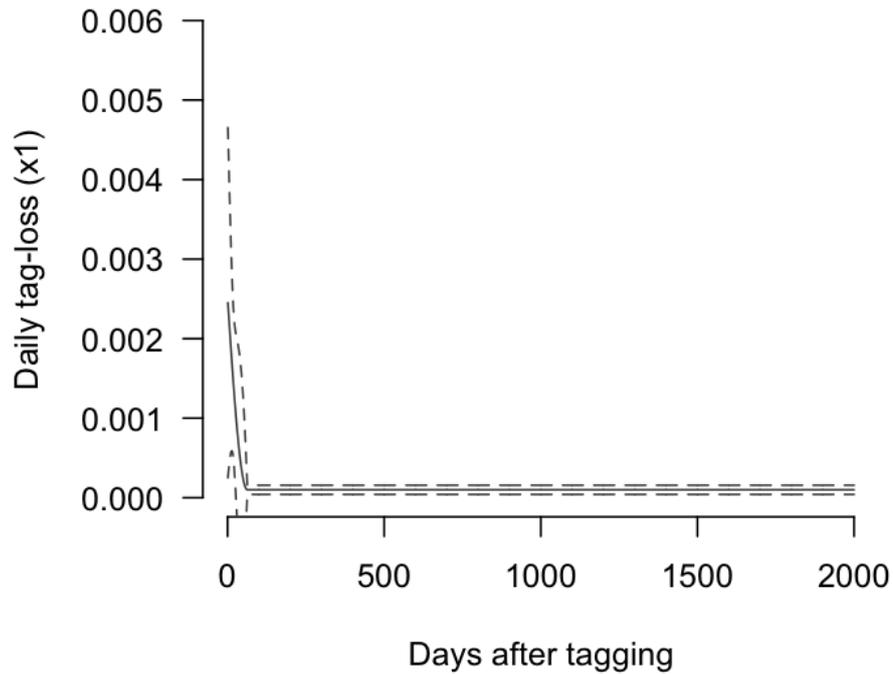
Le choix entre ces 3 modèles est fait sur la base d'une statistique s'appelant l'AICc et l'Akaike Weight. L'AICc permet de choisir un modèle en évitant de sur-paramétriser les modèles.

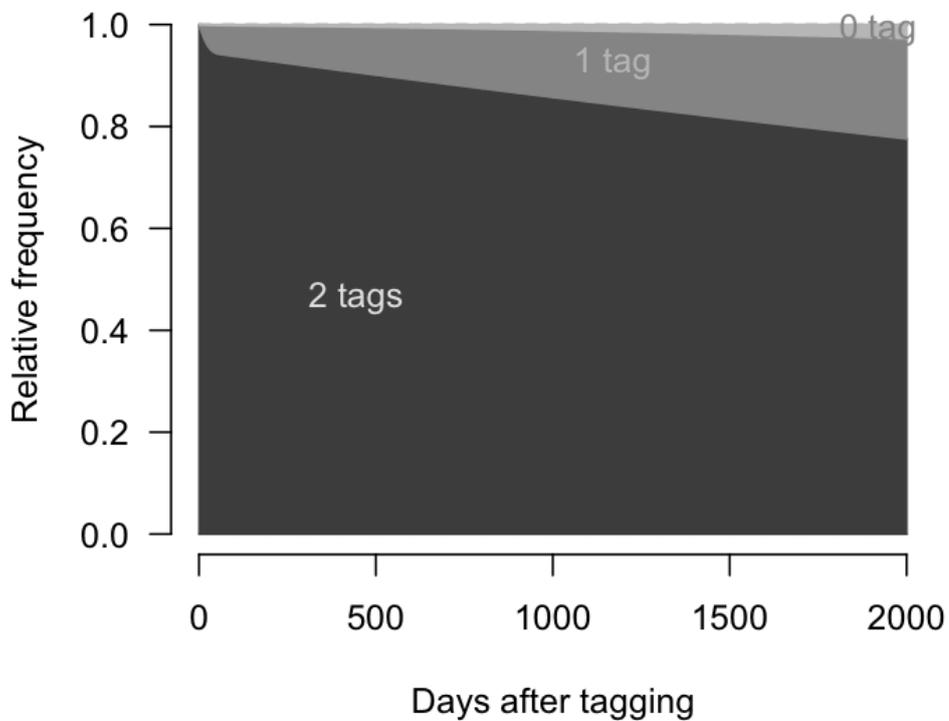
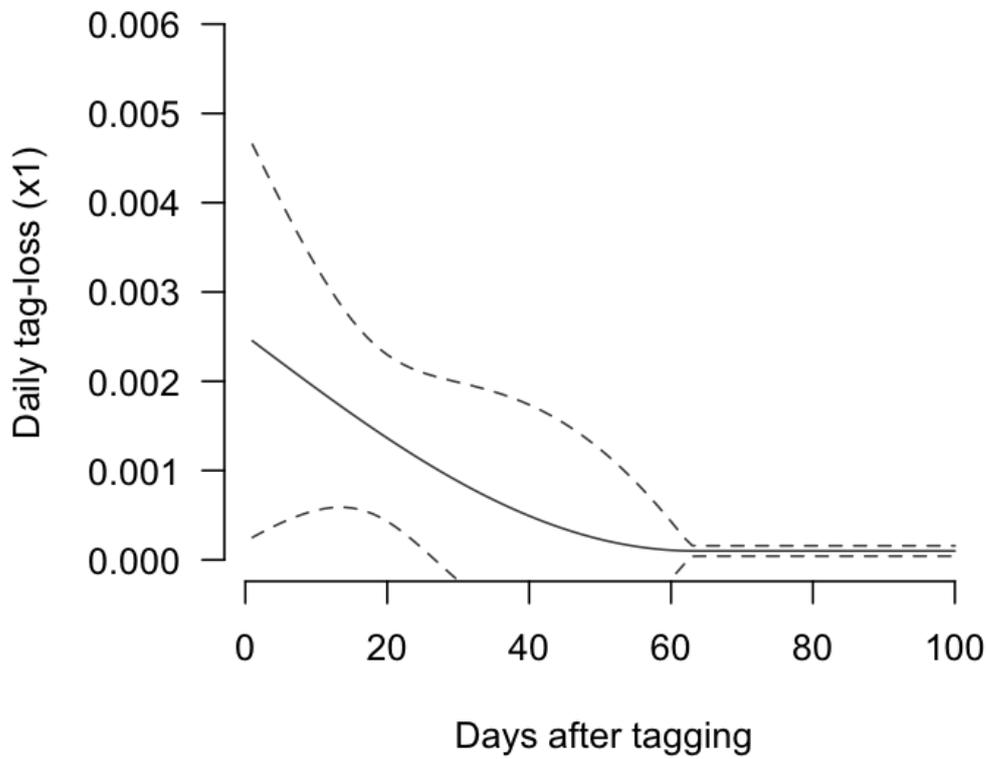
Chelonia mydas



Chaque individu est représenté sur une ligne et son histoire personnelle depuis le jour de son marquage est représentée avec un code couleur selon le nombre de marques qu'il a. N_{xx} représente la période où on est sûr qu'il a x marques et N_{xy} représente la période où il a perdu $y-x$ marques.

Le modèle retenu est celui à 3 paramètres car il est semblable à celui à 6 paramètres.

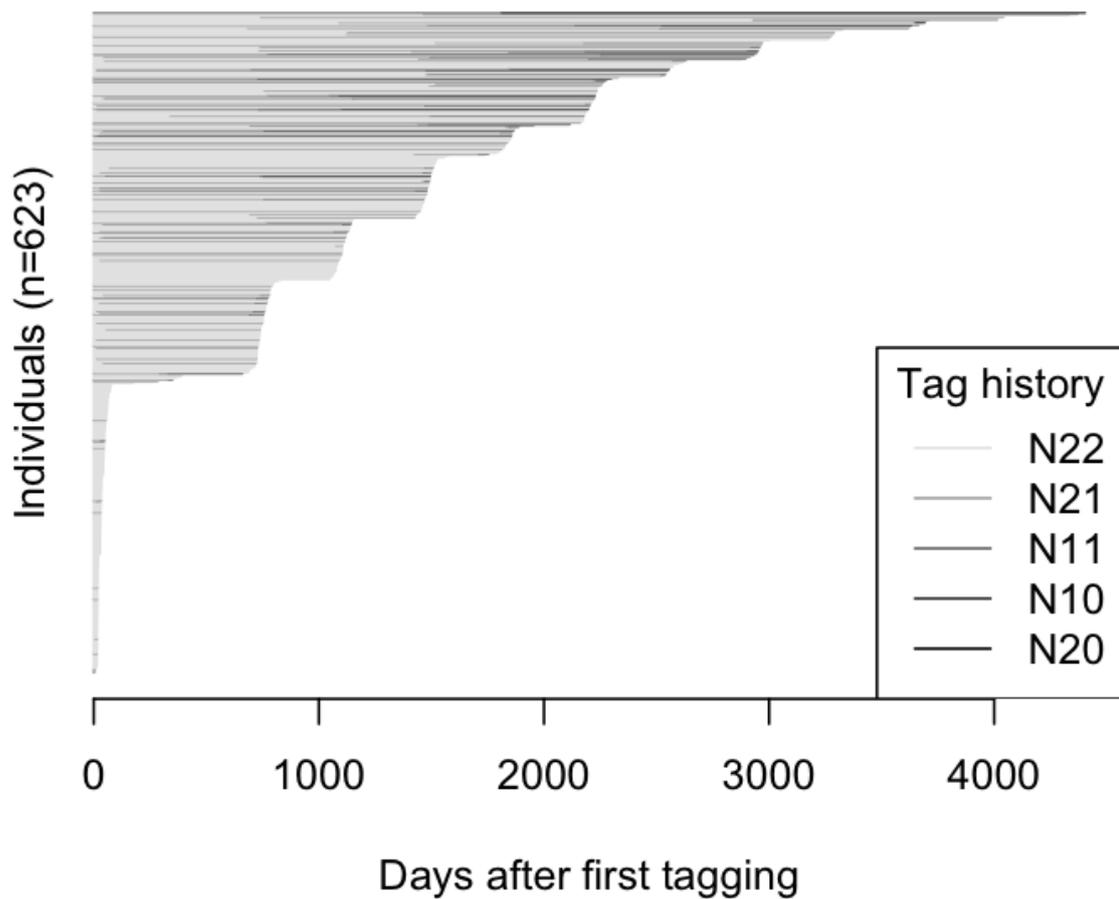




N2 correspond à la proportion d'individus avec les deux bagues, N1 à la proportion d'individus avec 1 bague et N0 la proportion d'individus avec 0 bague.

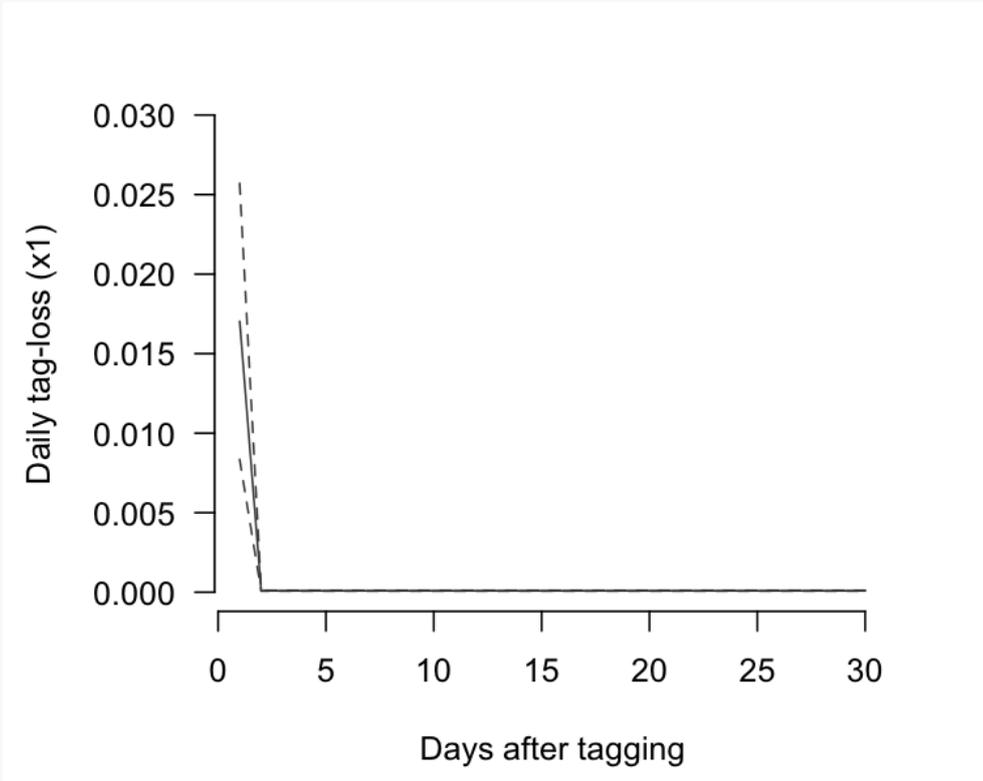
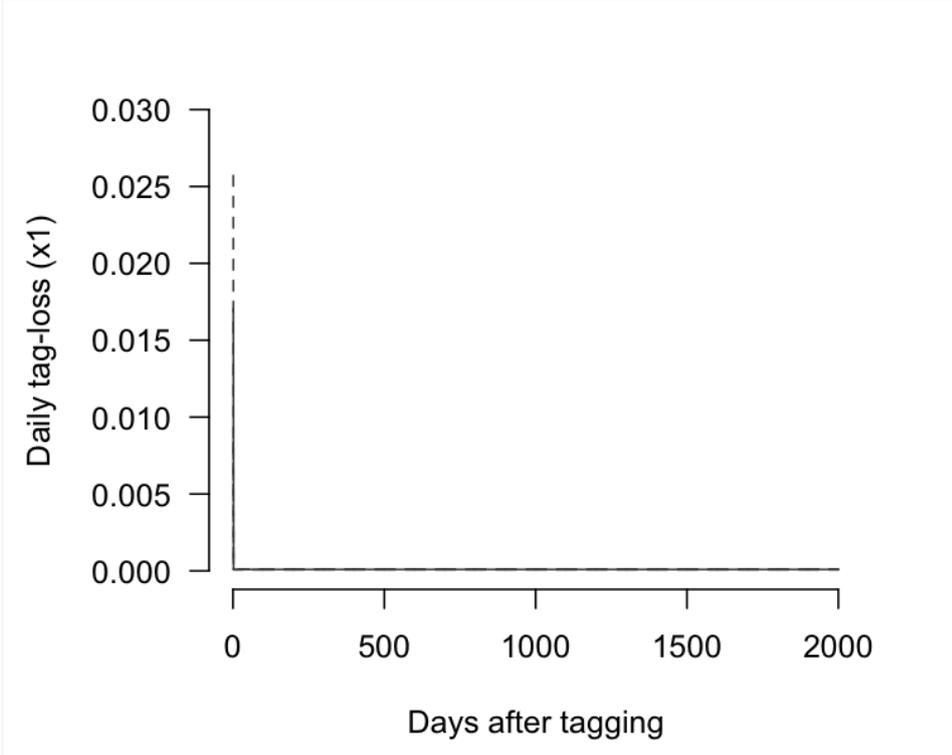
Année	N2	N1	N0
1	0.913	0.083	0.004
2	0.881	0.112	0.007
3	0.849	0.139	0.012
4	0.819	0.164	0.018
5	0.789	0.187	0.024

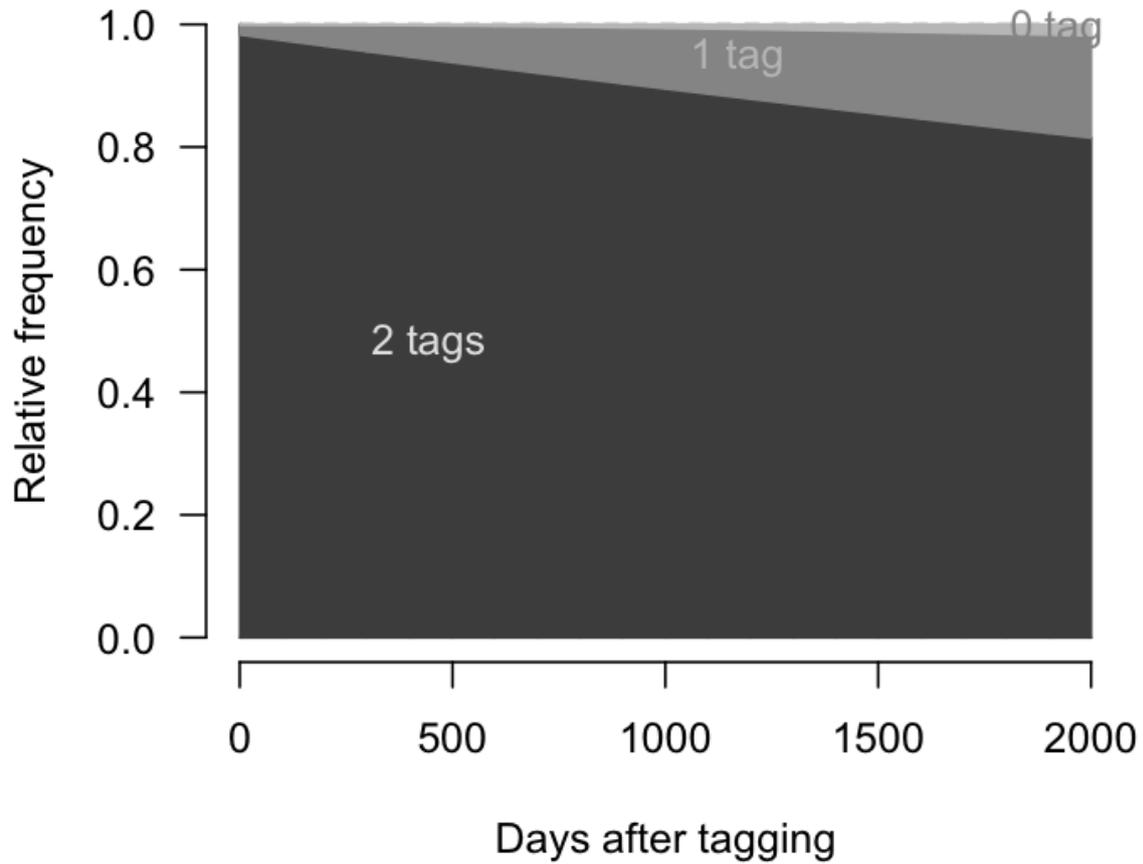
Eretmochelys imbricata



Chaque individu est représenté sur une ligne et son histoire personnelle depuis le jour de son marquage est représentée avec un code couleur selon le nombre de marques qu'il a. Nxx représente la période où on est sûr qu'il a x marques et Nxy représente la période où il a perdu y-x marques.

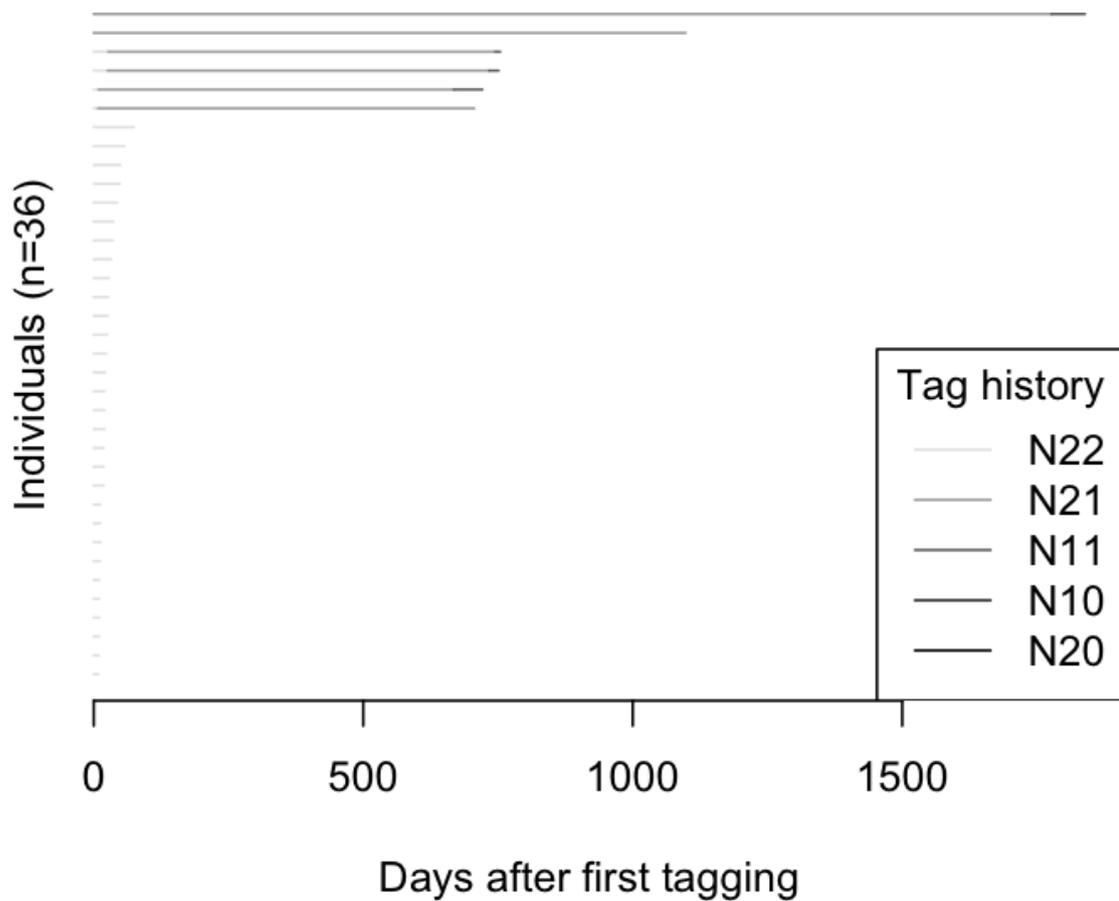
Le modèle retenu est celui à 3 paramètres.





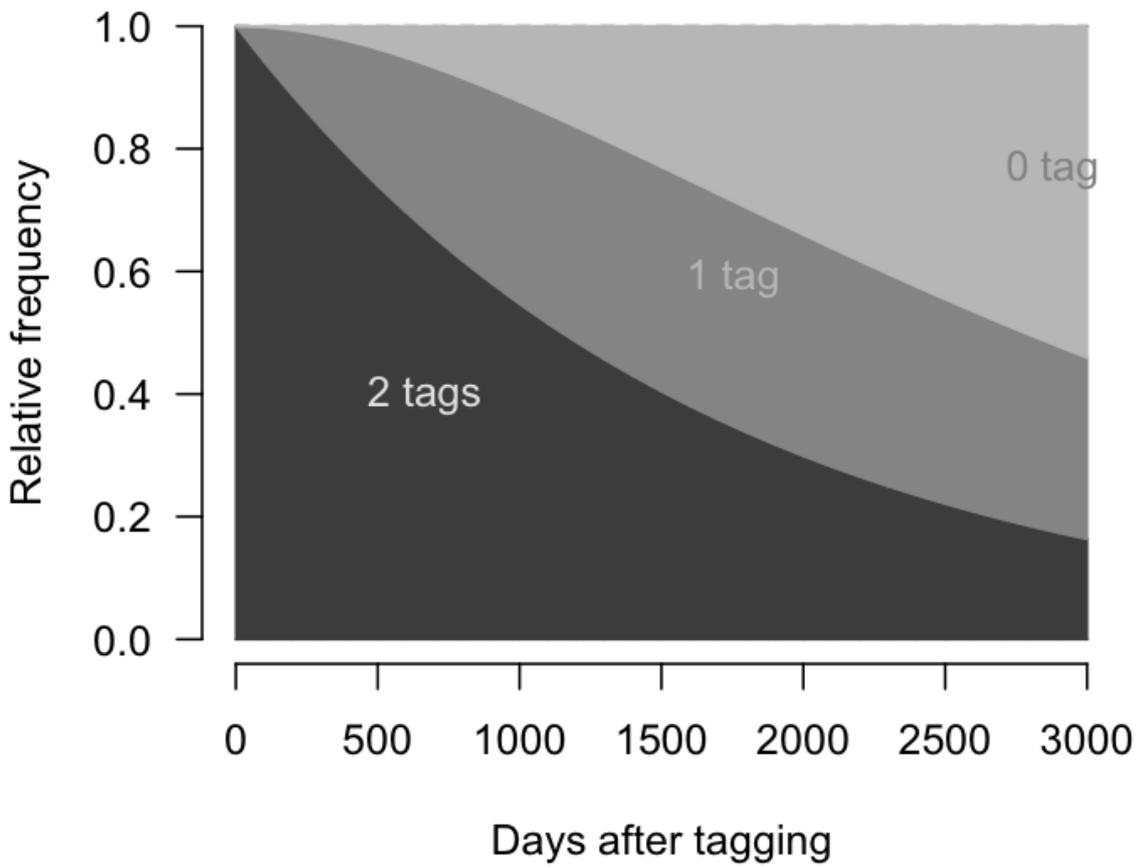
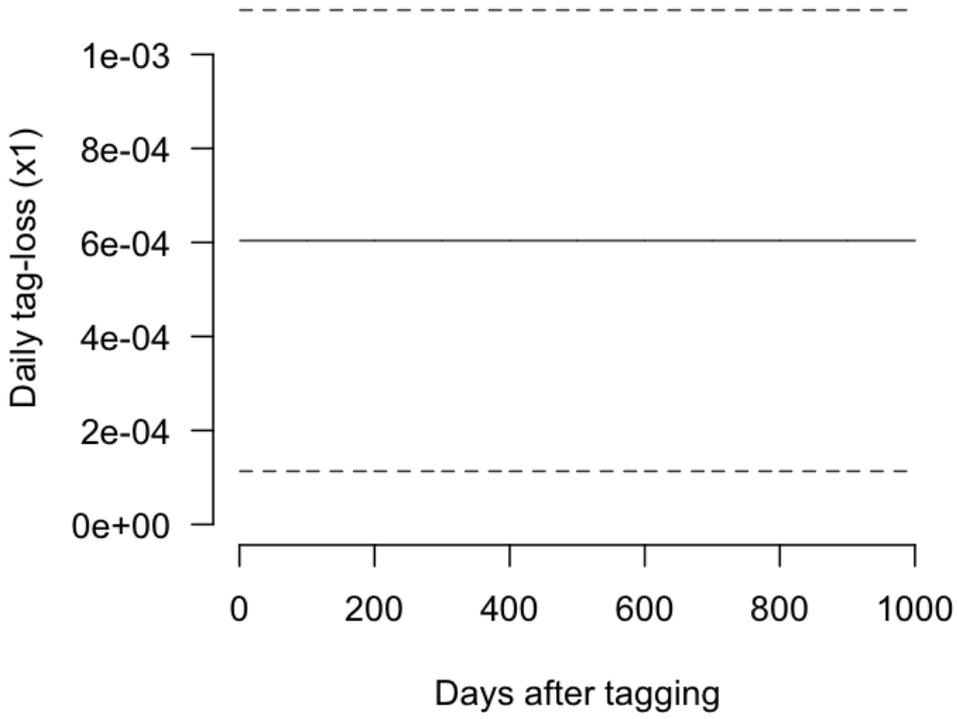
N2 correspond à la proportion d'individus avec les deux bagues, N1 à la proportion d'individus avec 1 bague et N0 la proportion d'individus avec 0 bague.

Année	N2	N1	N0
1	0.950	0.049	0.001
2	0.918	0.078	0.004
3	0.887	0.106	0.007
4	0.857	0.132	0.011
5	0.829	0.156	0.016

Dermochelys coriacea

Chaque individu est représenté sur une ligne et son histoire personnelle depuis le jour de son marquage est représentée avec un code couleur selon le nombre de marques qu'il a. Nxx représente la période où on est sûr qu'il a x marques et Nxy représente la période où il a perdu y-x marques.

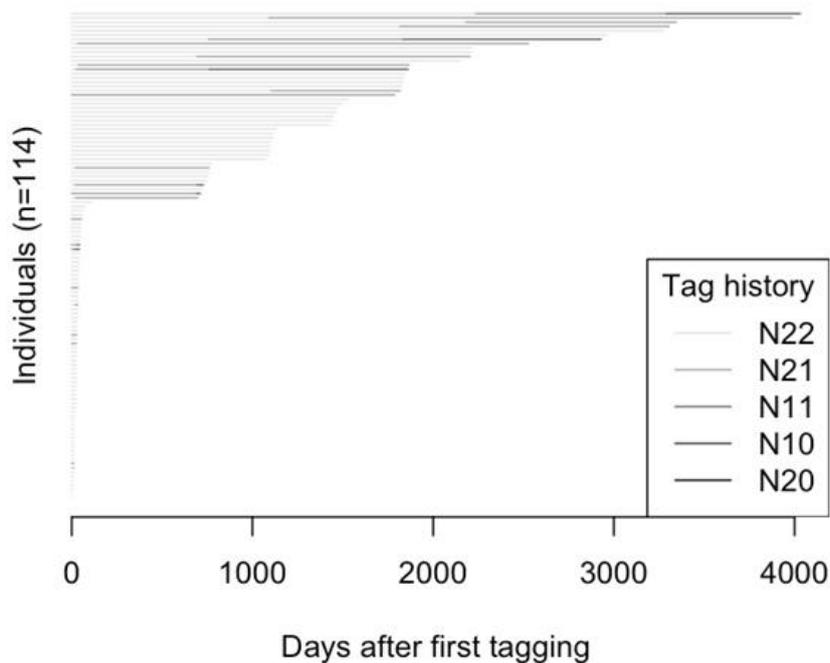
Le modèle retenu est celui à 1 paramètre mais comme les données issues de bases de données avec plus de données montrent que le taux de pertes de bagues est toujours plus important juste après le marquage. Pour cette raison le modèle à 3 paramètres sera utilisé.



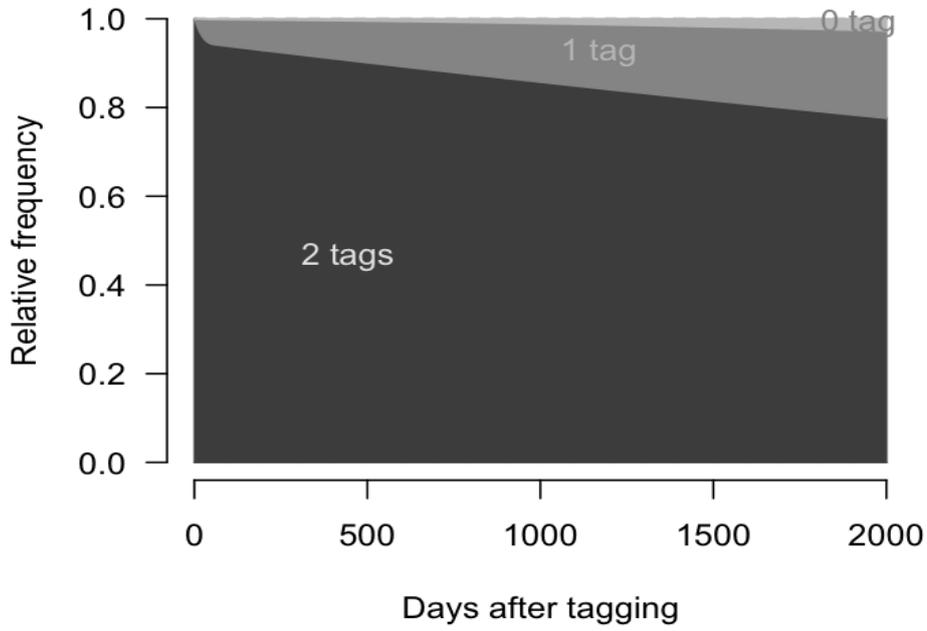
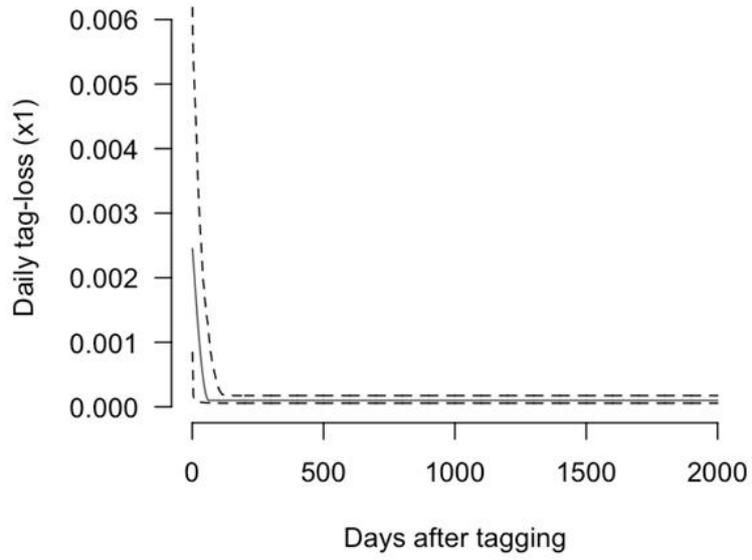
N2 correspond à la proportion d'individus avec les deux bagues, N1 à la proportion d'individus avec 1 bague et N0 la proportion d'individus avec 0 bague.

Année	N2	N1	N0
1	0.811	0.170	0.019
2	0.610	0.301	0.089
3	0.459	0.357	0.184
4	0.345	0.367	0.288
5	0.259	0.350	0.391

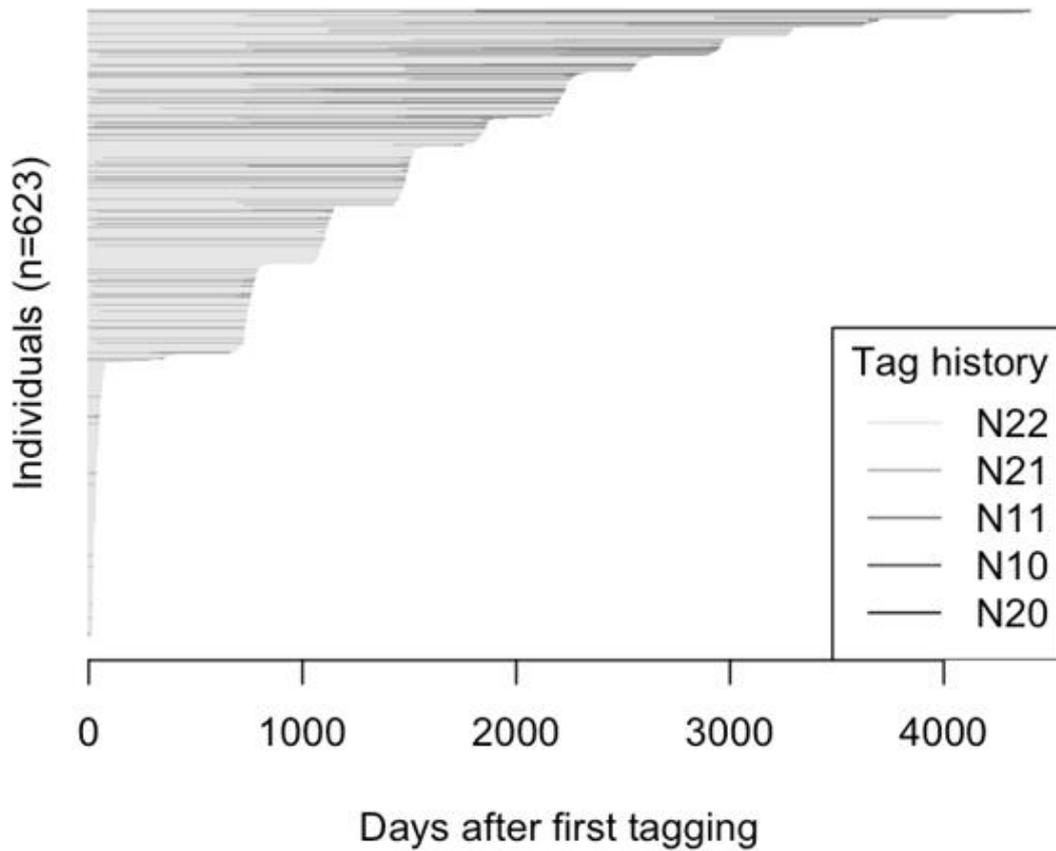
VI.1.1. *Chelonia mydas*



Chaque individu est représenté sur une ligne et son histoire personnelle depuis le jour de son marquage est représentée avec un code couleur selon le nombre de marques qu'il a. Nxx représente la période où on est sûr qu'il a x marques et Nxy représente la période où il a perdu y-x marques.

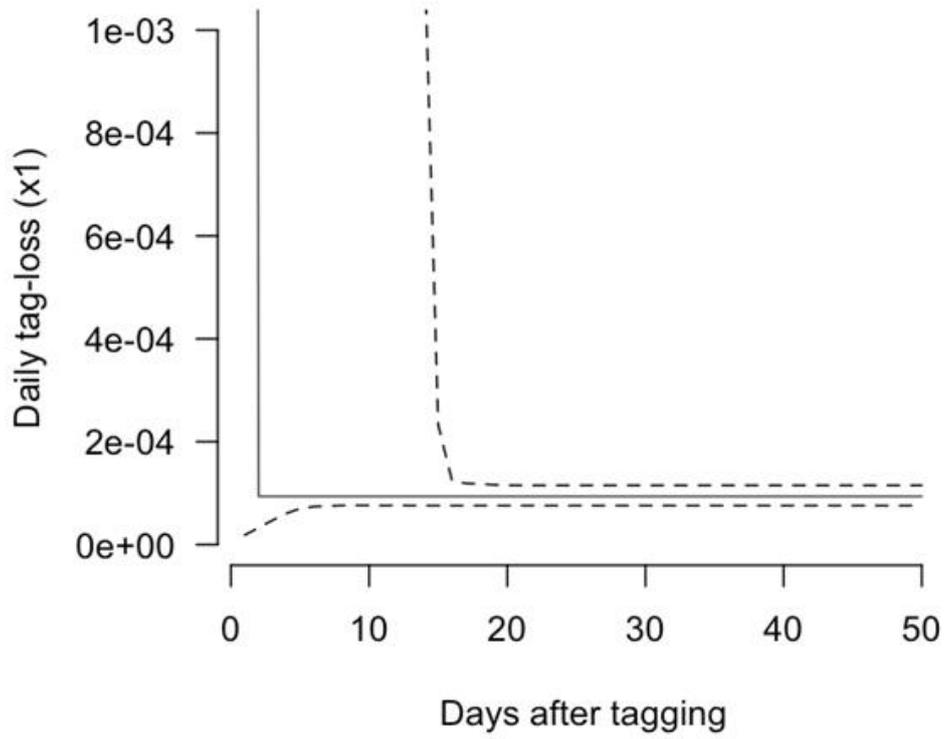


VI.1.2. Eretmochelys imbricata

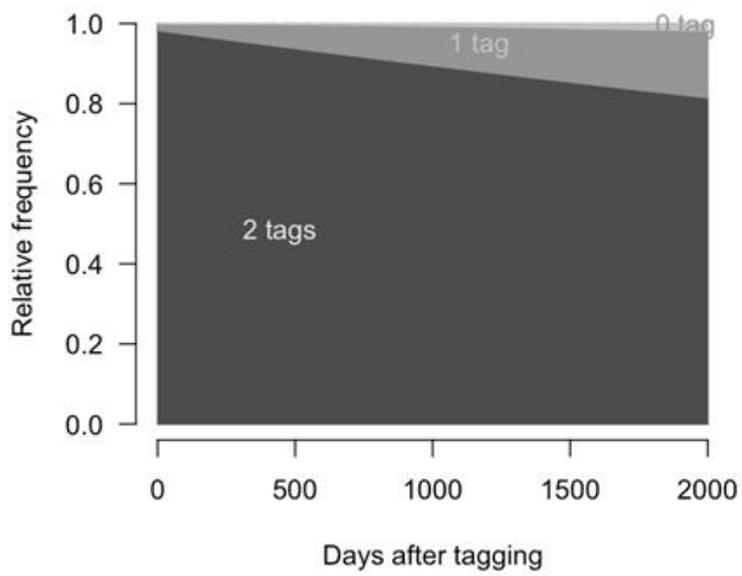


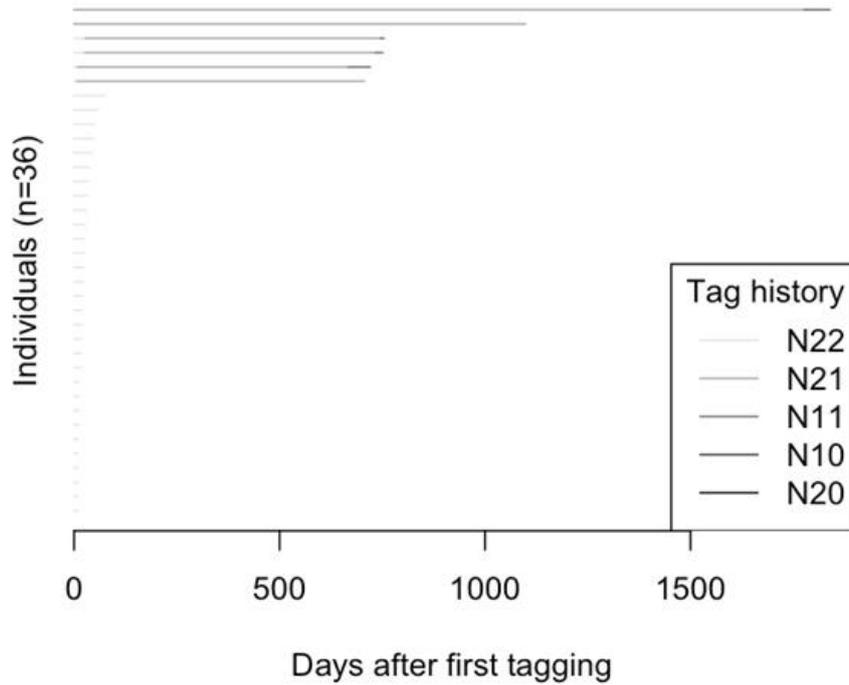
Chaque individu est représenté sur une ligne et son histoire personnelle depuis le jour de son marquage est représentée avec un code couleur selon le nombre de marques qu'il a. N_{xx} représente la période où on est sûr qu'il a x marques et N_{xy} représente la période où il a perdu $y-x$ marques.

Le modèle retenu est celui à 3 paramètres.



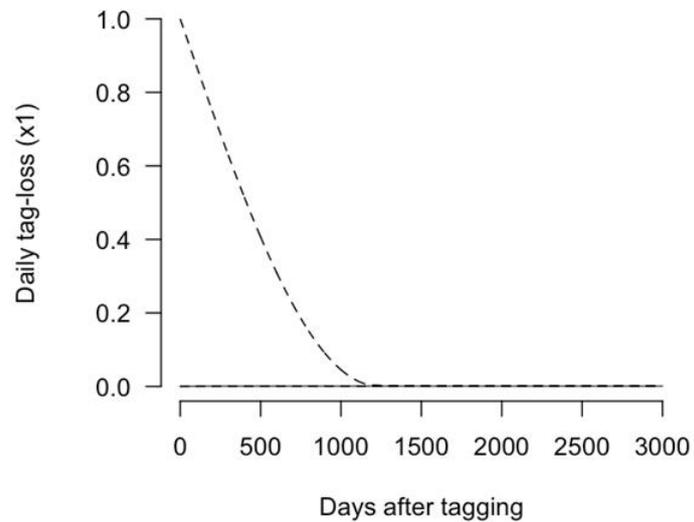
VI.1.3. *Dermochelys coriacea*

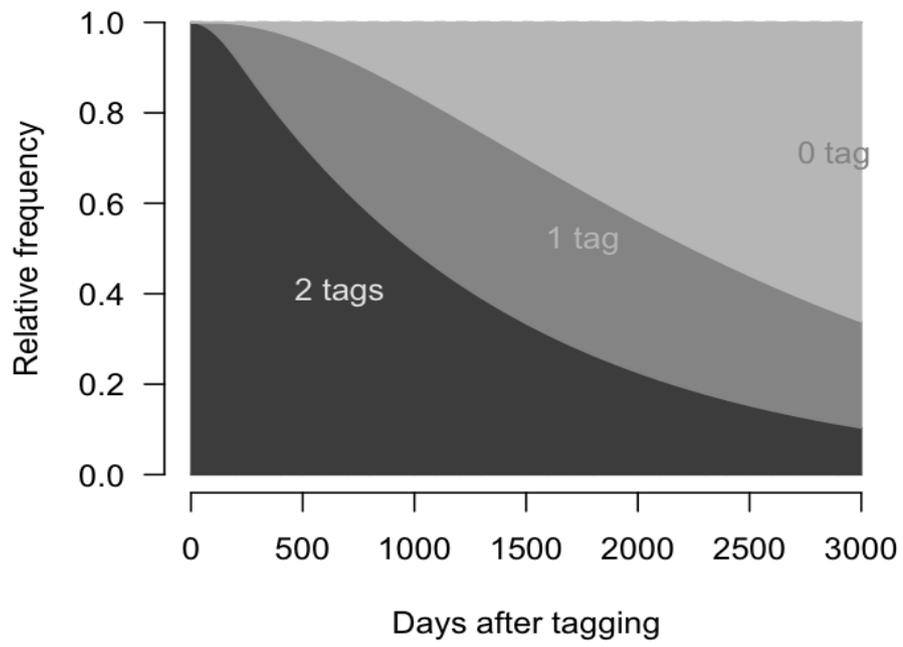




Chaque individu est représenté sur une ligne et son histoire personnelle depuis le jour de son marquage est représentée avec un code couleur selon le nombre de marques qu'il a. N_{xx} représente la période où on est sûr qu'il a x marques et N_{xy} représente la période où il a perdu $y-x$ marques.

Le modèle retenu est celui à 1 paramètre mais comme les données issues de bases de données avec plus de données montrent que le taux de pertes de bagues est toujours plus important juste après le marquage. Pour cette raison le modèle à 3 paramètres sera utilisé.





ANNEXE 7. NOMBRE DE JOURS ENTRE 2 OBSERVATIONS

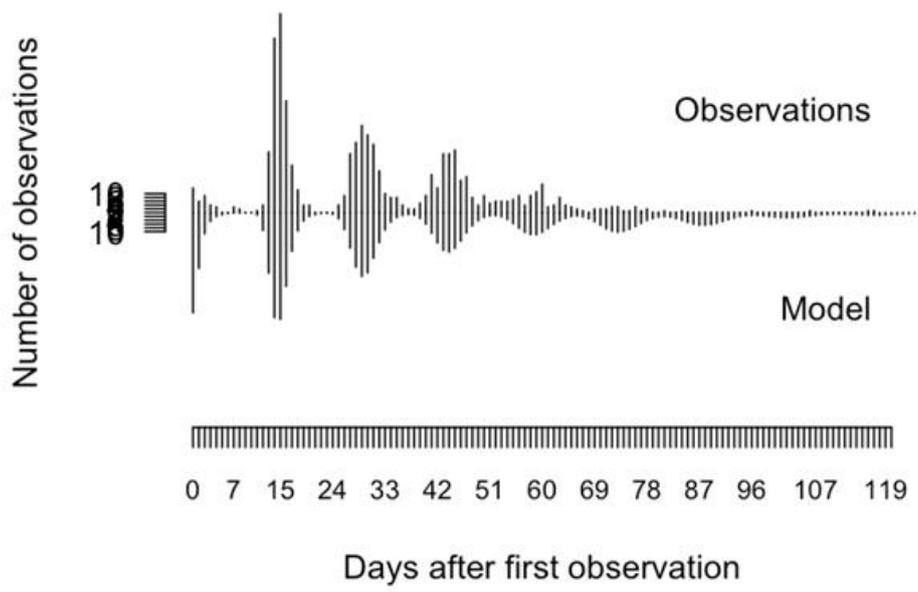
2.1. Comparaison entre les données observées et le modèle

Synthèse de l'ajustement d'un modèle

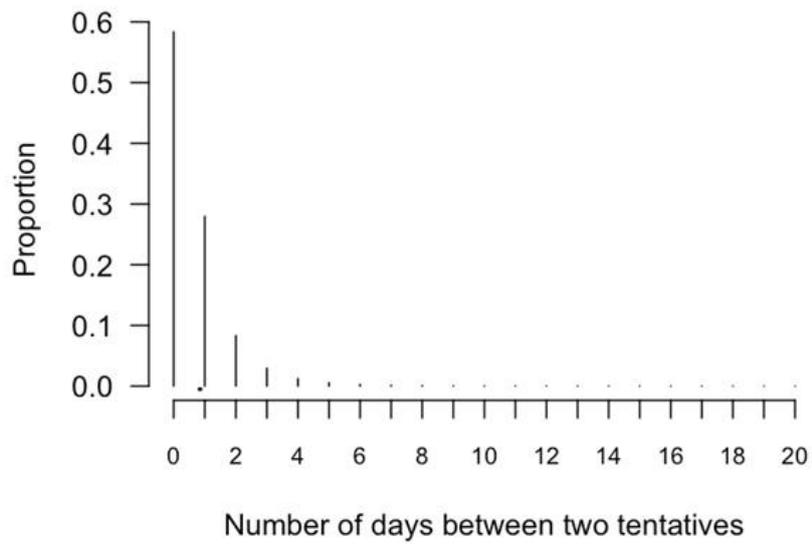
```

## [1] "Probability of capture 0.844109018844088"
## [1] "0.840852278784066 - 0.847311216070909"
## [1] "Probability of aborting nesting process while on the beach 0.23854616946172"
## [1] "0.236353717216609 - 0.240752547471274"
## [1] "Probabilities of ECF"
##      ECF      Freq
## ECF.1  1 5.151477e-02
## ECF.2  2 1.935685e-01
## ECF.3  3 1.886559e-01
## ECF.4  4 1.986318e-01
## ECF.5  5 8.362859e-03
## ECF.6  6 1.032640e-01
## ECF.7  7 1.438488e-01
## ECF.8  8 5.098043e-02
## ECF.9  9 2.813994e-02
## ECF.10 10 1.451775e-02
## ECF.11 11 6.100718e-04
## ECF.12 12 9.729656e-05
## ECF.13 13 1.750556e-03
## ECF.14 14 1.605732e-02
## [1] "Mean number of days before a new attempt when a nesting attempt is aborted"
## [1] "Mean number of days 0.848197067061537"
## [1] "0.82993404610378 - 0.866460088019295"
## [1] "Confidence interval 0.025 - 0.975 : 0.182033062903542 - 3.9408516368485"
## [1] "Mean number of days between two nesting attempts"
## [1] "Mean number of days 14.8852823141393"
## [1] "14.8045057729083 - 14.9660588553703"
## [1] "Confidence interval 0.025 - 0.975 : 12.5240980563302 - 17.698083320628"
## [1] "Minimal number of days between two nesting attempts"
## [1] "Minimal number of days 3.32551599799565"
## [1] "3.30712611504504 - 3.34390588094626"

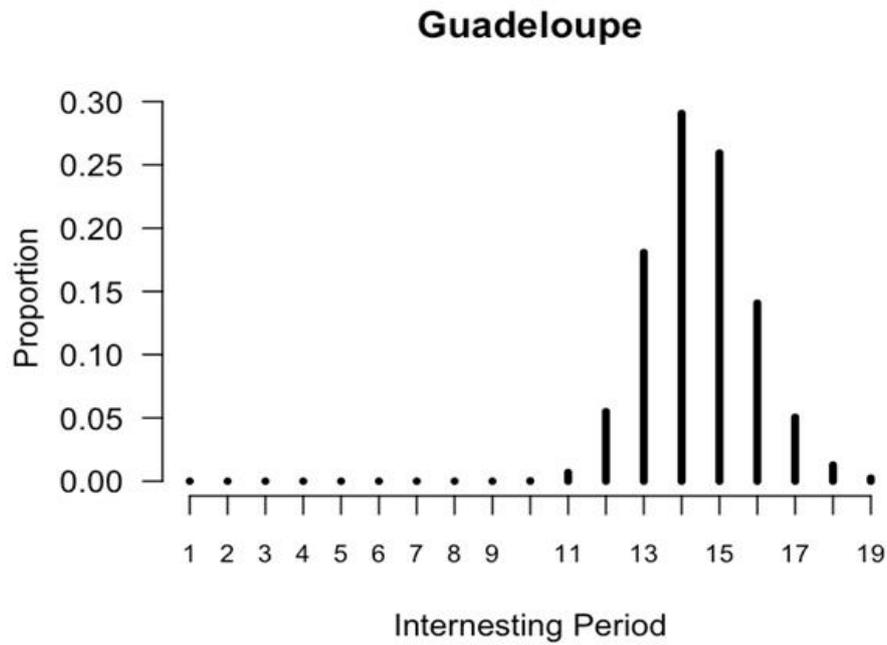
```



IV.2.2.c. Nombre de jours après un abandon de pont

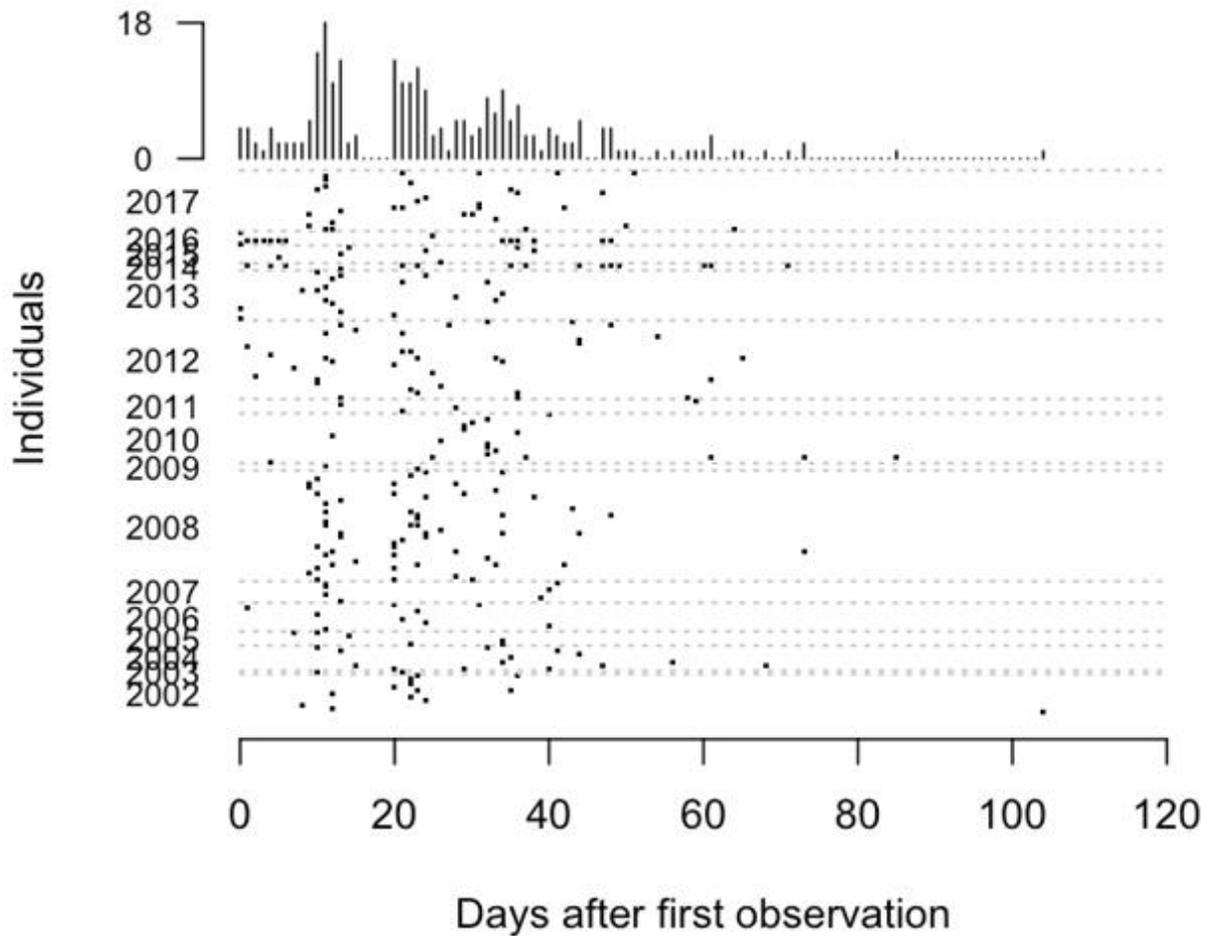


IV.2.2.d. Nombre de jours entre deux pontes



IV.2.3. *Chelonia mydas*

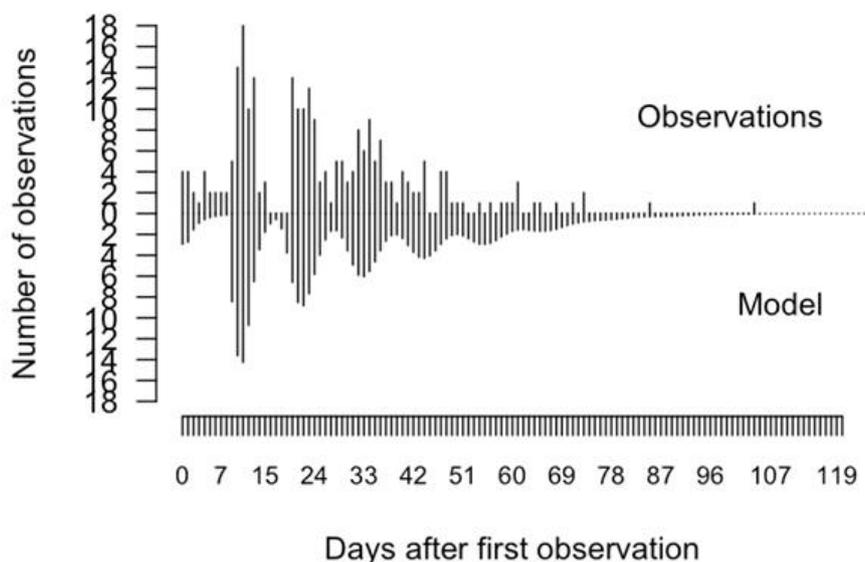
IV.2.3.a. Nombre de jours entre deux observations au cours d'une saison



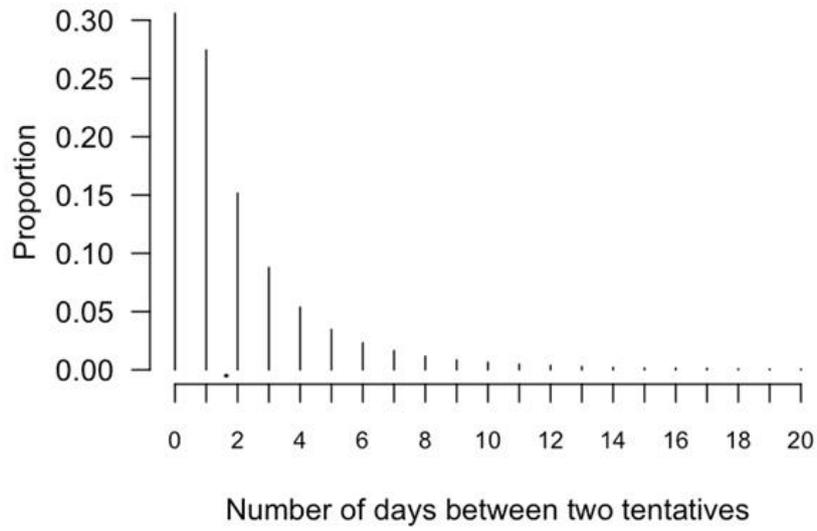
Synthèse de l'ajustement d'un modèle

```
## [1] "Probability of capture 0.893974448961083"
## [1] "0.887367678856091 - 0.900237249376382"
## [1] "Probability of aborting nesting process while on the beach 0.0817183861263595"
## [1] "0.0802136080901684 - 0.0832488382666296"
## [1] "Probabilities of ECF"
##   ECF   Freq
## ECF.1  1 5.242488e-02
## ECF.2  2 1.387159e-01
## ECF.3  3 1.387760e-01
## ECF.4  4 1.312001e-01
## ECF.5  5 1.304437e-01
## ECF.6  6 1.695739e-01
## ECF.7  7 1.579405e-01
## ECF.8  8 4.465262e-02
## ECF.9  9 2.972881e-02
## ECF.10 10 4.207771e-03
## ECF.11 11 1.820018e-03
## ECF.12 12 8.236688e-05
## ECF.13 13 2.949487e-04
## ECF.14 14 1.384425e-04
## [1] "Mean number of days before a new attempt when a nesting attempt is aborted"
## [1] "Mean number of days 1.6407910773453"
## [1] "1.62430394015053 - 1.65727821454007"
## [1] "Confidence interval 0.025 - 0.975 : 0.242569702645555 - 11.0912751836731"
## [1] "Mean number of days between two nesting attempts"
## [1] "Mean number of days 11.1879055912278"
## [1] "10.8261986718444 - 11.5496125106112"
## [1] "Confidence interval 0.025 - 0.975 : 9.21425323620755 - 14.8593228748475"
## [1] "Minimal number of days between two nesting attempts"
## [1] "Minimal number of days 8.35966219195254"
## [1] "8.08624976226962 - 8.63307462163546"
```

IV.2.3.b. Comparaison entre les données observées et le modèle

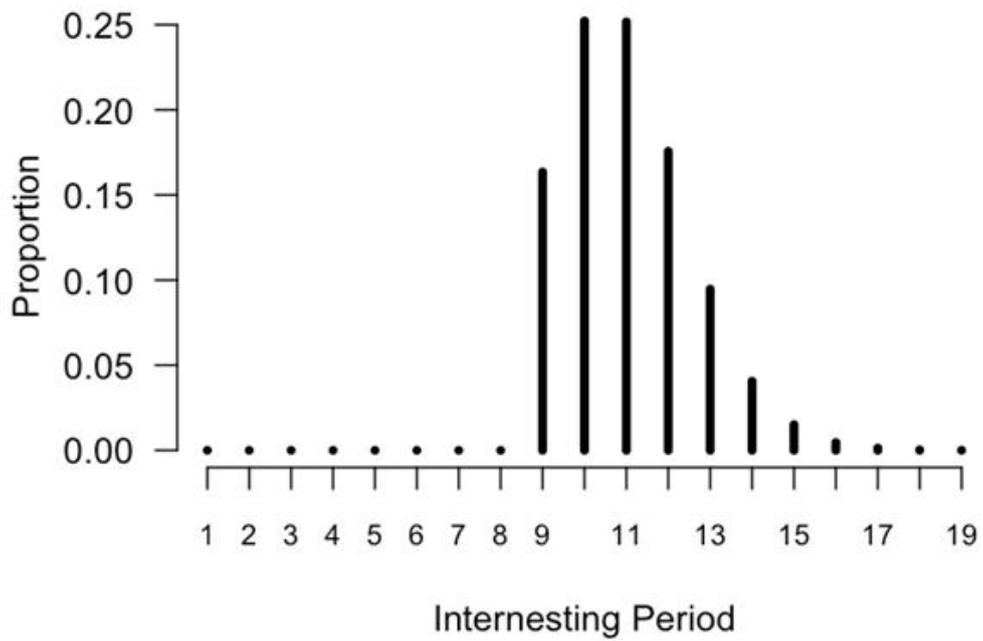


IV.2.3.c. Nombre de jours après un abandon de pont



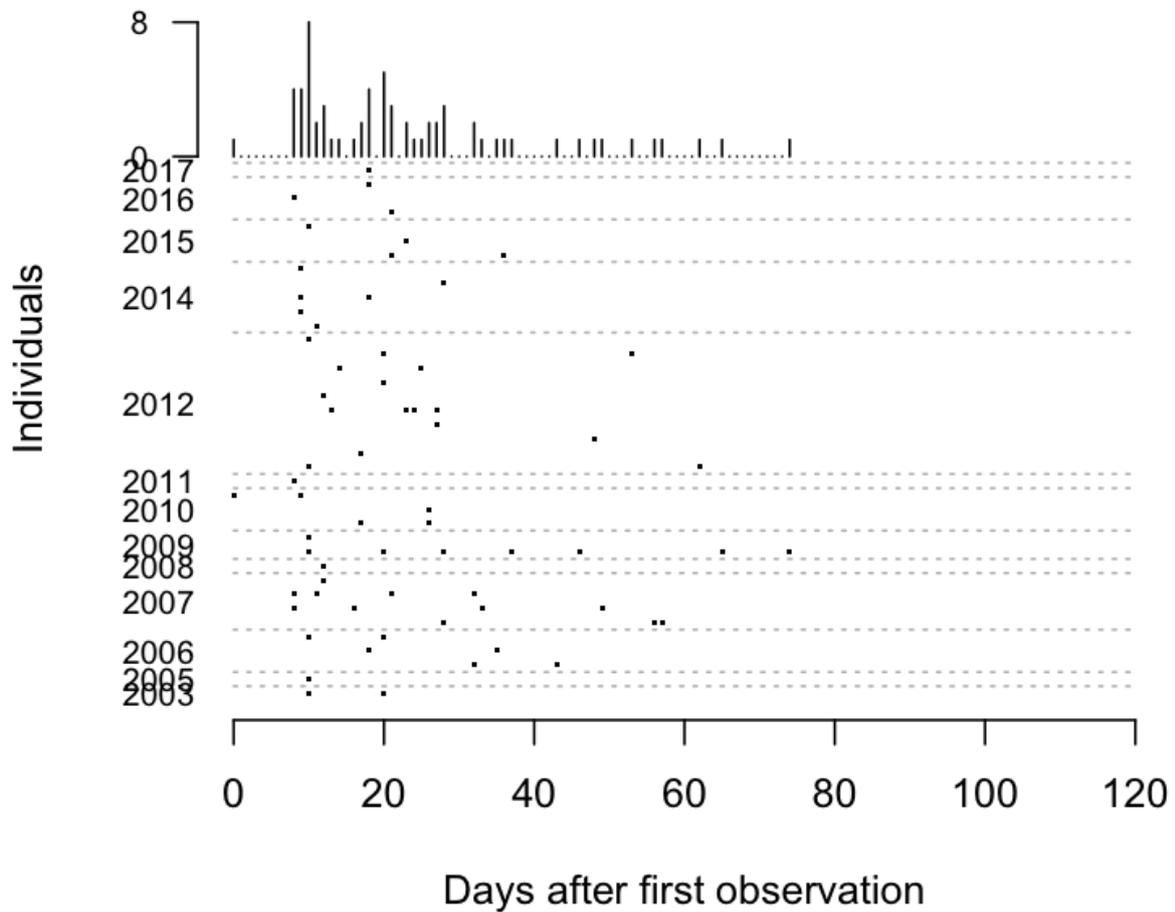
IV.2.3.d. Nombre de jours entre deux pontes

Guadeloupe



IV.2.4. *Dermochelys coriacea*

IV.2.4.a. Nombre de jours entre deux observations au cours d'une saison



Fit model, ECF as being a non parametric model

Synthèse de l'ajustement d'un modèle

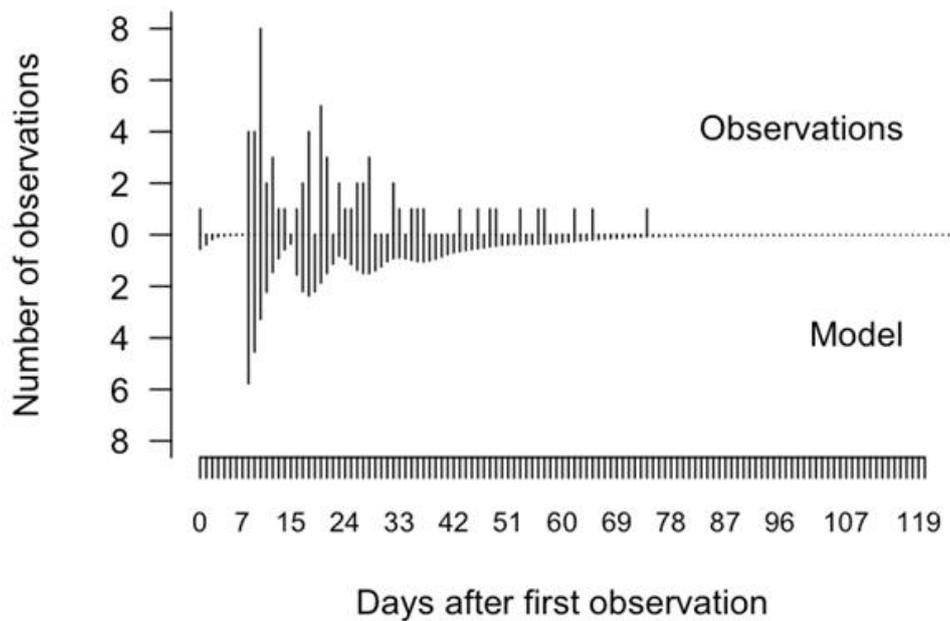
```
## [1] "Probability of capture 0.905051344442862"
## [1] "0.893895873461549 - 0.915145297730304"
## [1] "Probability of aborting nesting process while on the beach 0.033474875284633"
## [1] "0.0271154051933826 - 0.0412625951652896"
## [1] "Probabilities of ECF"
##   ECF   Freq
## ECF.1  1 0.0428310047
## ECF.2  2 0.2267892357
## ECF.3  3 0.1599040974
## ECF.4  4 0.1401361972
## ECF.5  5 0.2449293829
## ECF.6  6 0.0164848135
## ECF.7  7 0.1174144746
## ECF.8  8 0.0313675129
## ECF.9  9 0.0008993285
## ECF.10 10 0.0067298089
```

```

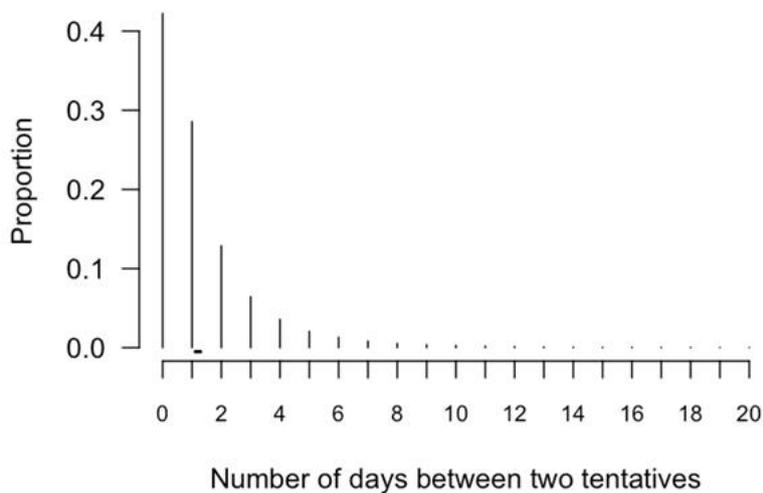
## ECF.11 11 0.0062589003
## ECF.12 12 0.0005602071
## ECF.13 13 0.0001829315
## ECF.14 14 0.0055121049
## [1] "Mean number of days before a new attempt when a nesting attempt is aborted"
## [1] "Mean number of days 1.20063872678469"
## [1] "1.11301317218118 - 1.2882642813882"
## [1] "Confidence interval 0.025 - 0.975 : 0.194021679613283 - 7.46807687168024"
## [1] "Mean number of days between two nesting attempts"
## [1] "Mean number of days 7.71934707699832"
## [1] "7.17191158798623 - 8.26678256601041"
## [1] "Confidence interval 0.025 - 0.975 : 8.0717373503812 - 15.8909505664764"
## [1] "Minimal number of days between two nesting attempts"
## [1] "Minimal number of days 7.61564897575635"
## [1] "7.05304377697344 - 8.17825417453927"

```

IV.2.4.b. Comparaison entre les données observées et le modèle

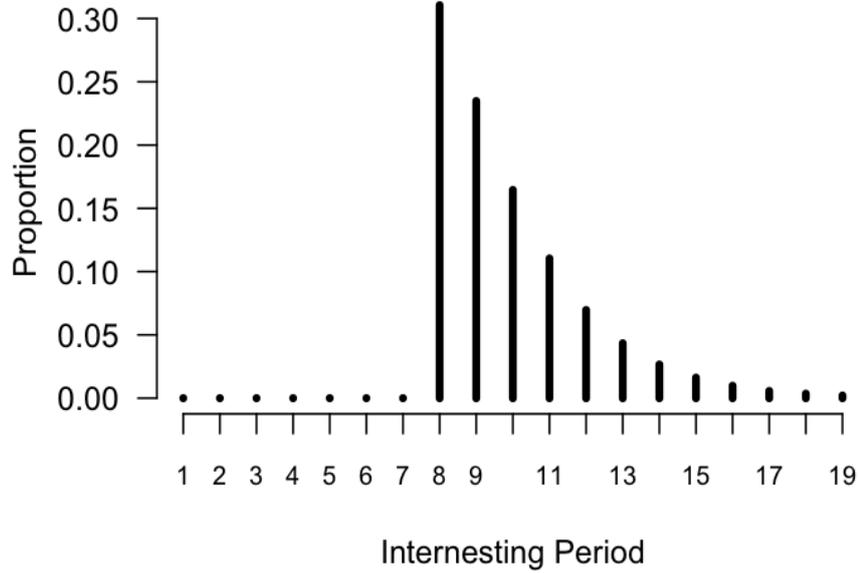


IV.2.4.c. Nombre de jours après un abandon de ponte



IV.2.4.d. Nombre de jours entre deux pontes

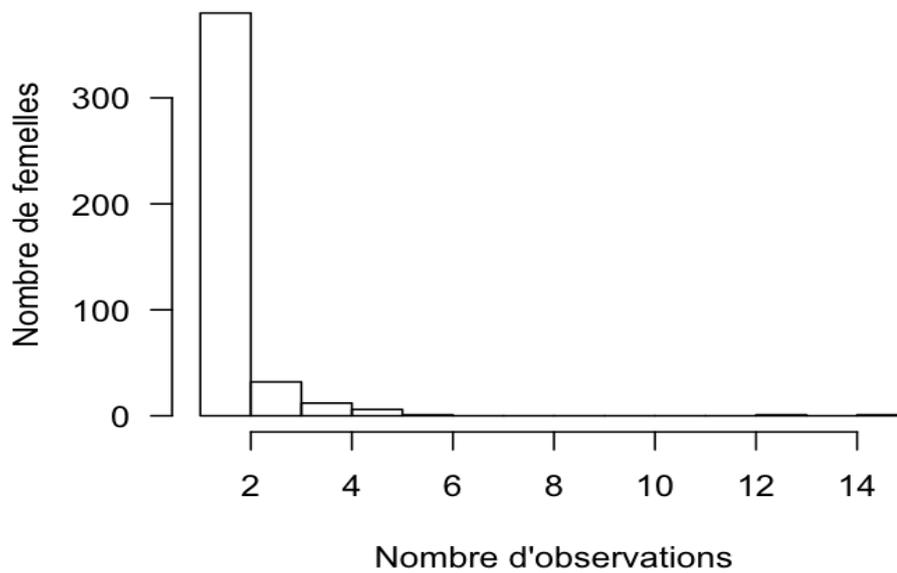
Guadeloupe

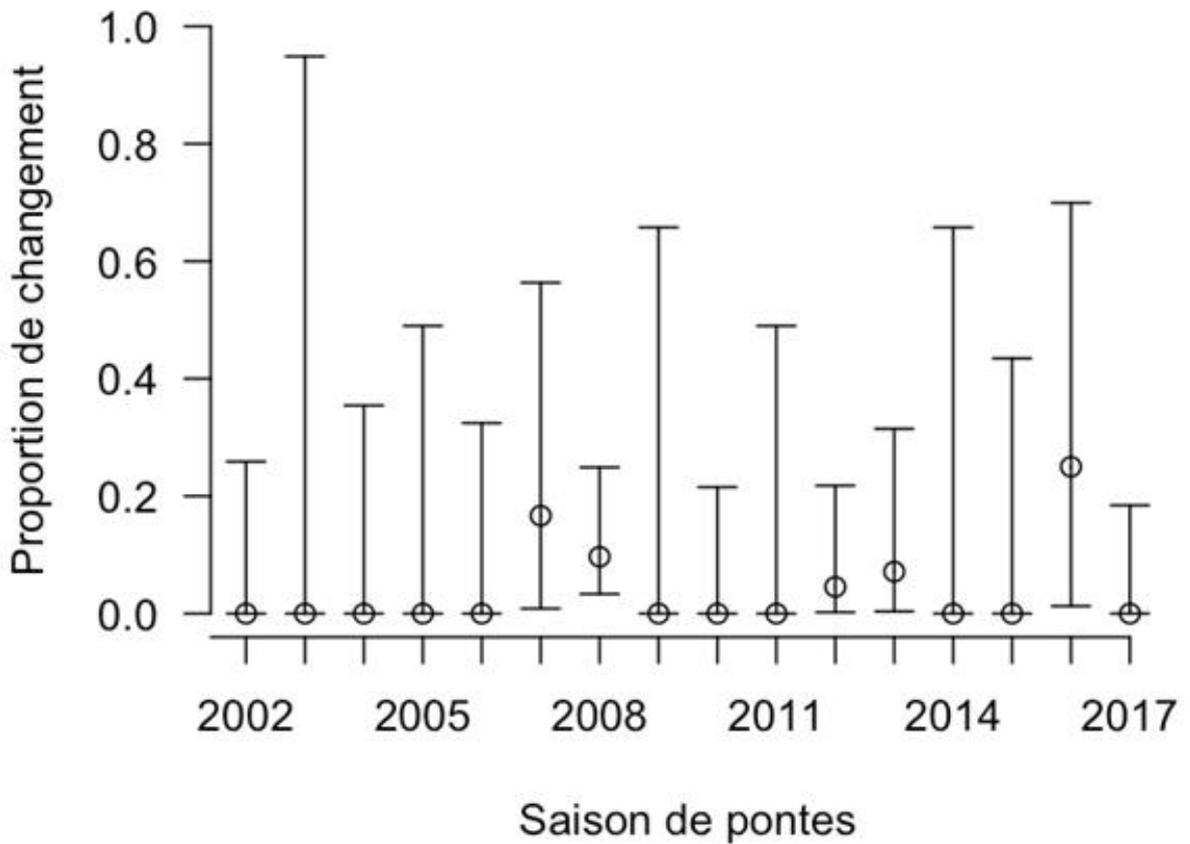
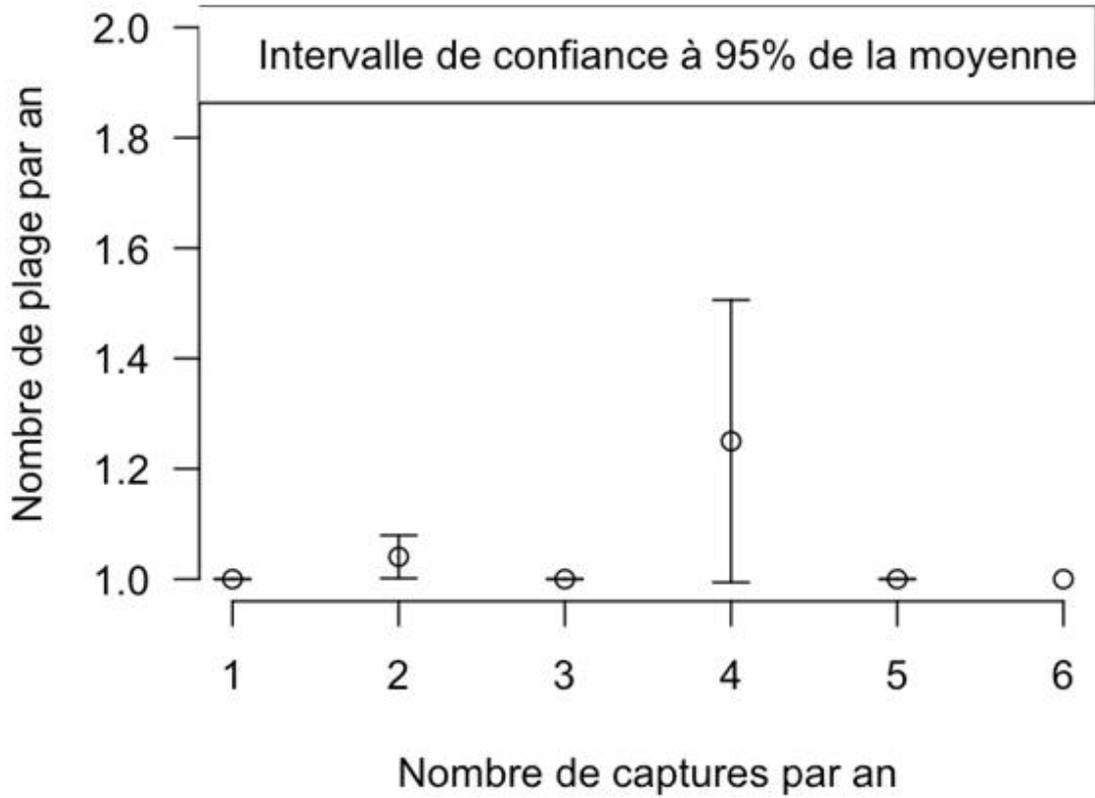


IV.2.5. Recaptures en intrasaison

IV.2.5.a. Chelonia mydas

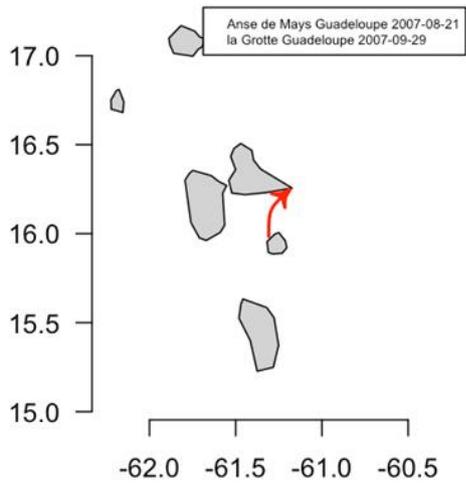
Nombre d'observations par femelle



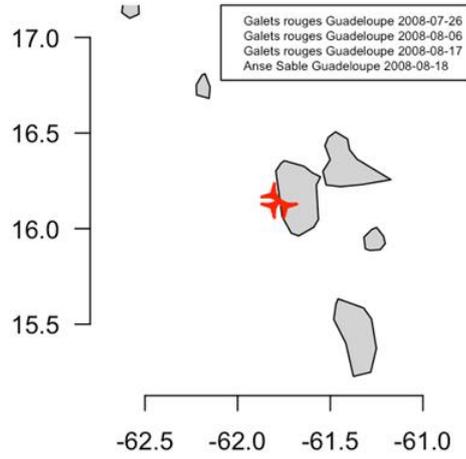


Le nombre de femelles ayant pondu sur plus d'une plage est de 7. Ce qui fait un pourcentage moyen de 4.6052632 % de femelles ayant pondu sur plus d'une plage
 On ne détecte pas de différences marquées interannuelles.

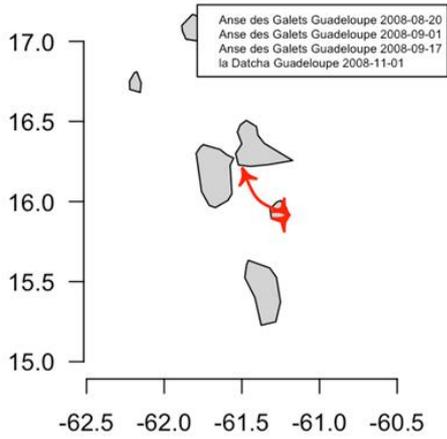
FWI4638 *Chelonia mydas*



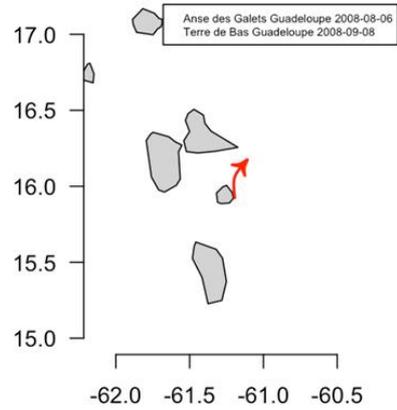
FWI4480 *Chelonia mydas*



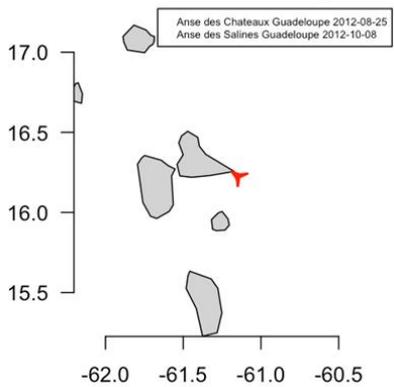
FWI3079 *Chelonia mydas*



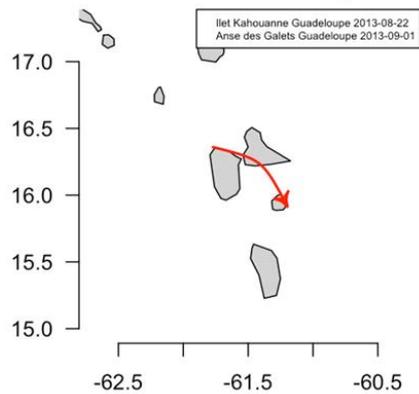
FWI4785 *Chelonia mydas*



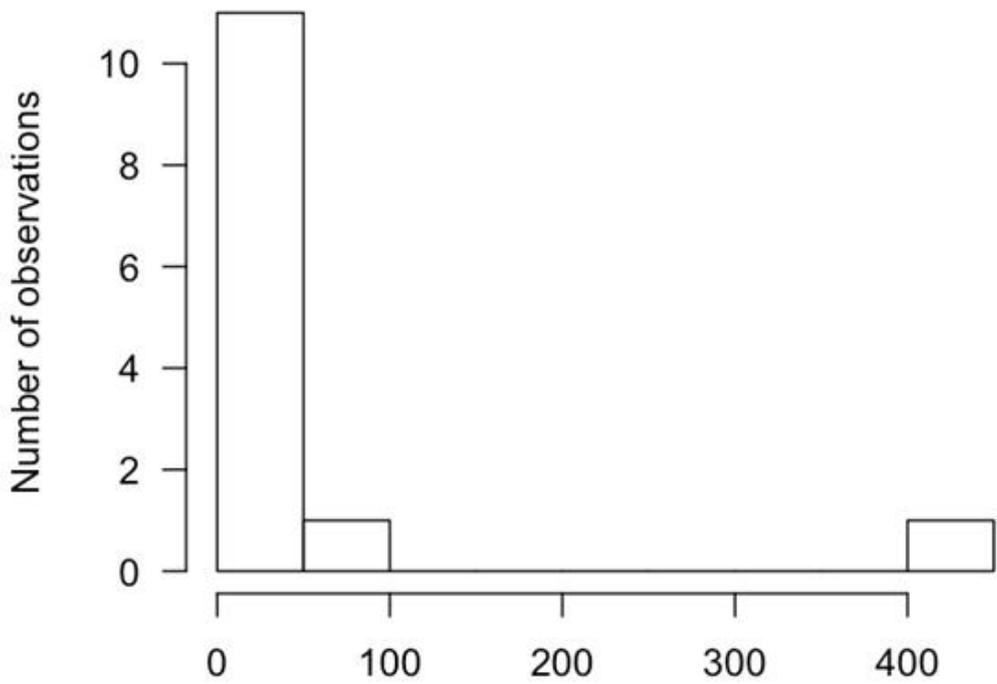
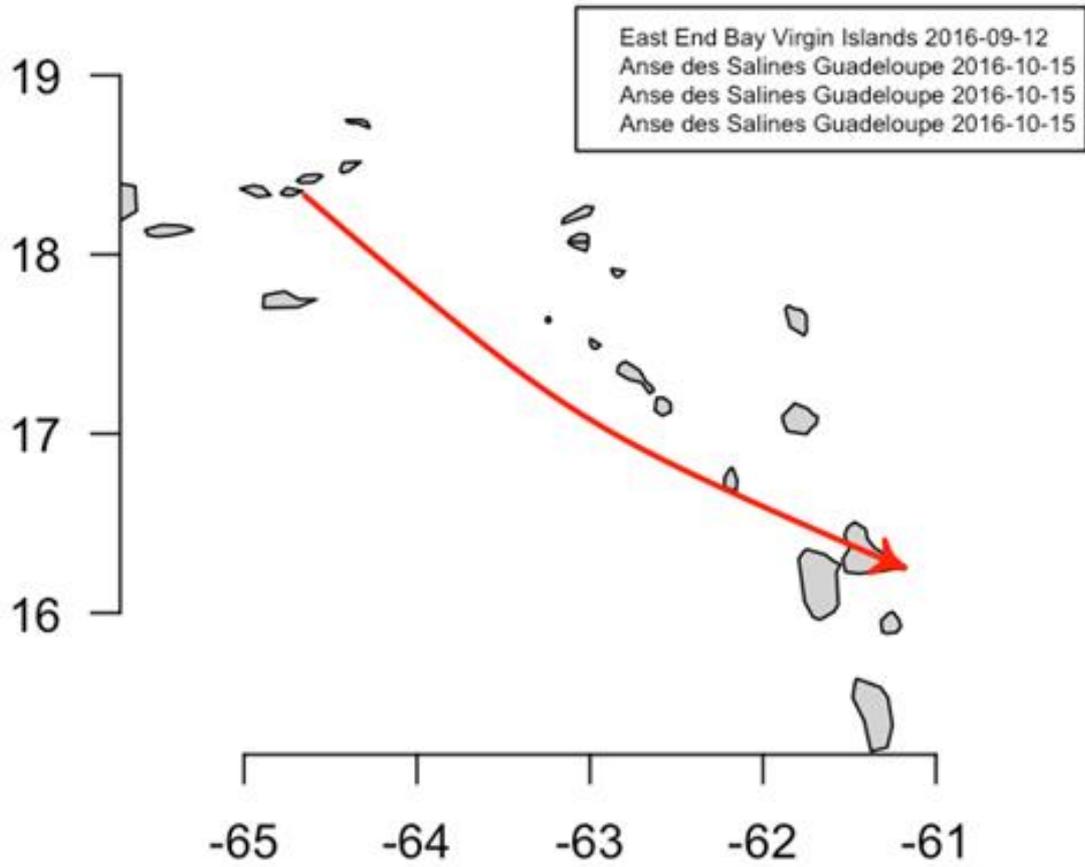
FWI5940 *Chelonia mydas*



FWI7744 *Chelonia mydas*

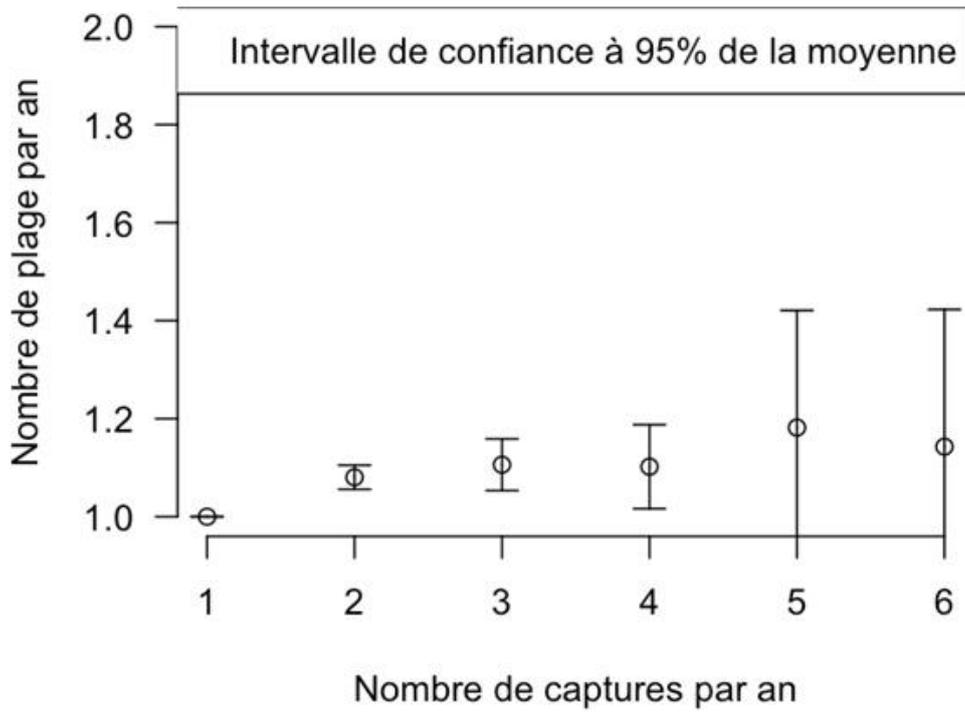
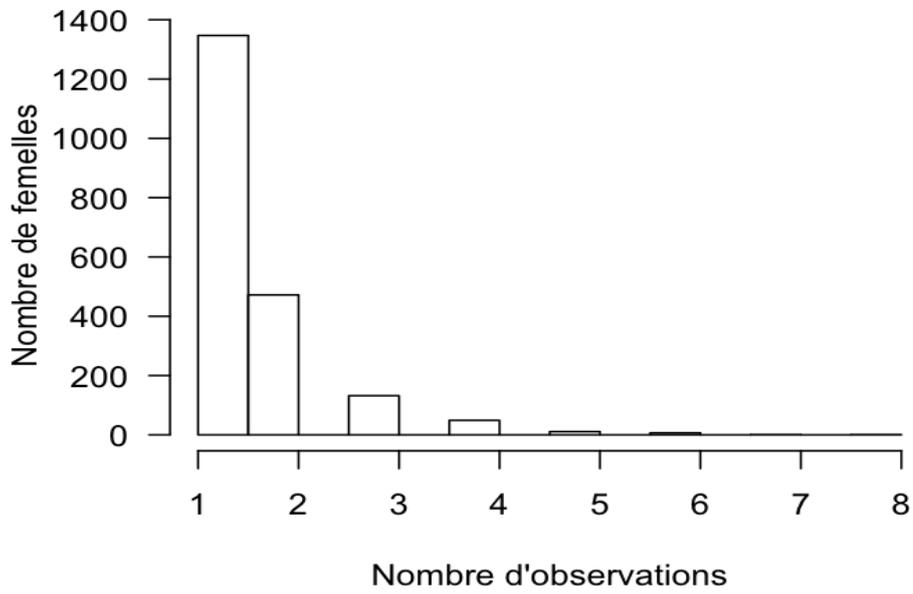


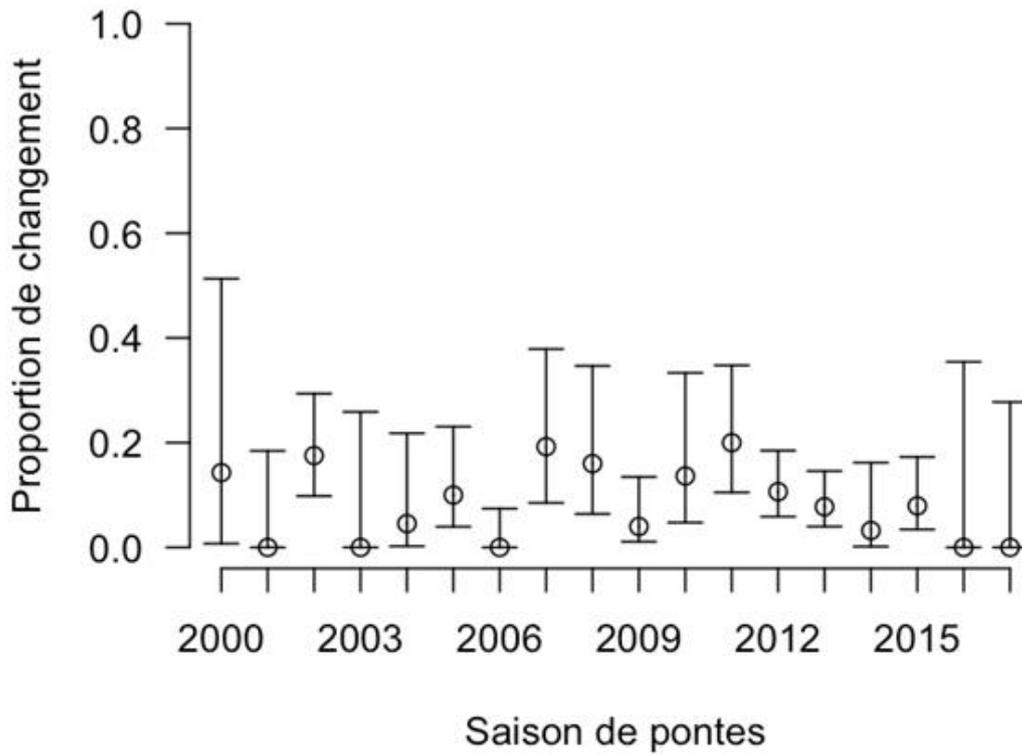
MMF529 *Chelonia mydas*



IV.2.5.b. *Eretmochelys imbricata*

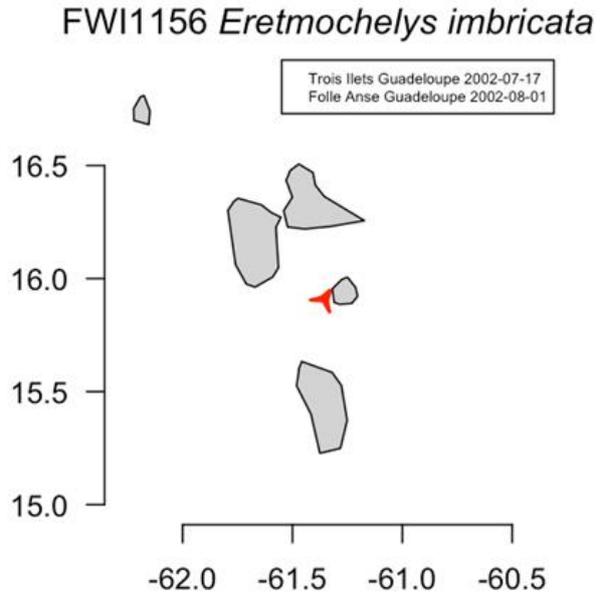
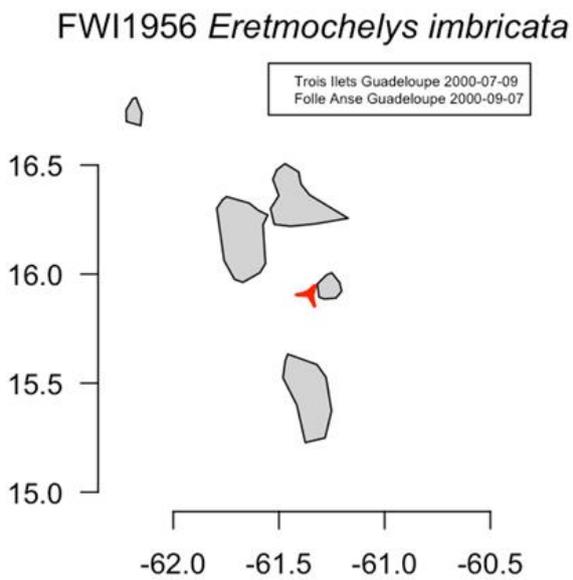
Nombre d'observations par femelle



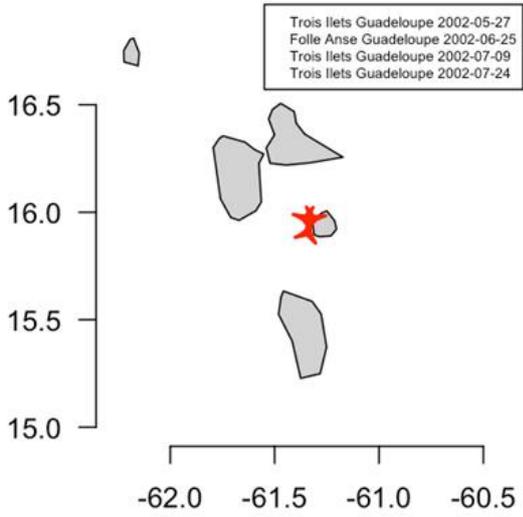


Le nombre de femelle ayant pondu sur plus d'une plage est de 62 ce qui fait un pourcentage moyen de 9.2124814 % de femelles ayant pondu sur plus d'une plage.

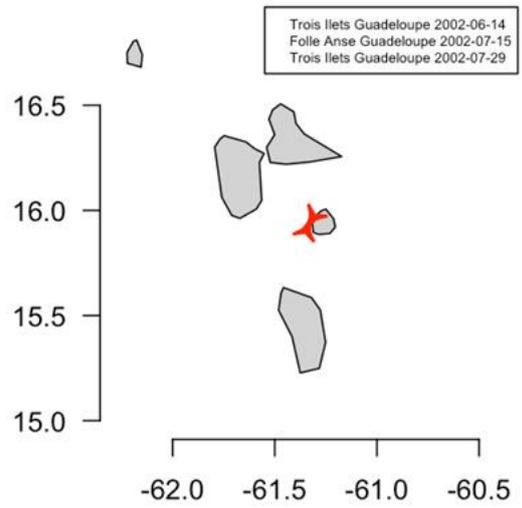
On ne détecte pas de différences marquées interannuelles.



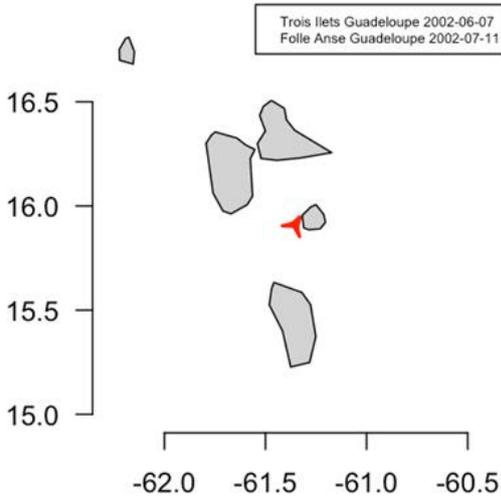
FWI1211 *Eretmochelys imbricata*



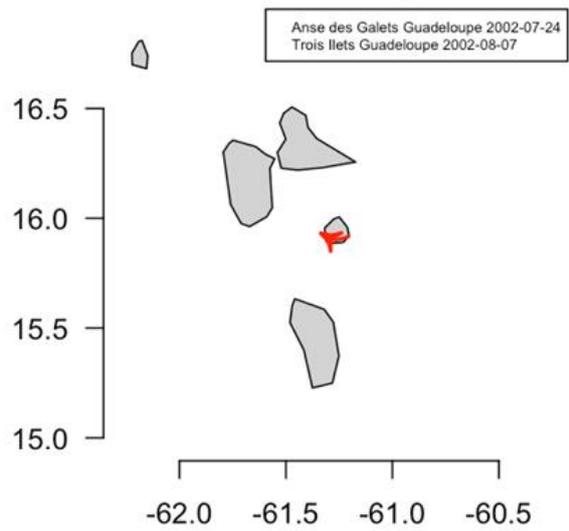
FWI1335 *Eretmochelys imbricata*



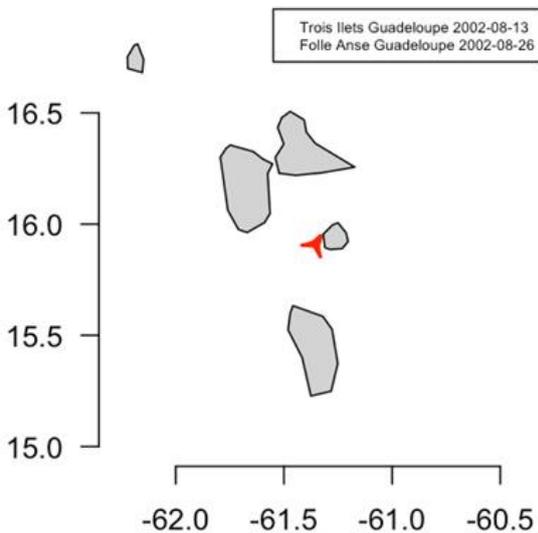
FWI1340 *Eretmochelys imbricata*



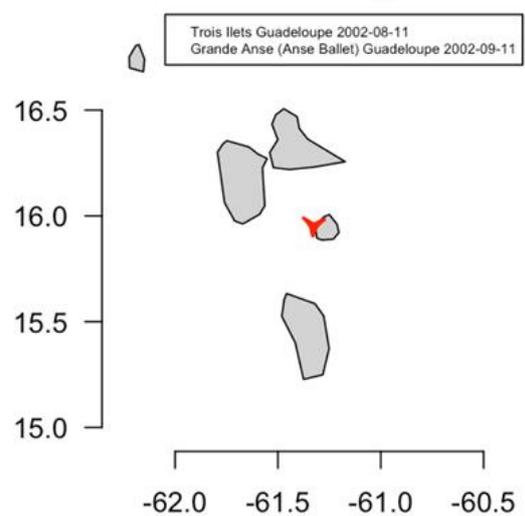
FWI1655 *Eretmochelys imbricata*

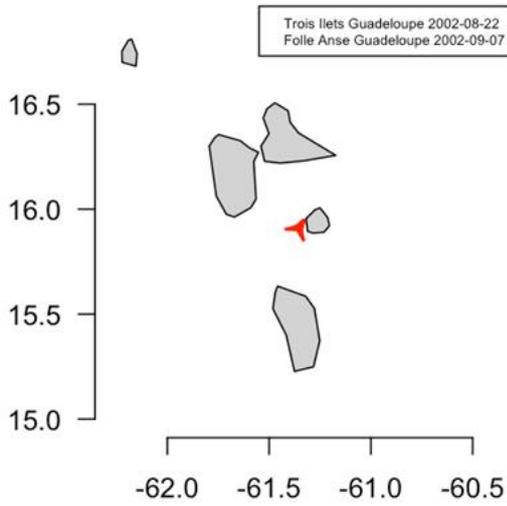
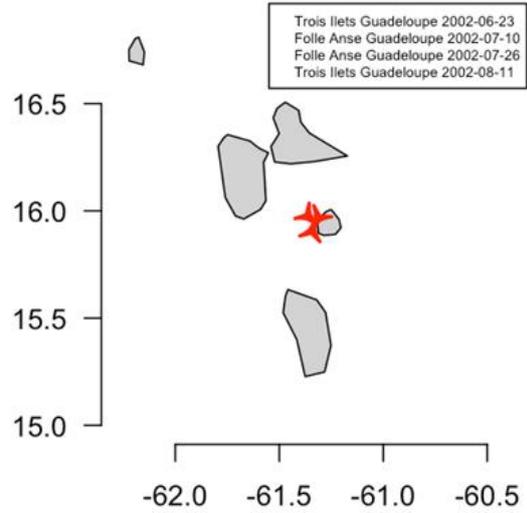
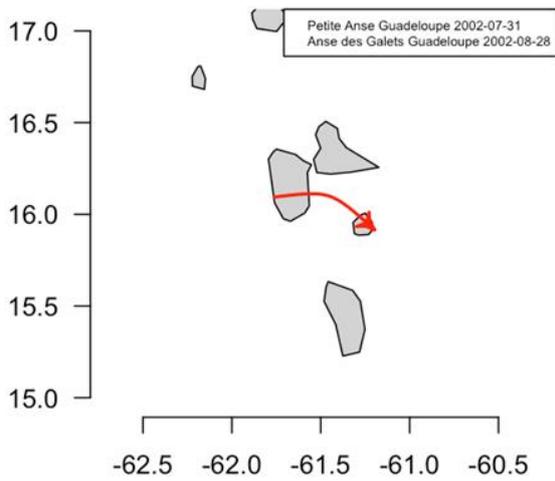
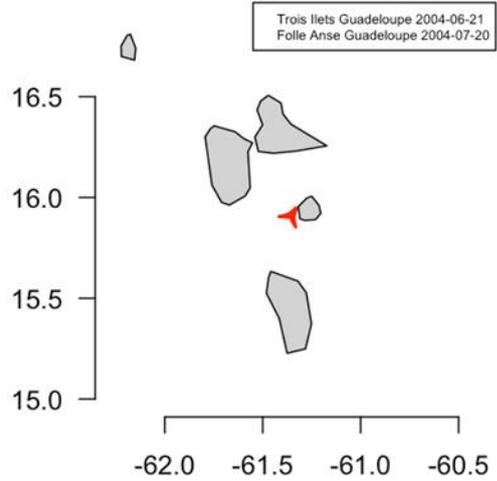
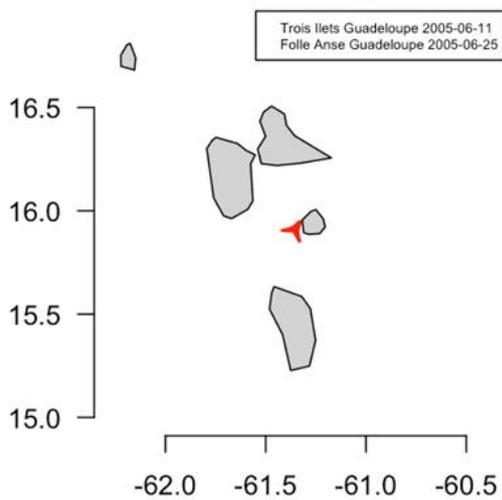
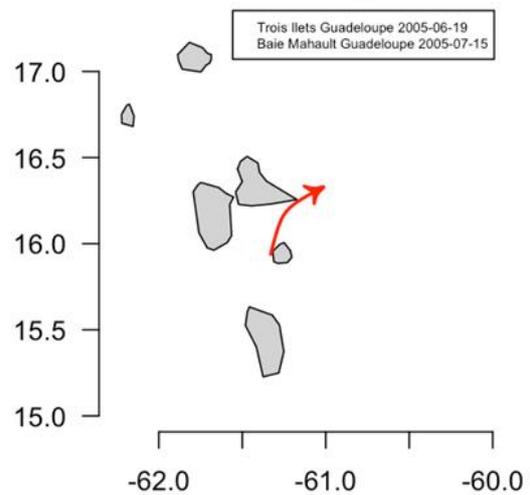


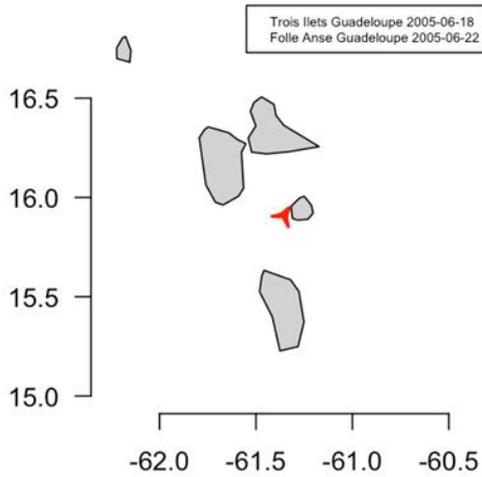
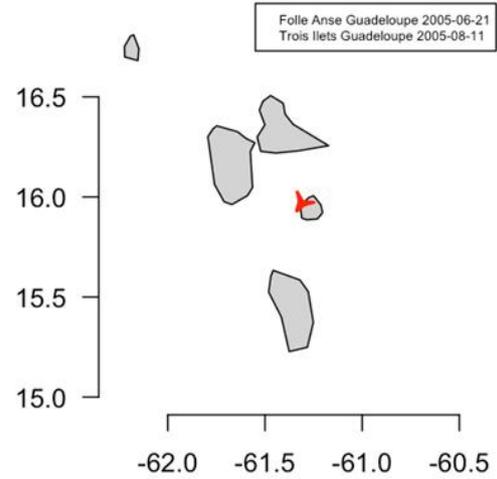
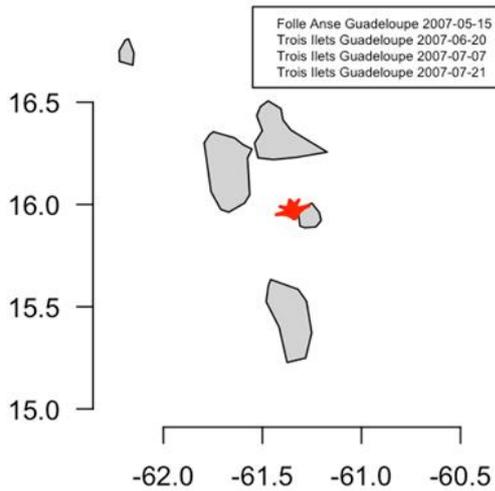
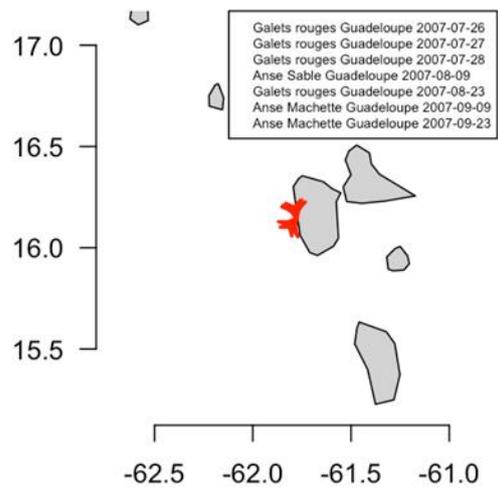
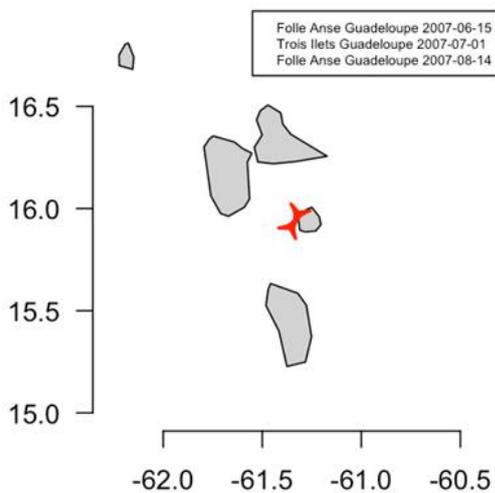
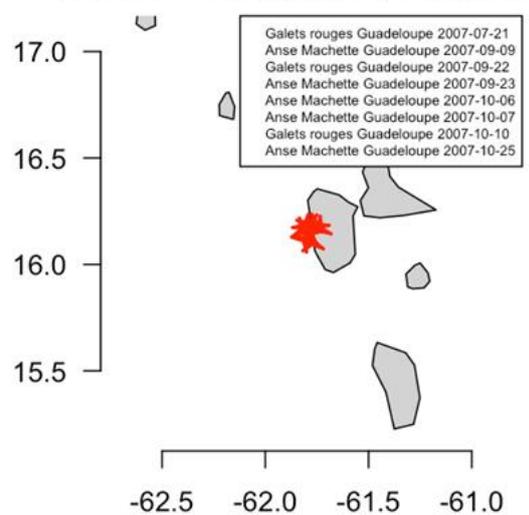
FWI1663 *Eretmochelys imbricata*



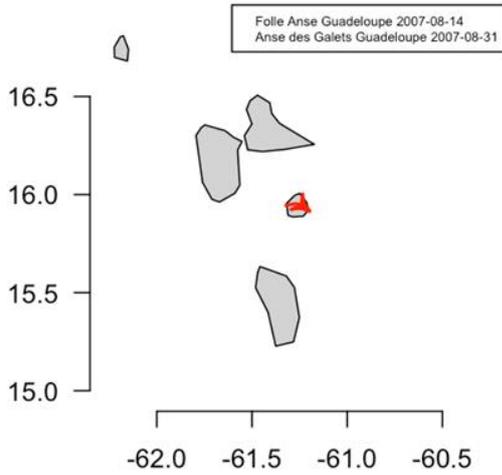
FWI1666 *Eretmochelys imbricata*



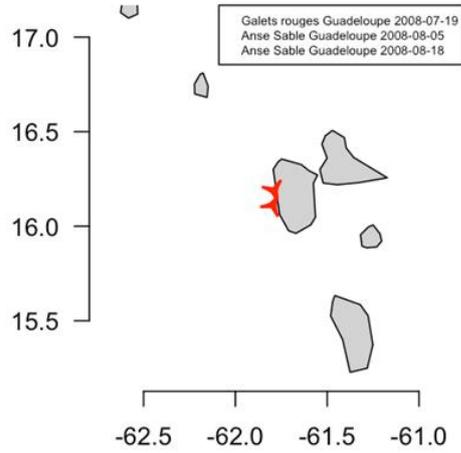
FWI1471 *Eretmochelys imbricata*FWI1694 *Eretmochelys imbricata*FWI2179 *Eretmochelys imbricata*FWI1615 *Eretmochelys imbricata*FWI1257 *Eretmochelys imbricata*FWI2769 *Eretmochelys imbricata*

FWI2457 *Eretmochelys imbricata*FWI2453 *Eretmochelys imbricata*FWI2497 *Eretmochelys imbricata*FWI2717 *Eretmochelys imbricata*FWI3060 *Eretmochelys imbricata*FWI4478 *Eretmochelys imbricata*

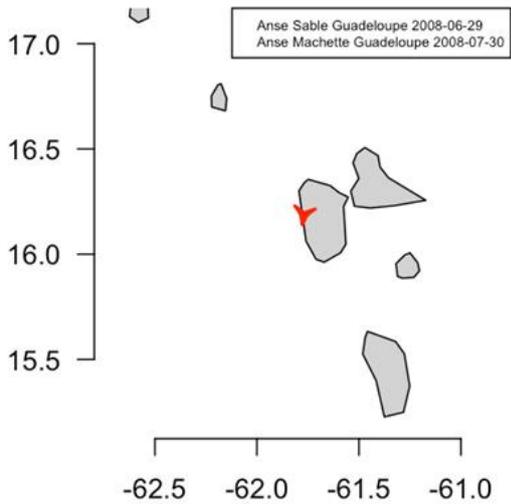
FWI4876 *Eretmochelys imbricata*



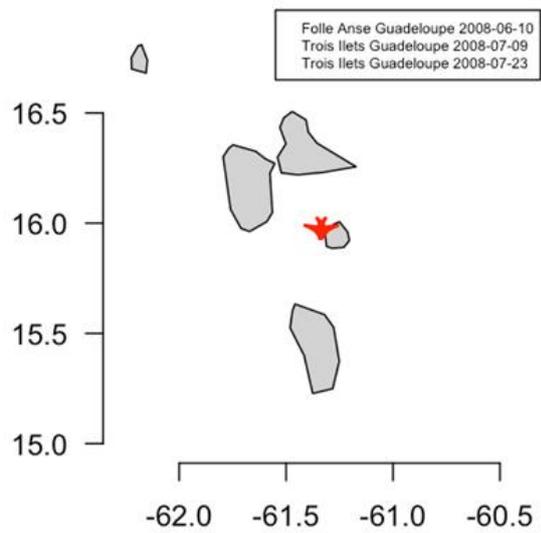
FWI1806 *Eretmochelys imbricata*



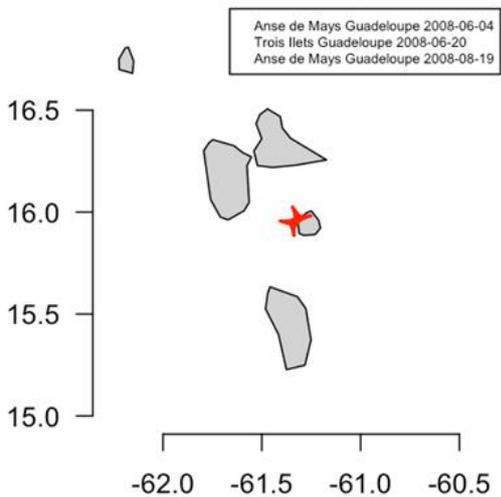
FWI2708 *Eretmochelys imbricata*



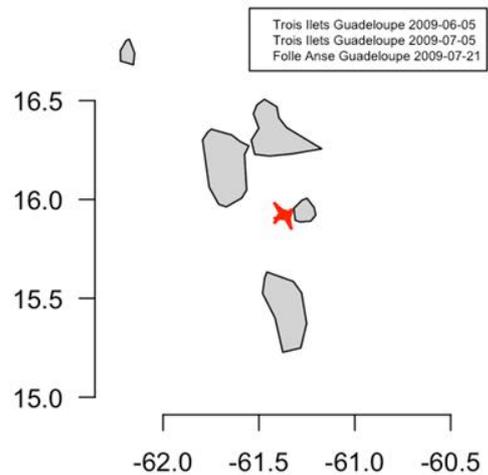
FWI4580 *Eretmochelys imbricata*



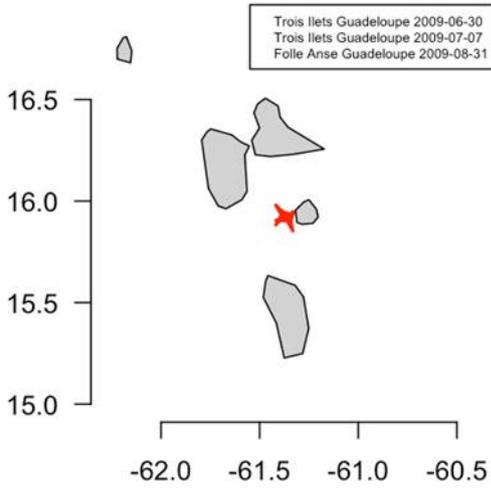
FWI5352 *Eretmochelys imbricata*



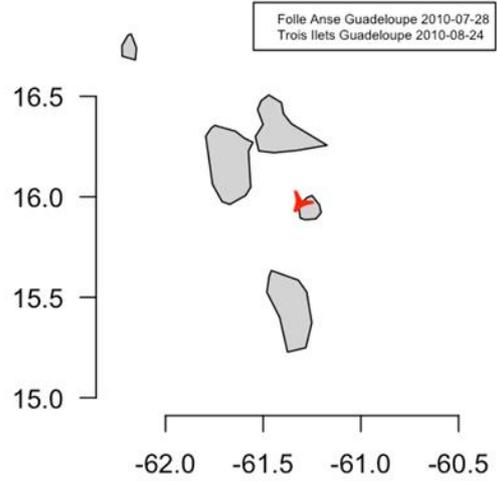
FWI2762 *Eretmochelys imbricata*



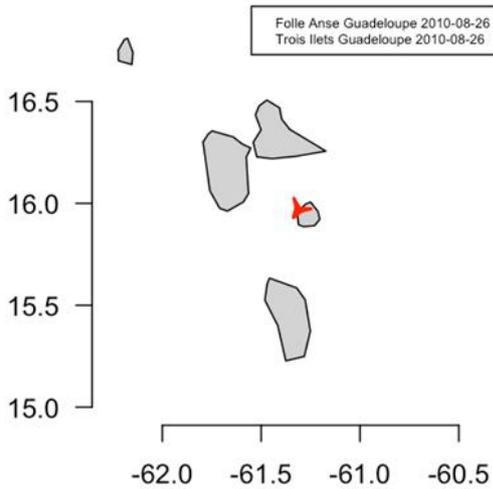
FWI4961 *Eretmochelys imbricata*



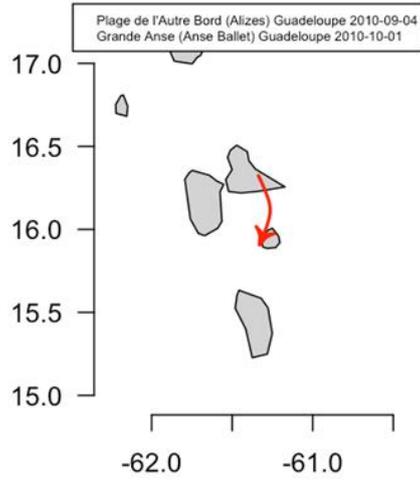
FWI4764 *Eretmochelys imbricata*



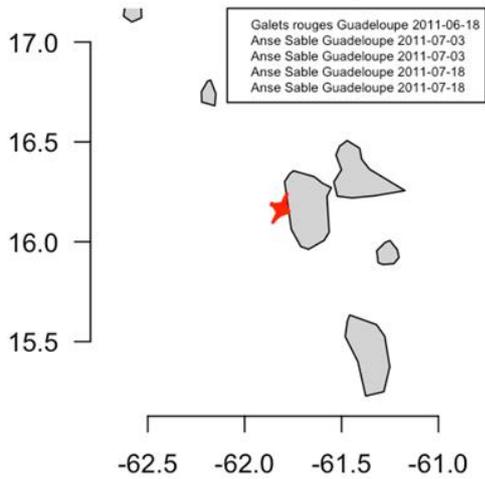
FWI5413 *Eretmochelys imbricata*



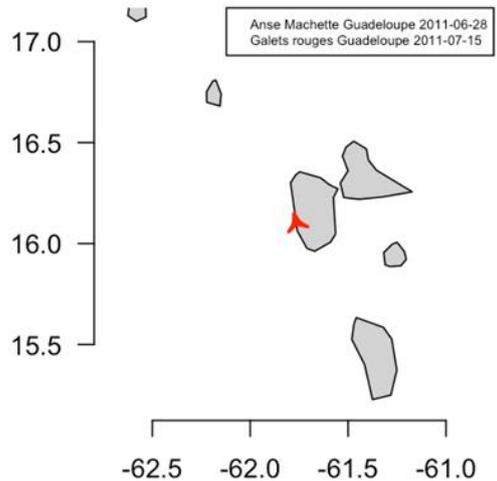
FWI5418 *Eretmochelys imbricata*



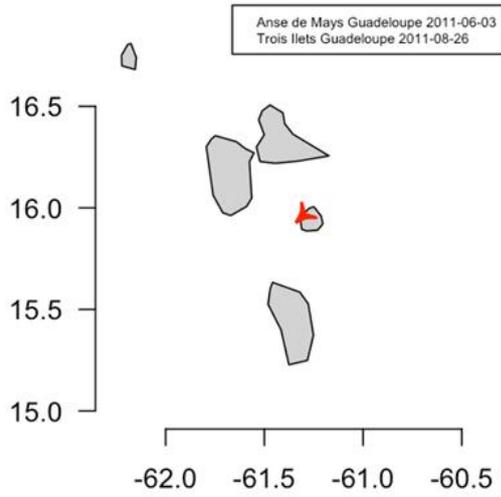
FWI2722 *Eretmochelys imbricata*



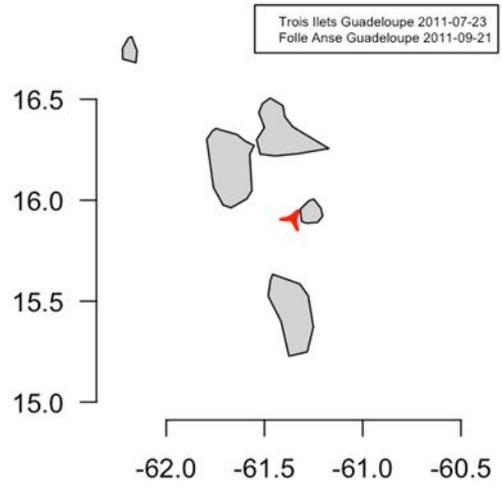
FWI4512 *Eretmochelys imbricata*



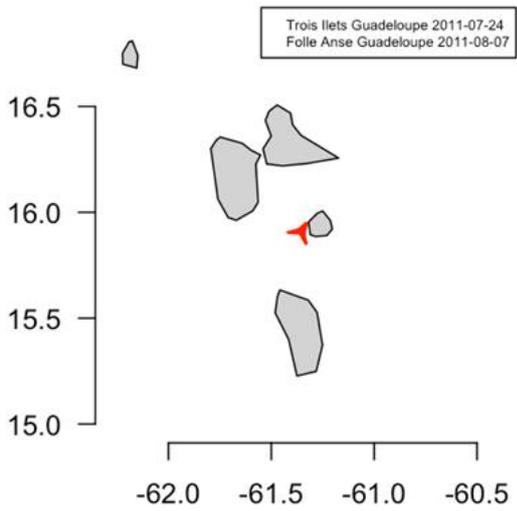
FWI5467 *Eretmochelys imbricata*



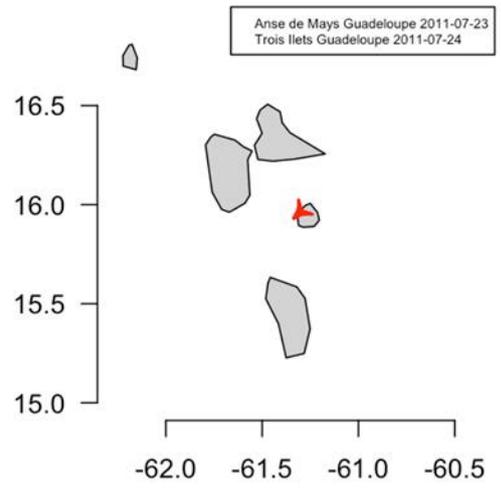
FWI5574 *Eretmochelys imbricata*



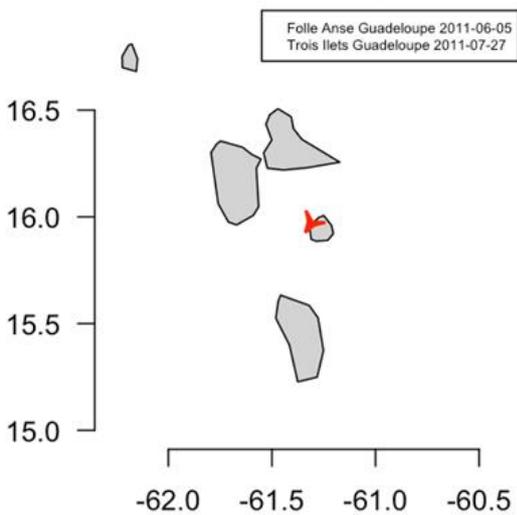
FWI5584 *Eretmochelys imbricata*



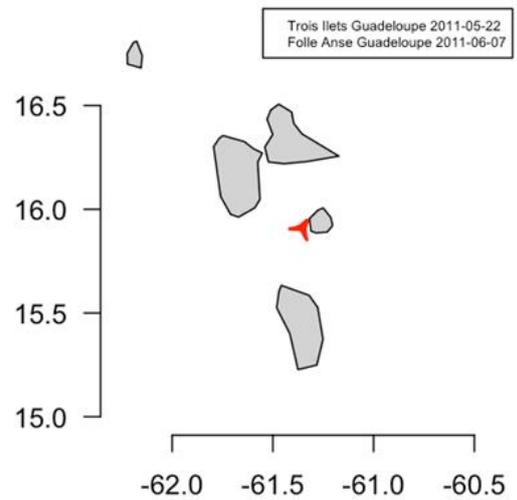
FWI5572 *Eretmochelys imbricata*



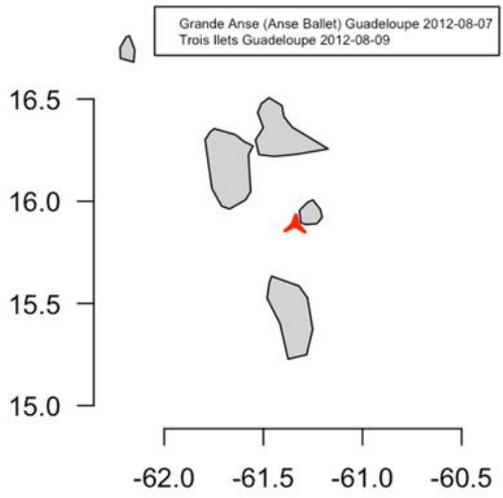
FWI5587 *Eretmochelys imbricata*



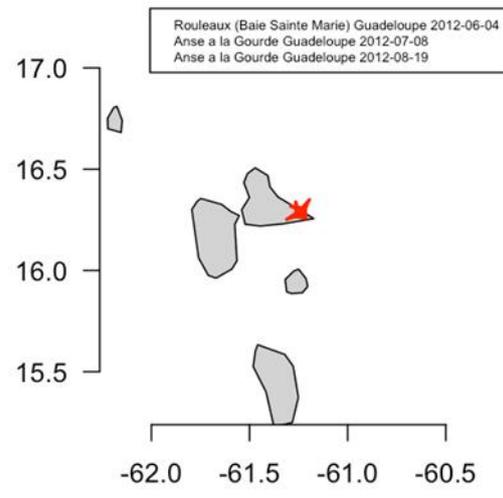
FWI5788 *Eretmochelys imbricata*



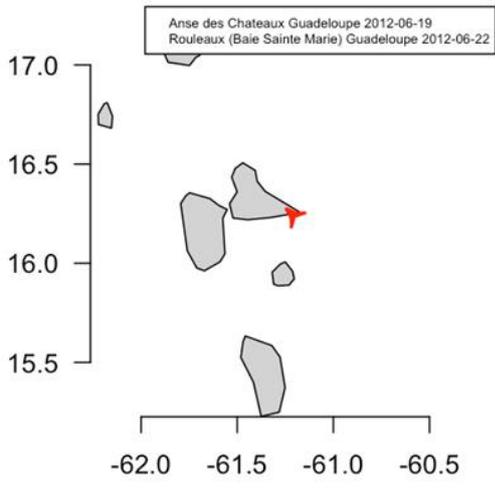
FWI3045 *Eretmochelys imbricata*



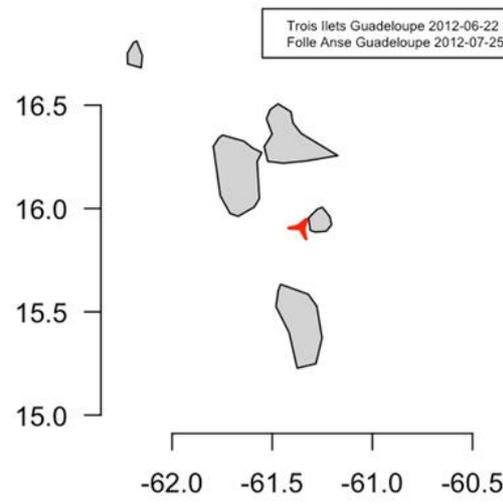
FWI4451 *Eretmochelys imbricata*



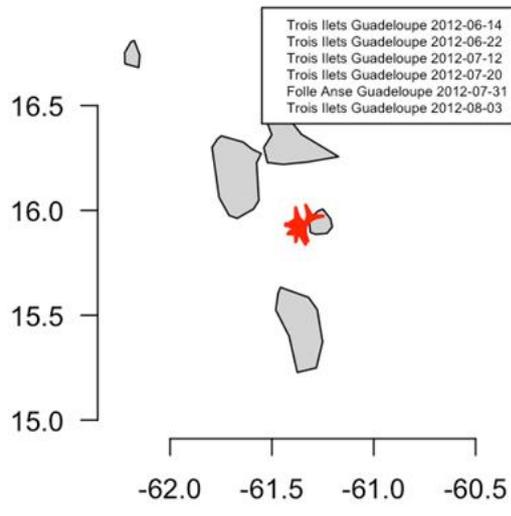
FWI4582 *Eretmochelys imbricata*



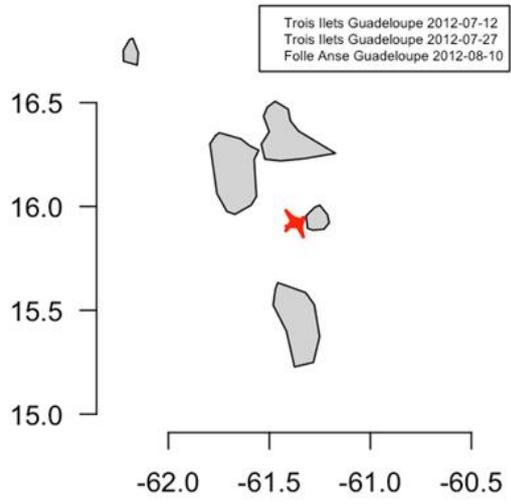
FWI4663 *Eretmochelys imbricata*



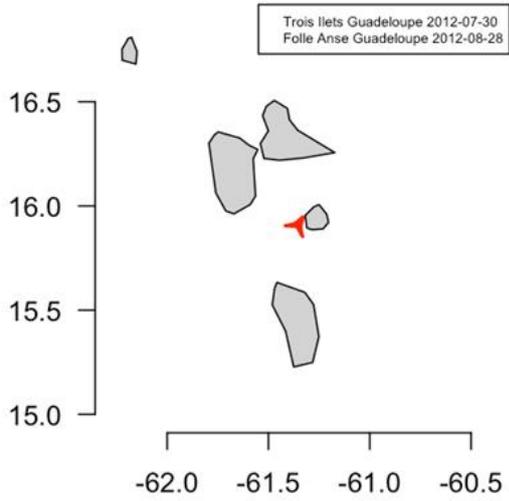
FWI4970 *Eretmochelys imbricata*



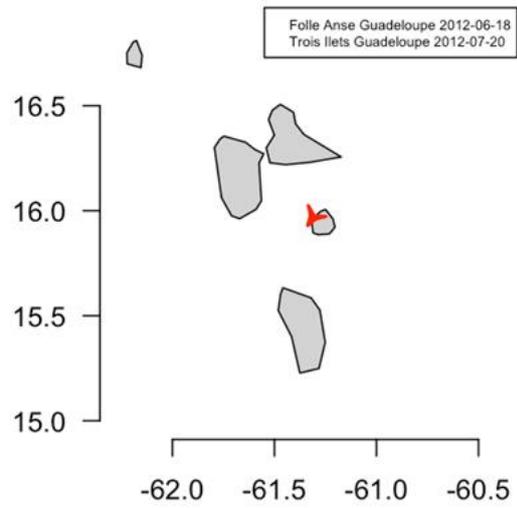
FWI5603 *Eretmochelys imbricata*



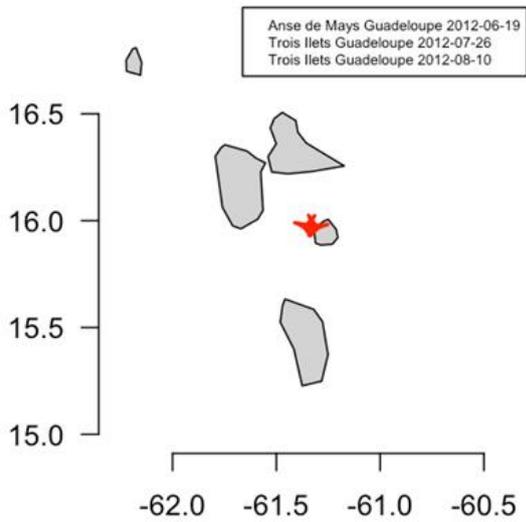
FWI5611 *Eretmochelys imbricata*



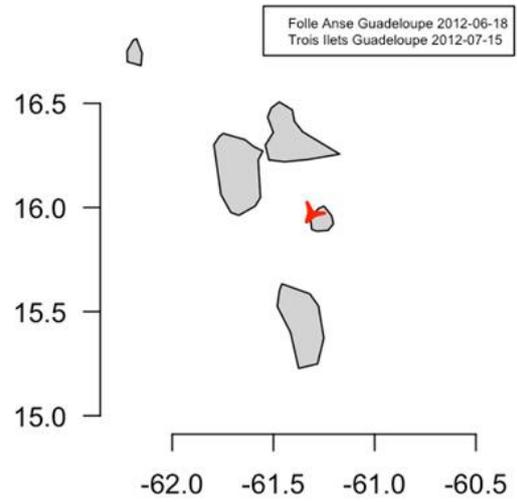
FWI5667 *Eretmochelys imbricata*



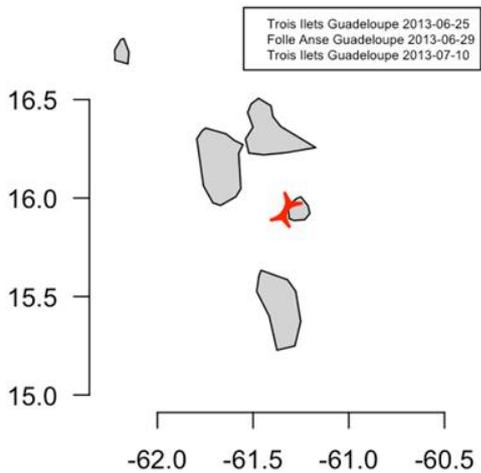
FWI5943 *Eretmochelys imbricata*



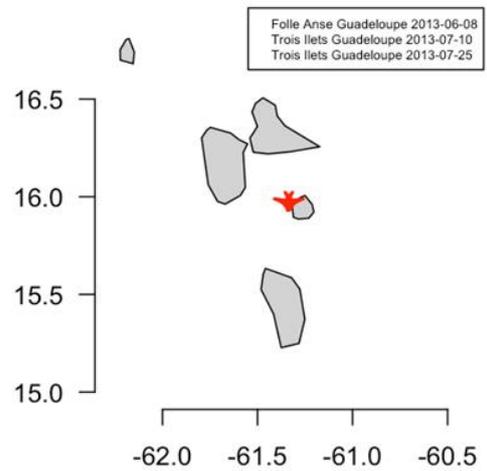
FWI5967 *Eretmochelys imbricata*

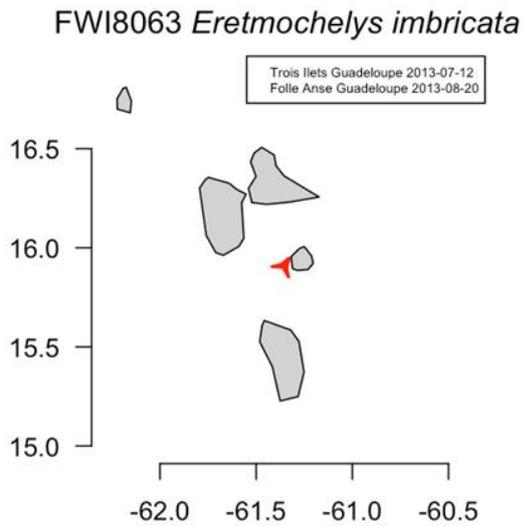
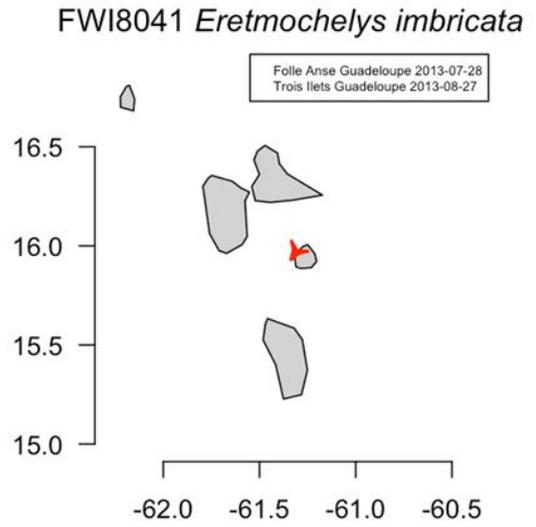
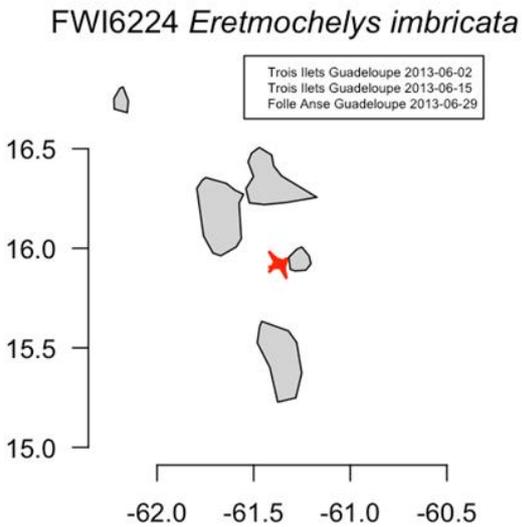
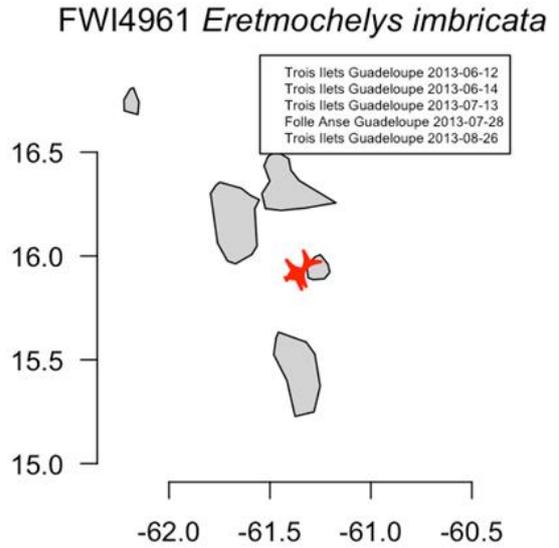
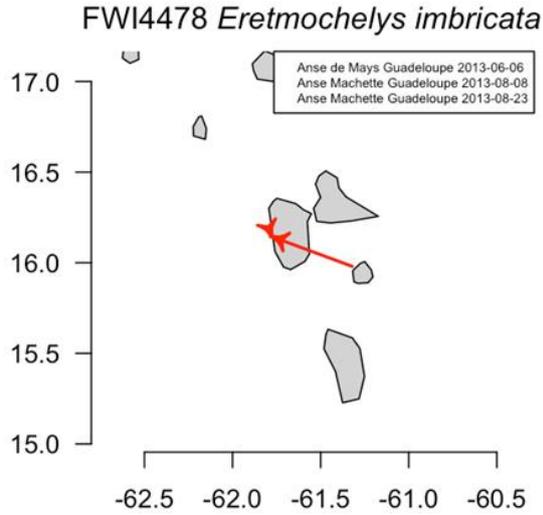


FWI2457 *Eretmochelys imbricata*

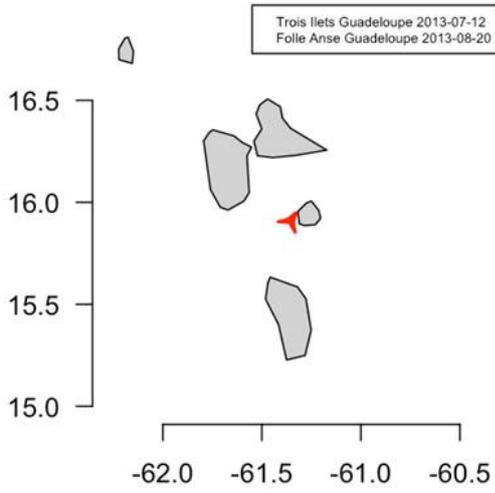


FWI3303 *Eretmochelys imbricata*

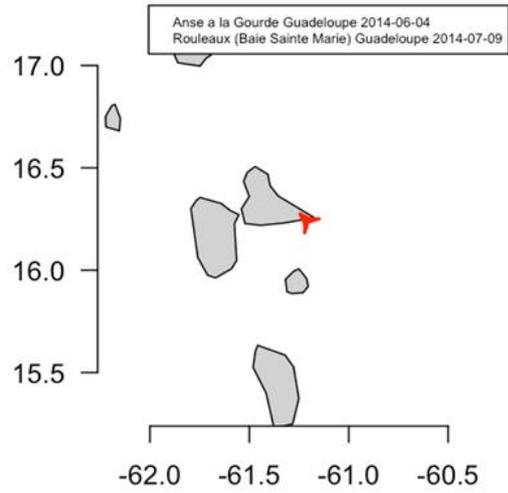




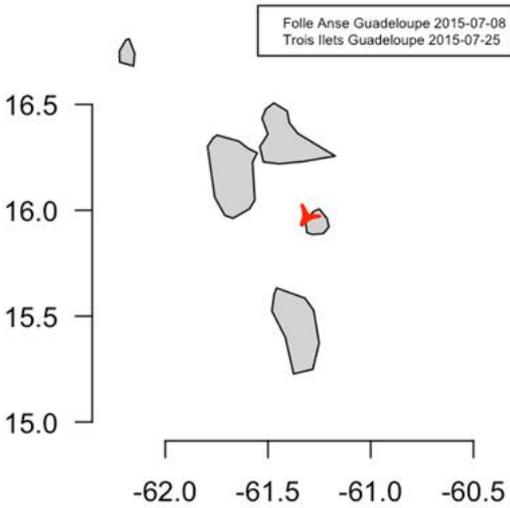
FWI8063 *Eretmochelys imbricata*



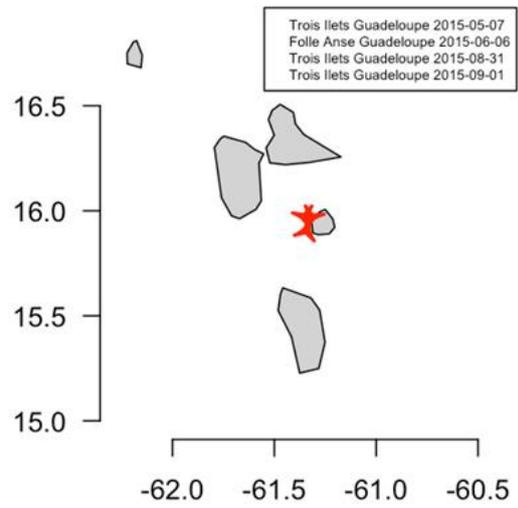
FWI4451 *Eretmochelys imbricata*



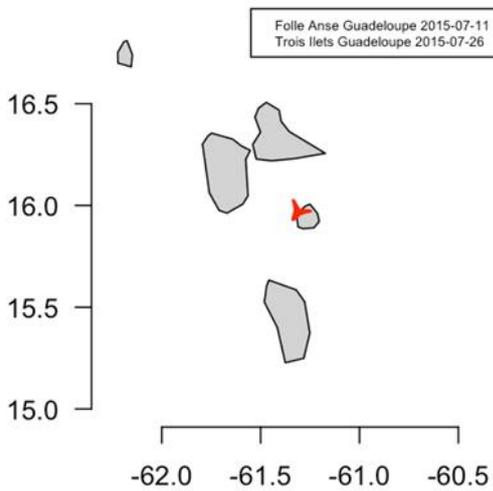
FWI4970 *Eretmochelys imbricata*



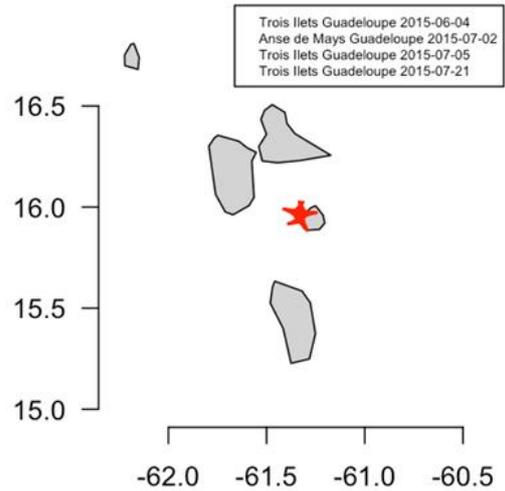
FWI5268 *Eretmochelys imbricata*



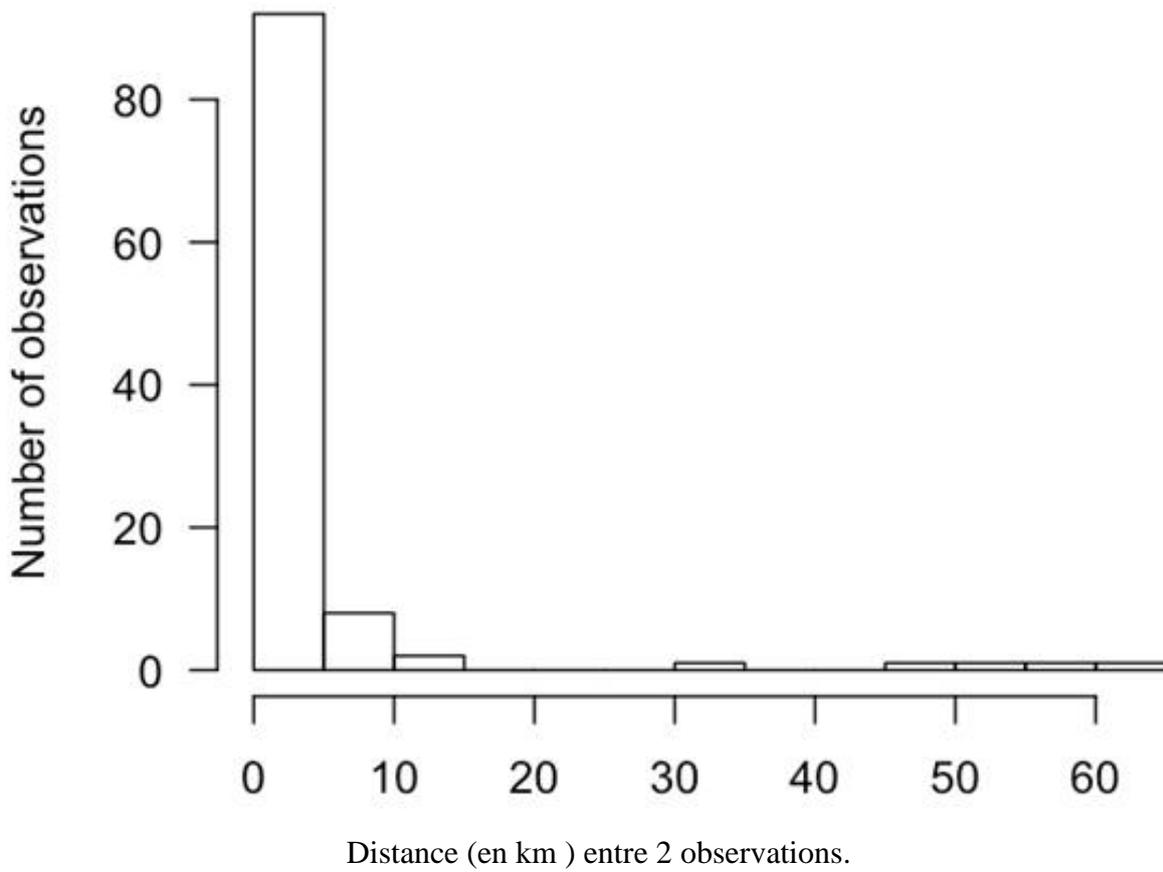
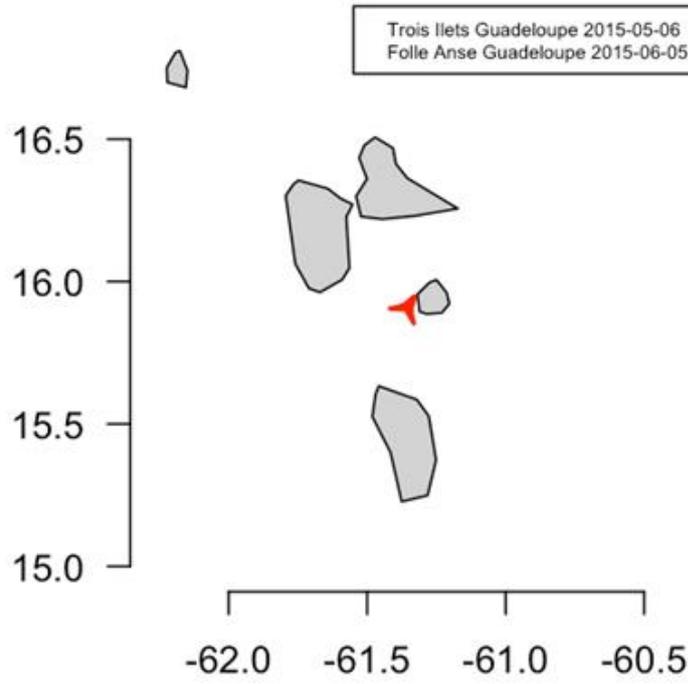
FWI5291 *Eretmochelys imbricata*

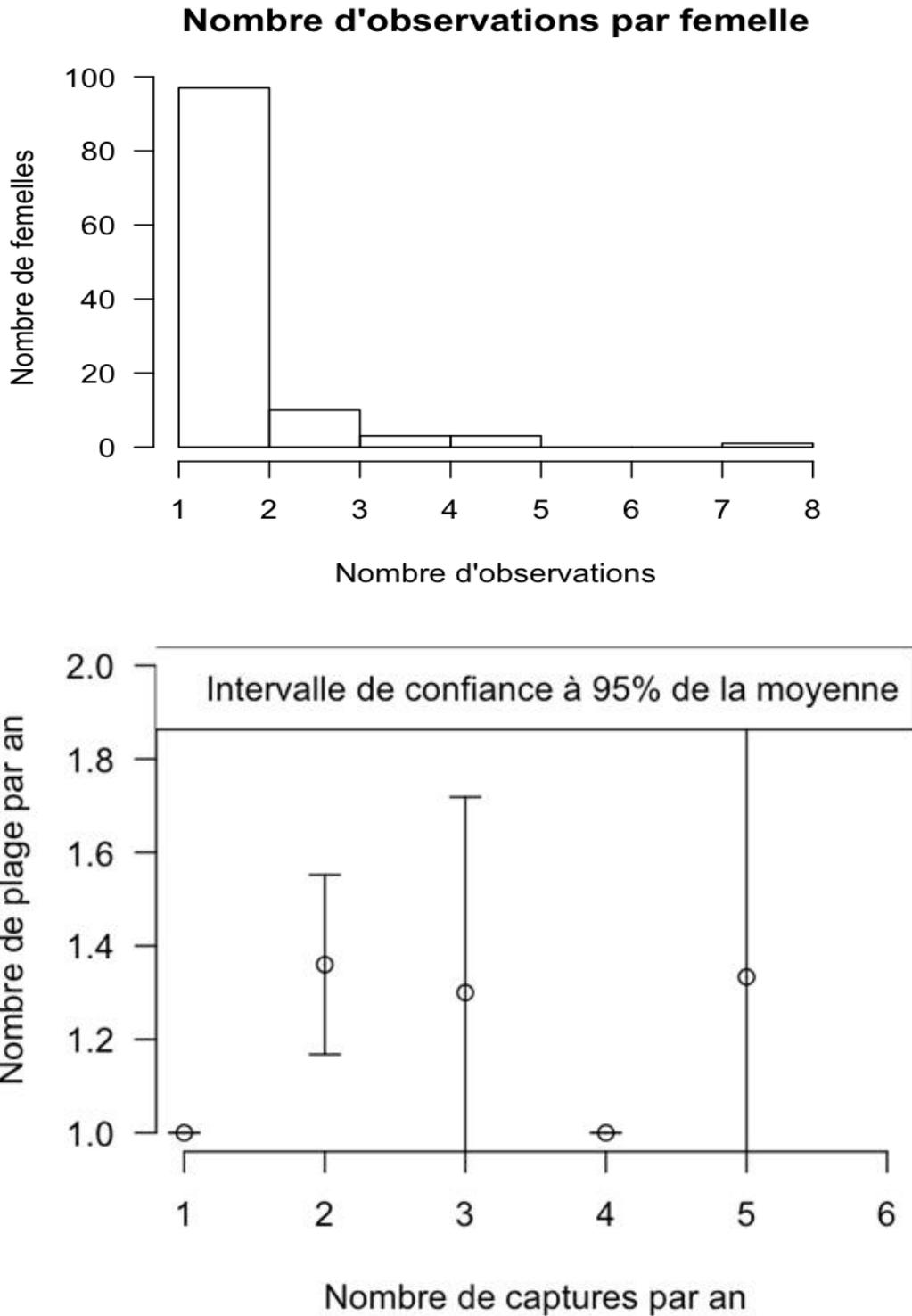


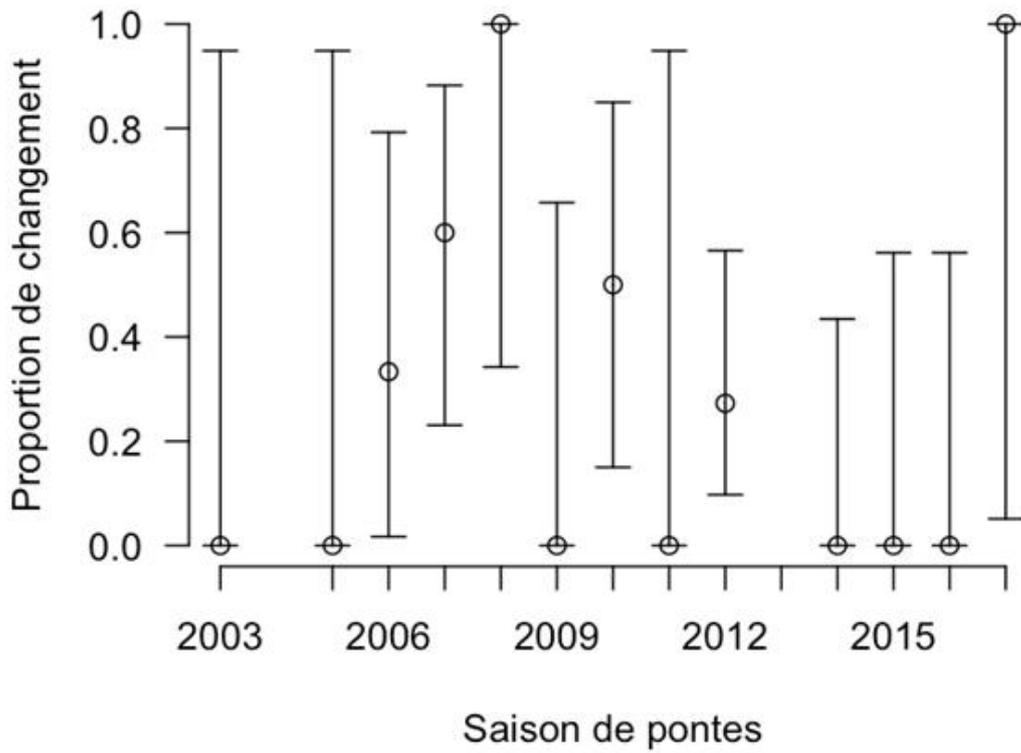
FWI5943 *Eretmochelys imbricata*



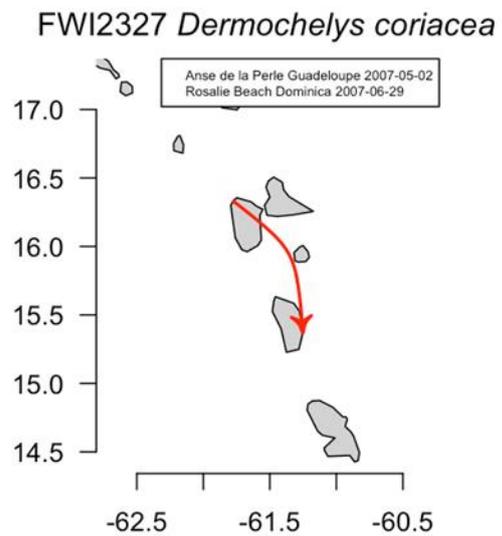
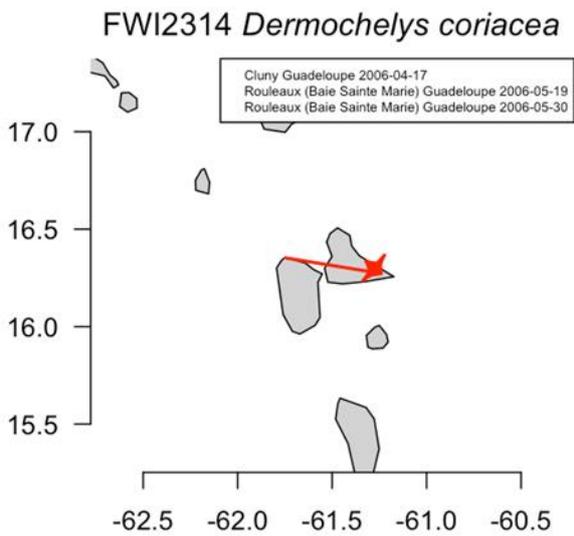
FWI6155 *Eretmochelys imbricata*



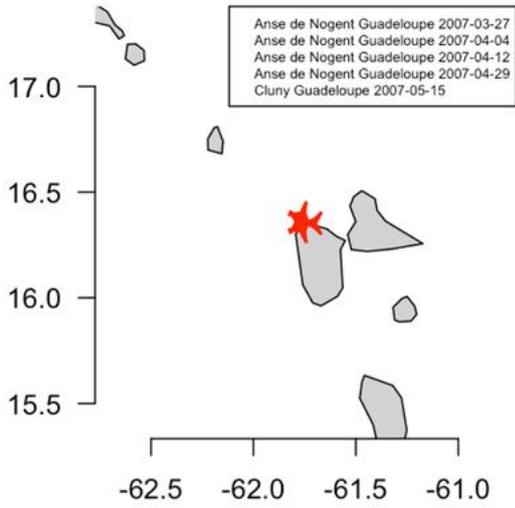
IV.2.5.c. Dermochelys coriacea



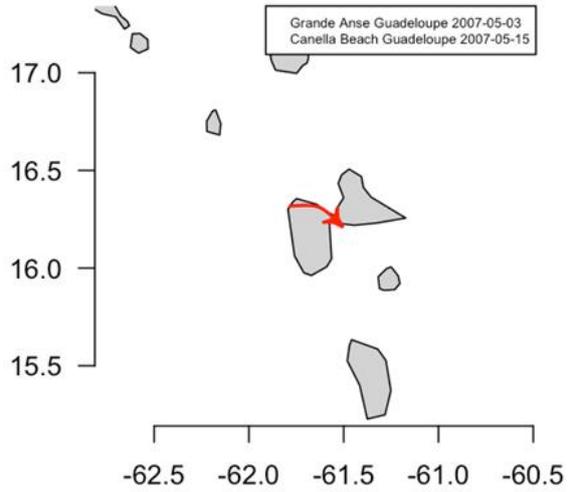
Le nombre de femelle ayant pondu sur plus d'une plage est de 12 ce qui fait un pourcentage moyen de 28.5714286 % de femelles ayant pondu sur plus d'une plage.
 On ne détecte pas de différences marquées interannuelles.



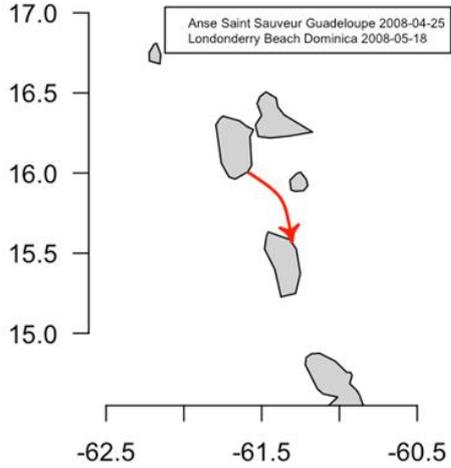
FWI2349 *Dermochelys coriacea*



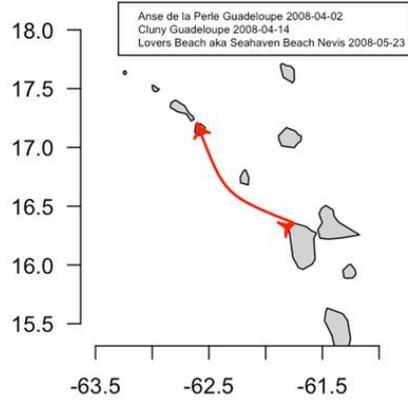
WC5916 *Dermochelys coriacea*



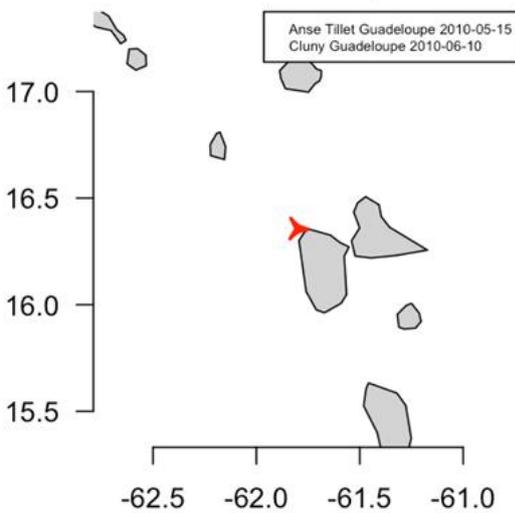
FWI3038 *Dermochelys coriacea*



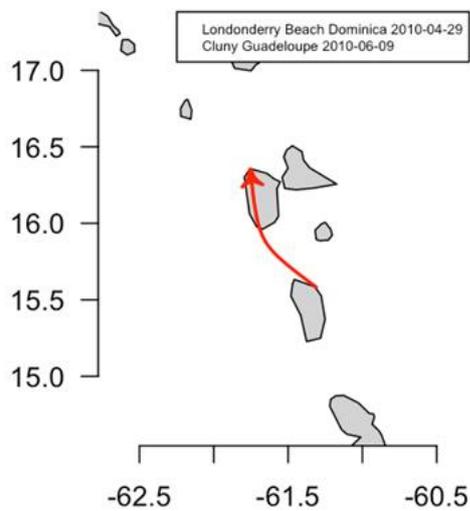
FWI4442 *Dermochelys coriacea*



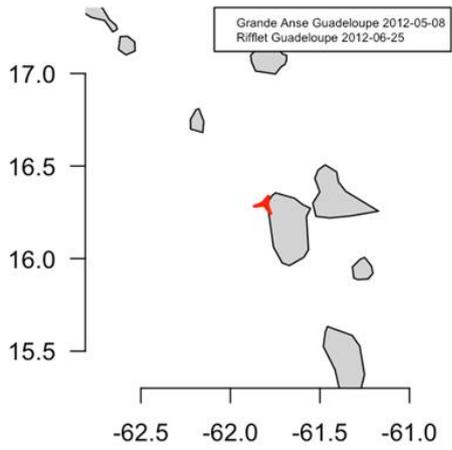
FWI5227 *Dermochelys coriacea*



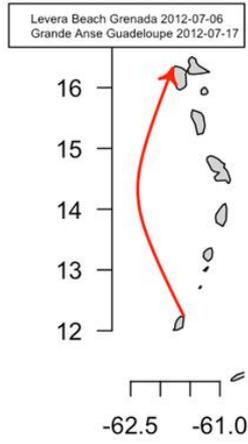
FWI4446 *Dermochelys coriacea*



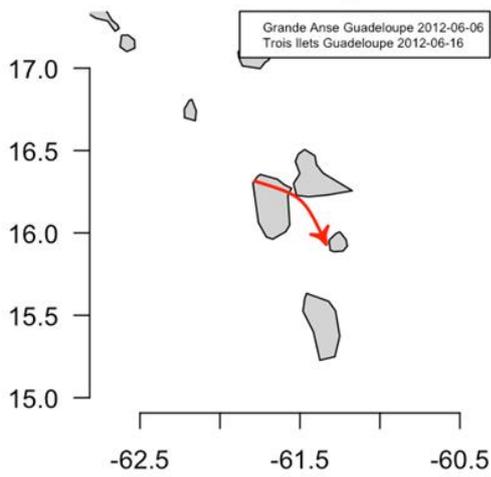
FWI5236 *Dermochelys coriacea*



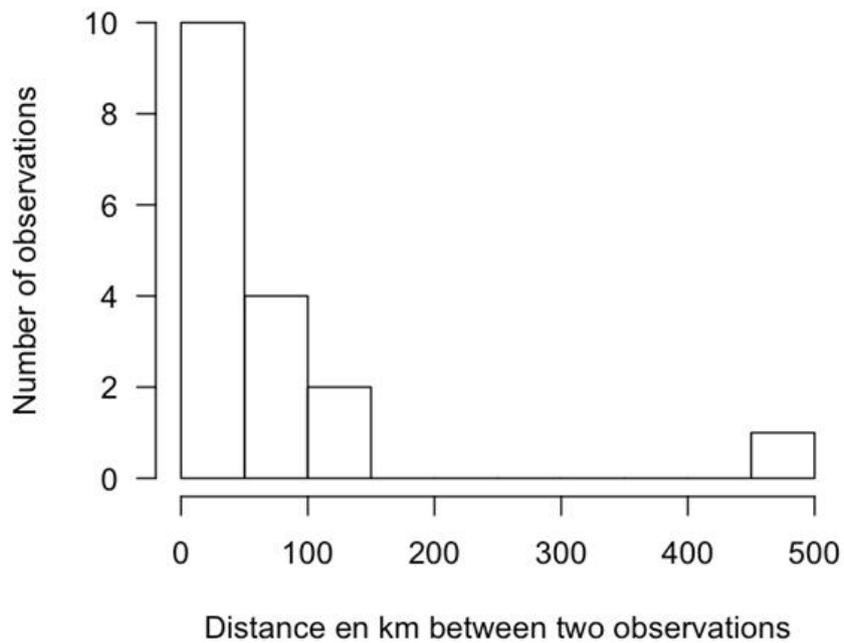
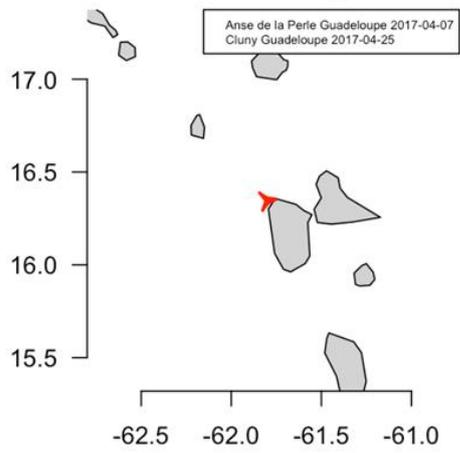
WC12115 *Dermochelys coriacea*



WC9153 *Dermochelys coriacea*



FWI5880 *Dermochelys coriacea*

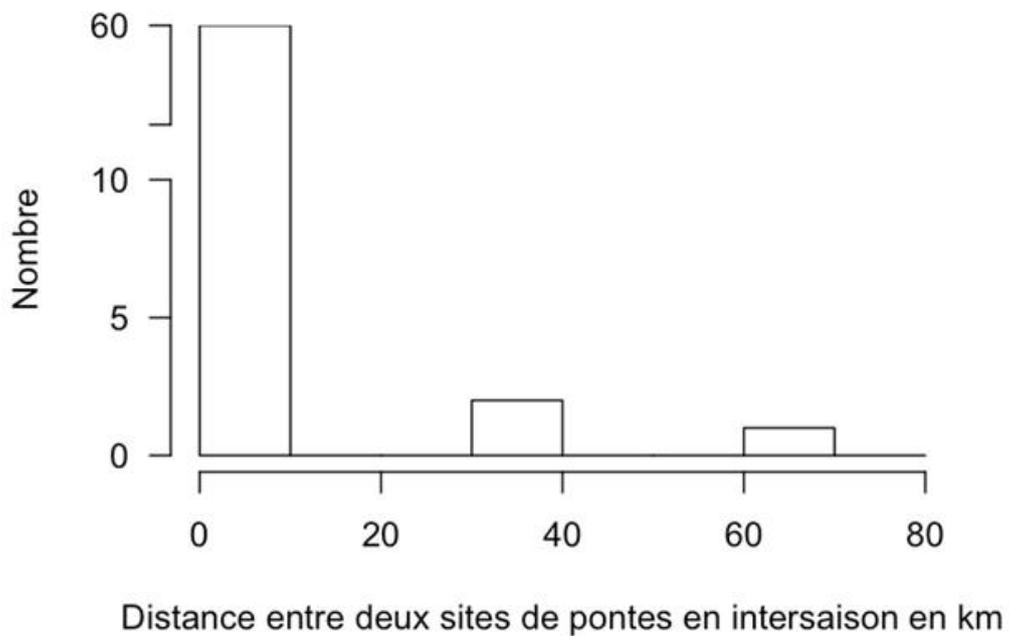
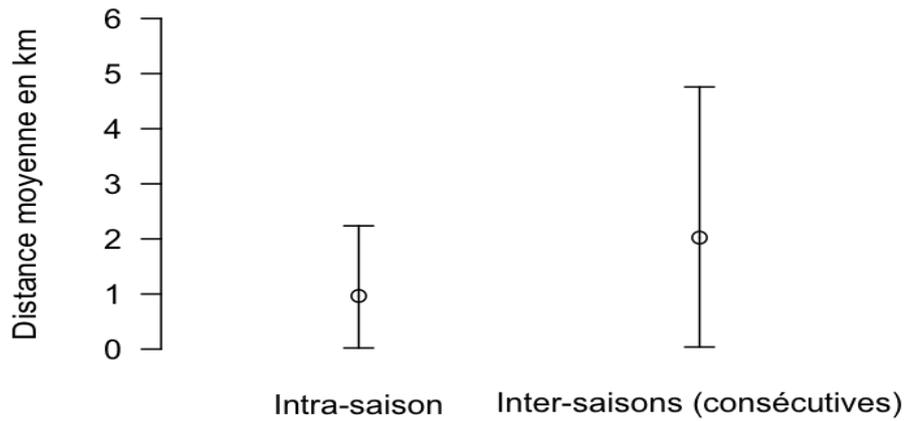


Annexe 8. Fidélité

8.3. Fidélité à l'échelle de plusieurs saisons

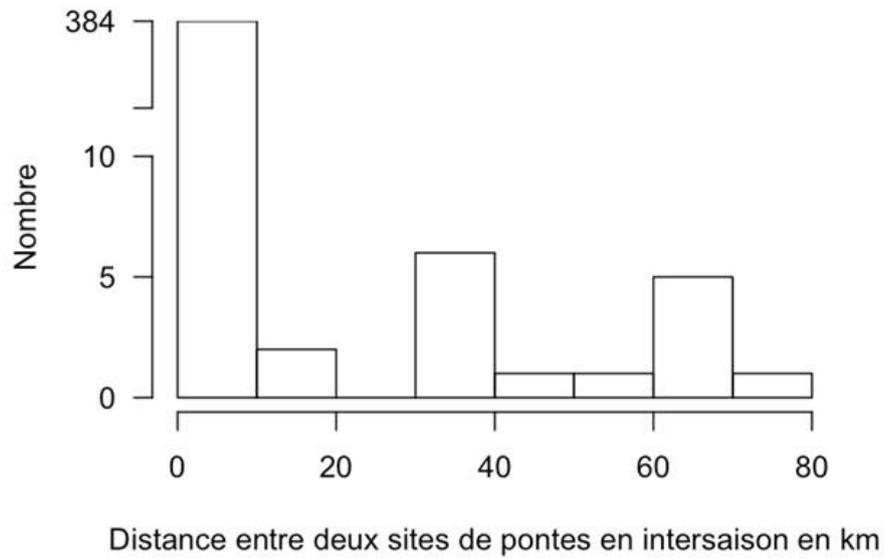
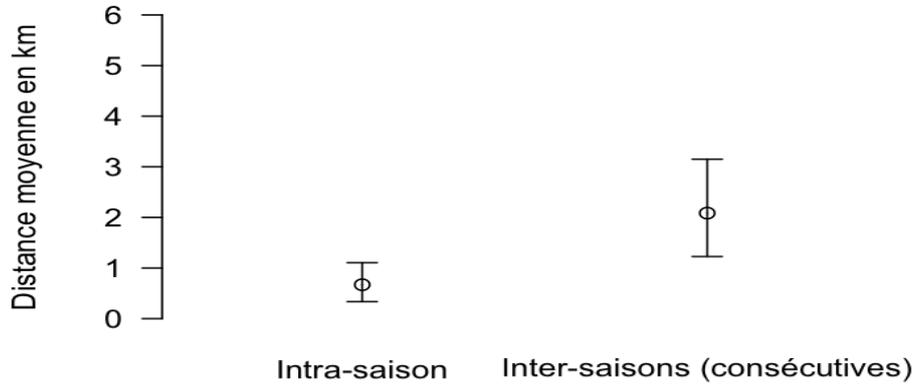
8.3.1. *Chelonia mydas*

Distance entre les sites de pontes



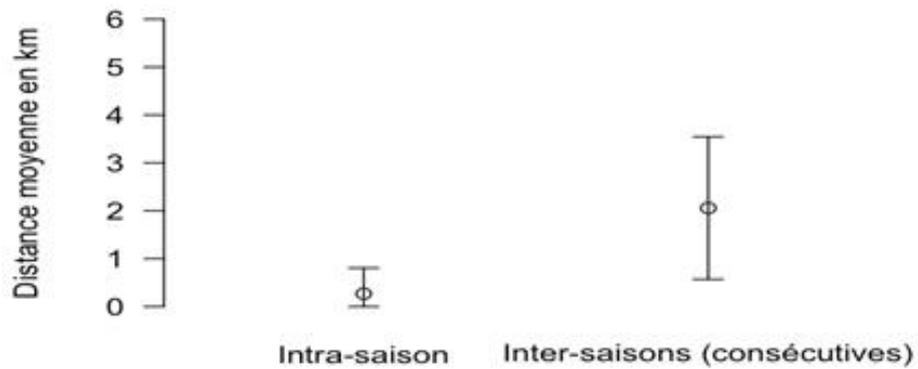
8.3.2. *Eretmochelys imbricata*

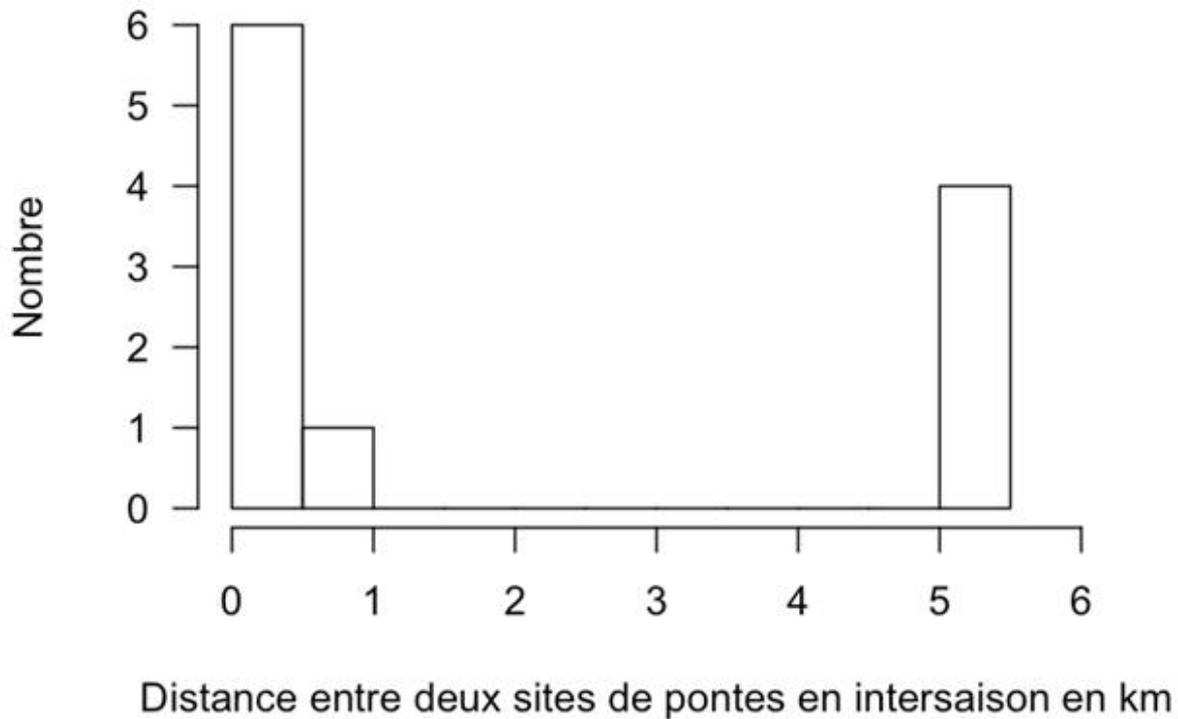
Distance entre les sites de pontes



8.3.3. *Dermochelys coriacea*

Distance entre les sites de pontes





ANNEXE 9. Nombre de nids par femelle par saison

La modélisation des activités de pontes passe en général par une analyse des tables OCF et ECF:

La longueur de la saison de nidification peut être calculée si nous connaissons le nombre de pontes par femelle (CF) et l'intervalle interpontes (IP). Le nombre de pontes observées (OCF) est simplement le nombre de pontes observées pour une seule femelle pendant la saison de nidification (Frazer et Richardson, 1985).

Cependant, il est difficile d'estimer le nombre réel de pontes déposées par une femelle au cours d'une saison à cause d'une probabilité de capture imparfaite, en raison des contraintes liées au travail sur le terrain ou de la capacité des femelles à choisir différentes plages de nidification lors de différents événements de nidification (Tucker, 2009, 2010).

La régularité des pontes au cours de la saison a été utilisée pour calculer le nombre estimé de pontes (ECF): $ECF = 1 + (d2 - d1) / IP$ avec le jour $d1$ représentant la date ordinaire de la première observation de la femelle nidifiant dans la saison, et $d2$ la date ordinaire de la dernière observation de la femelle nidifiante en cette saison. ECF est donc égal ou supérieur à OCF. Cependant, l'ECF est une estimation biaisée de la CF car les pontes déposées avant et après, respectivement la première et la dernière observation d'une femelle, ne peuvent pas être prises en compte, et de plus, la formule n'a pas de sens quand $OCF = 1$ (Fretey et Girondot, 1989).

Une solution alternative a été développées par Briane *et al.* (2007). Elle utilise la description analytique de la probabilité de voir une ponte prenant en compte la probabilité de capture et la distribution du nombre de pontes par femelle. Par exemple si la probabilité de faire 3 pontes par an pour une femelle est le 0,4 et la probabilité de voir une ponte de 0.6, on pourra calculer

de façon exacte la probabilité d'en voir 0, 1, 2 et 3 (OCF) et la probabilité d'avoir un ECF de 0, 1, 2 ou 3. Chaque case d'une table OCF-ECF est donc associée à une probabilité. Comme la catégorie OCF=0 n'est jamais observée, on calcule les probabilités conditionnelles des combinaisons OCF≠0 et ECF≠0. Cette approche a été étendue à des cas où il y a deux catégories de femelles (Fossette *et al.*, 2008).

Cependant ce modèle restait peu satisfaisant car il imposait d'avoir une seule probabilité de capture pour toute la saison.

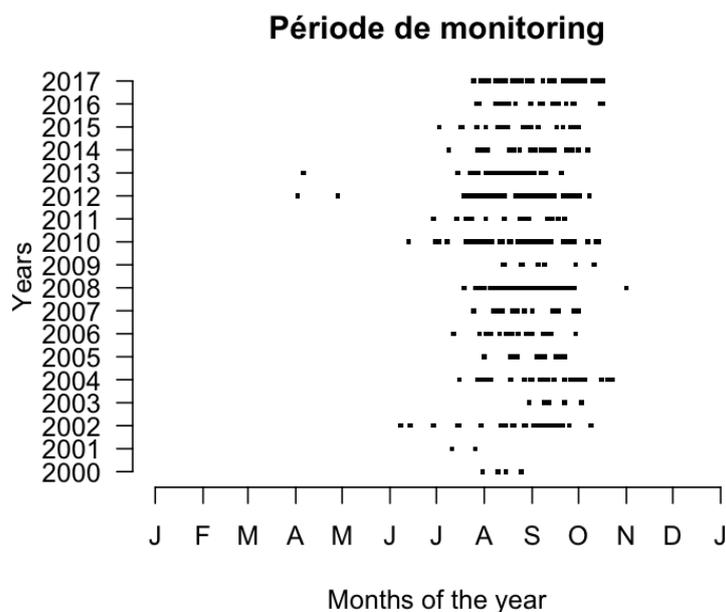
Un développement récent de ce modèle a consisté à modéliser la propagation des tables OCF-ECF au cours de la saison. Cette solution est bien plus satisfaisante car comme elle est temporisée, on peut modéliser une probabilité de capture variable dans le temps mais aussi la distribution des arrivées des femelles au cours de la saison. Ce modèle s'appelle modèle 3D des OCF et ECF, la troisième dimension étant le temps. Ce nouveau modèle n'est pas encore publié.

S'il n'y a pas beaucoup de données, on est obligé de travailler avec une seule table OCF-ECF ce qui fait perdre beaucoup d'informations.

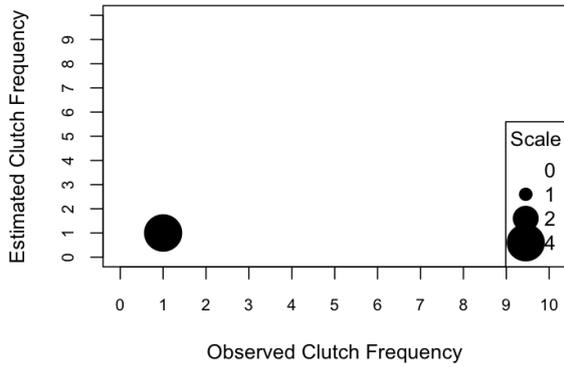
En Guadeloupe, il n'y a pas eu de suivi suffisamment constant sur les sites de nidification de *Chelonia mydas* et *Dermochelys coriacea*, ce qui nous empêchera ici d'utiliser le modèle 3D; seul le modèle 2D sera utilisé.

Le fait que les campagnes de baguage (surtout avec des suivis renforcés sur Marie Galante) correspondent souvent uniquement au pic de la saison de ponte de l'espèce concernée et non à un marquage sur l'ensemble de toute la saison de ponte a été pris en compte avec les méthodes les plus récentes, comme la méthode 3D OCF-ECF-Time (Girondot, 2019).

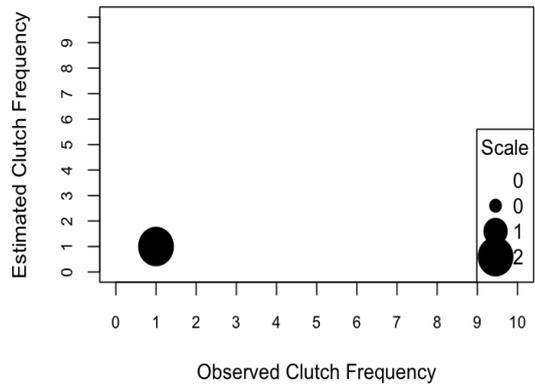
9.1. *Chelonia mydas*



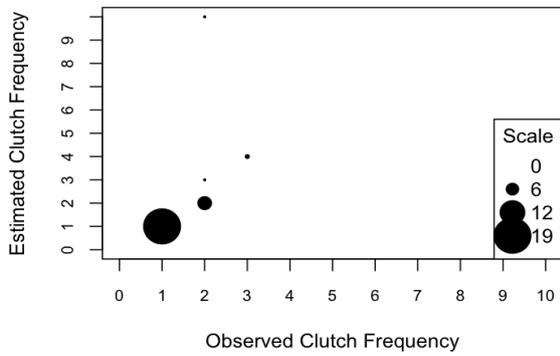
Année: 2000 Nb d'observations: 4



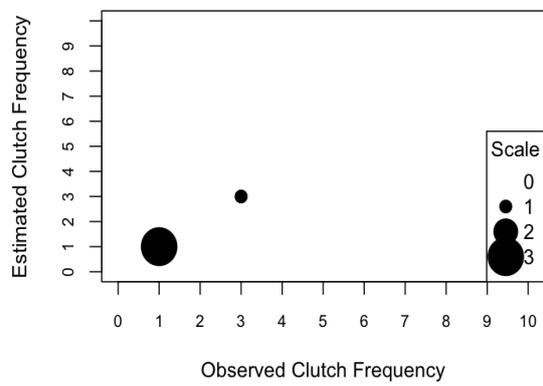
Année: 2001 Nb d'observations: 2



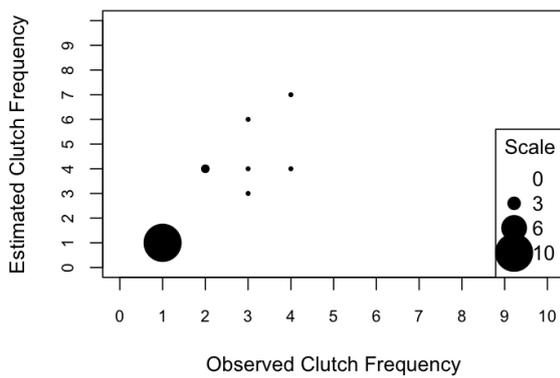
Année: 2002 Nb d'observations: 30



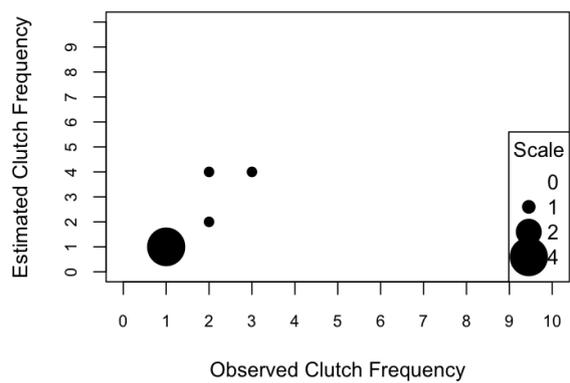
Année: 2003 Nb d'observations: 4



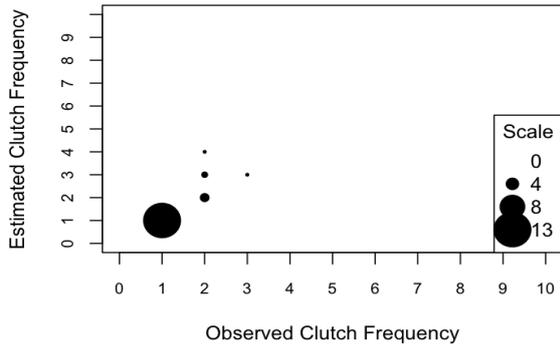
Année: 2004 Nb d'observations: 17



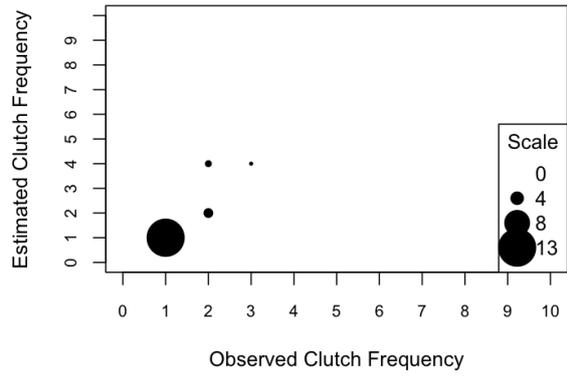
Année: 2005 Nb d'observations: 7



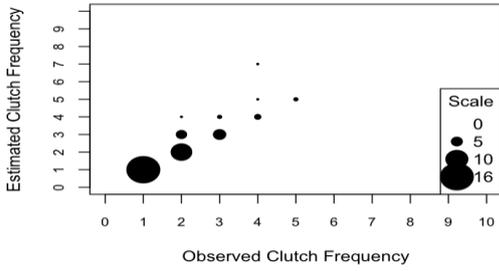
Année: 2006 Nb d'observations: 20



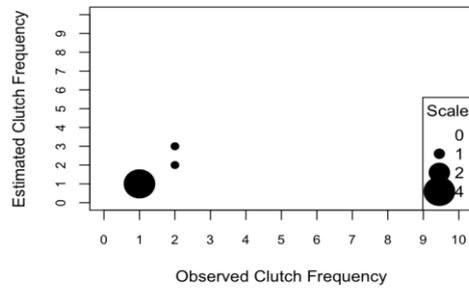
Année: 2007 Nb d'observations: 19



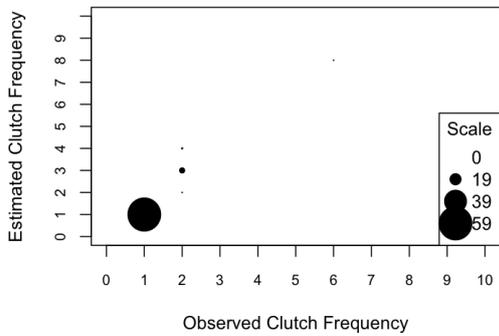
Année: 2008 Nb d'observations: 47



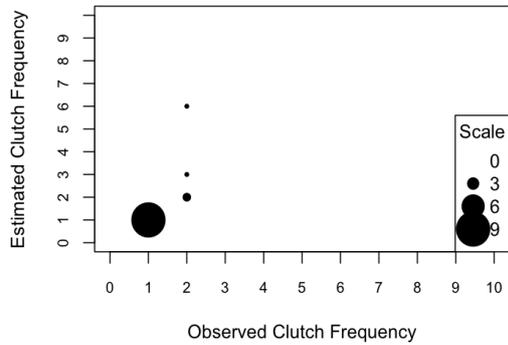
Année: 2009 Nb d'observations: 6



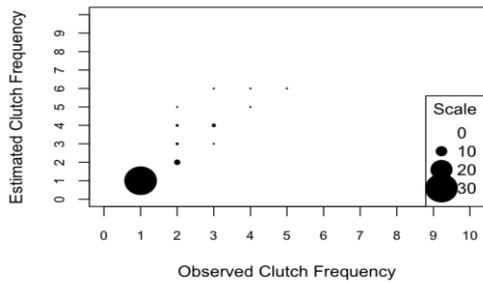
Année: 2010 Nb d'observations: 72



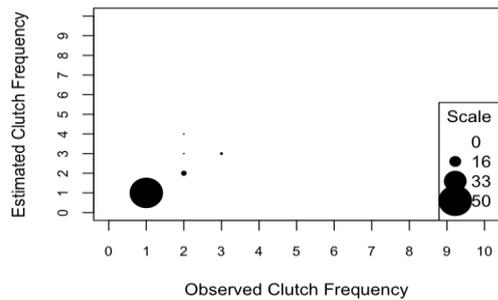
Année: 2011 Nb d'observations: 13



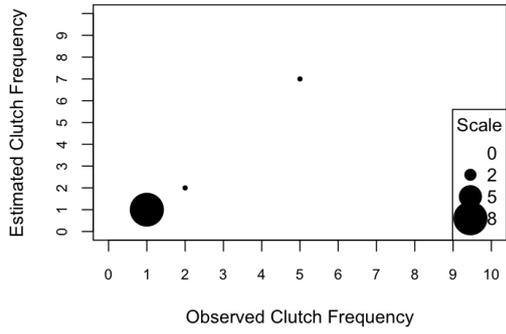
Année: 2012 Nb d'observations: 48



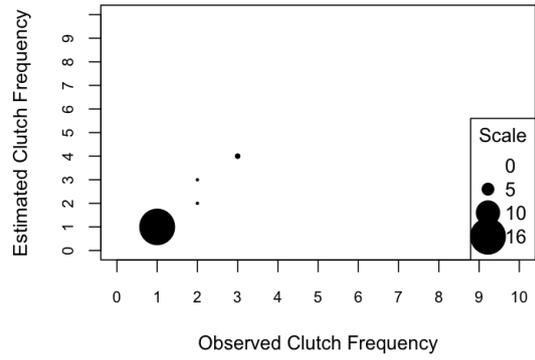
Année: 2013 Nb d'observations: 62



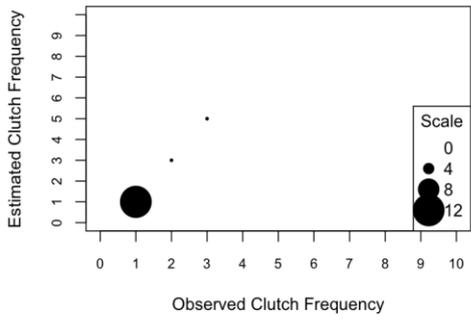
Année: 2014 Nb d'observations: 10



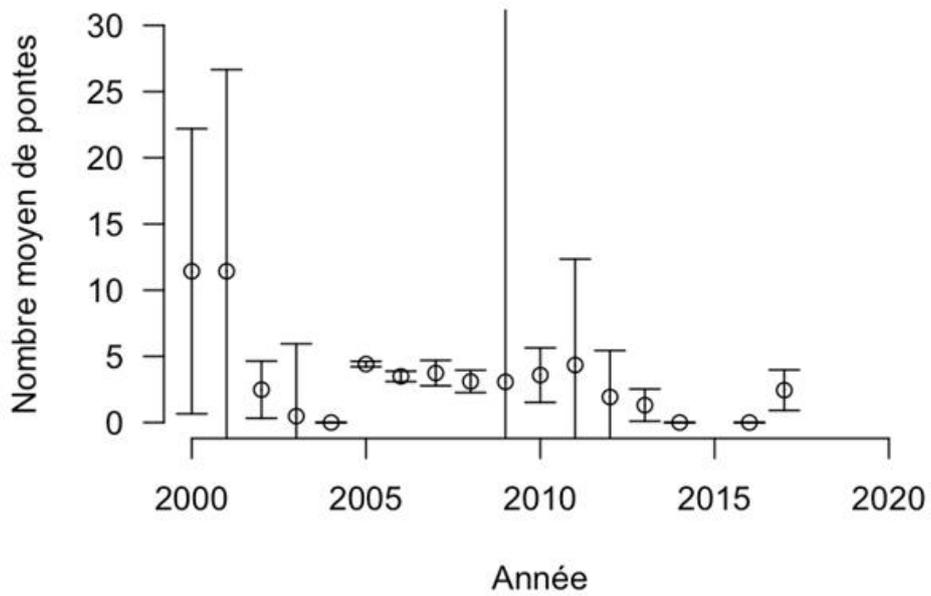
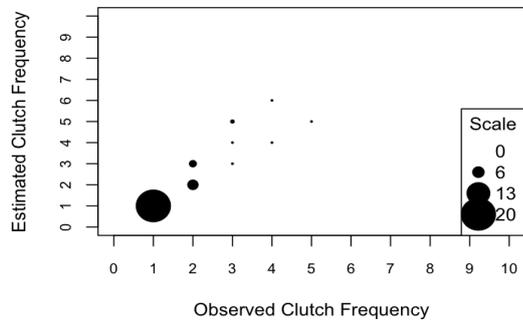
Année: 2015 Nb d'observations: 20

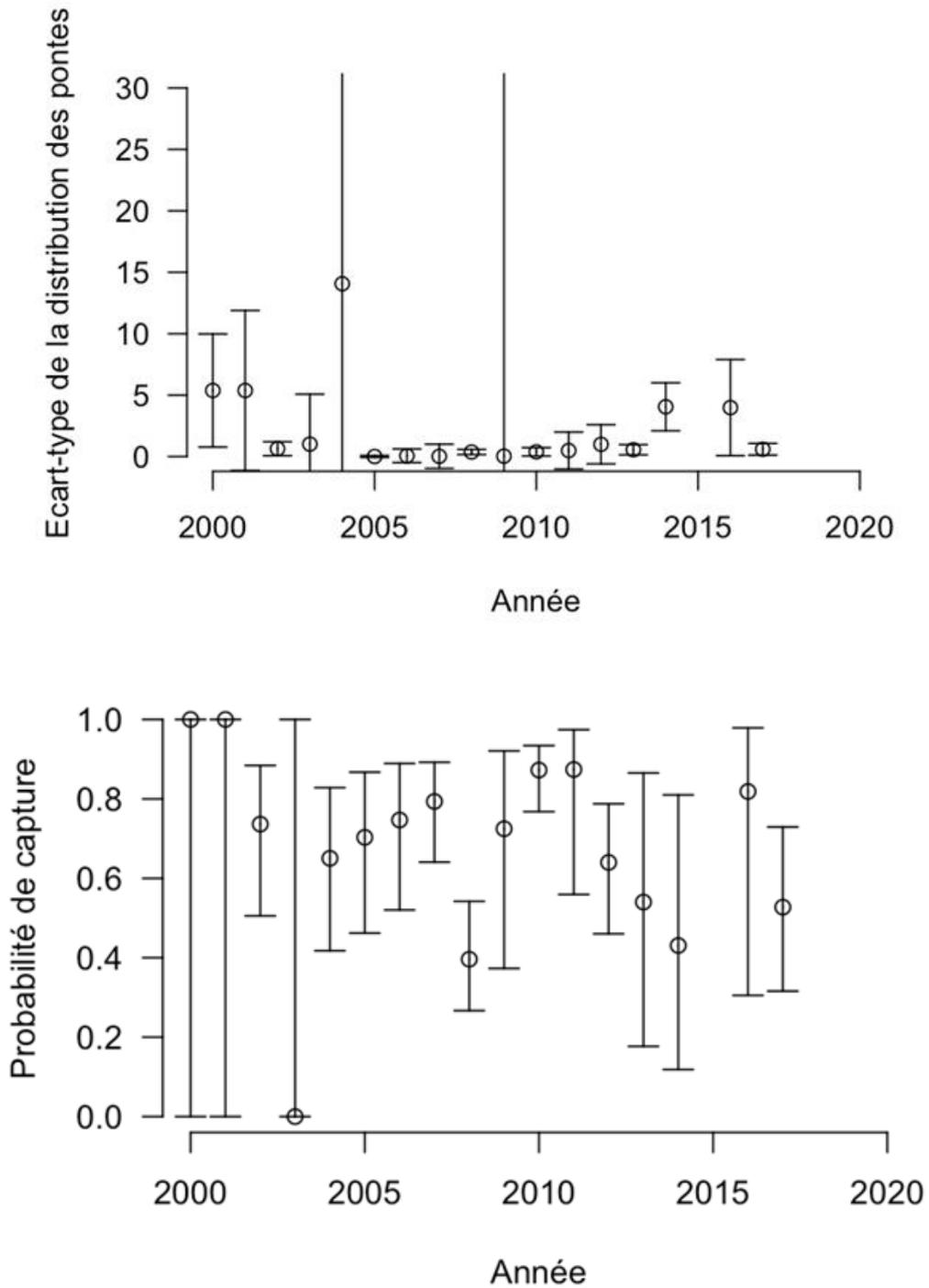


Année: 2016 Nb d'observations: 14



Année: 2017 Nb d'observations: 37



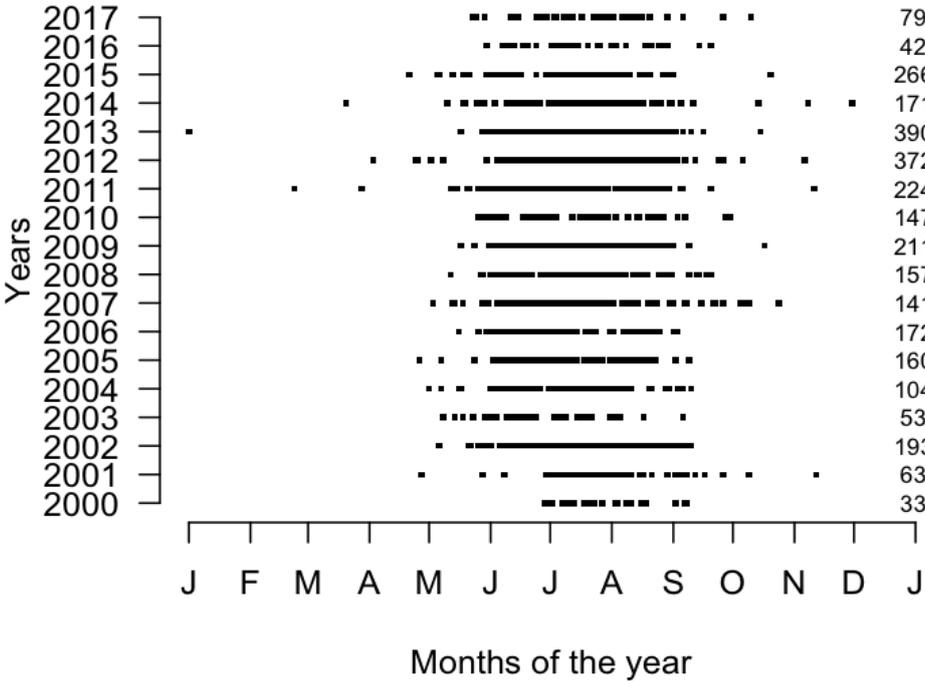


9.2. *Eretmochelys imbricata*

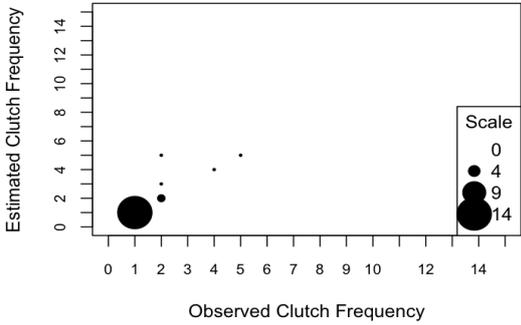
9.2.1. Modèle 2D, saison par saison

D'abord le modèle 2D (OCF-ECF) sera essayé et pour les années où nous avons le plus de données, nous essaierons le modèle 3D (OCF-ECF-Temps).

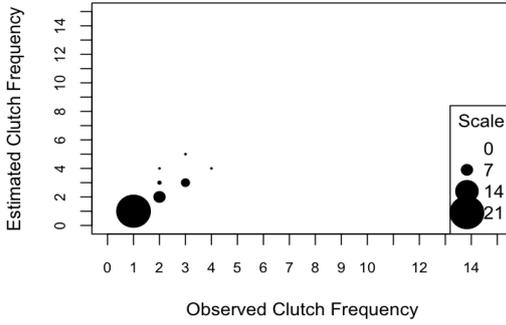
Période de monitoring



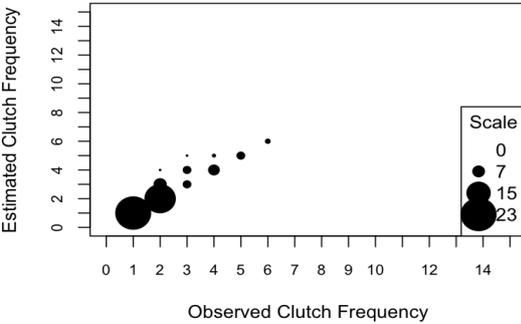
Année: 2000 Nb d'observations: 21



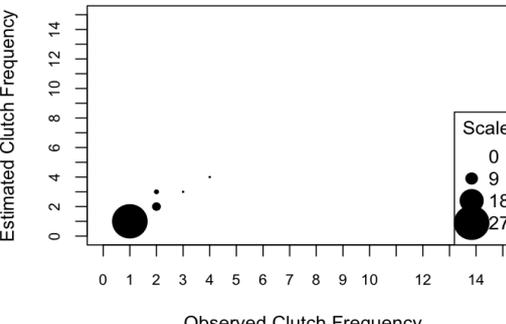
Année: 2001 Nb d'observations: 38

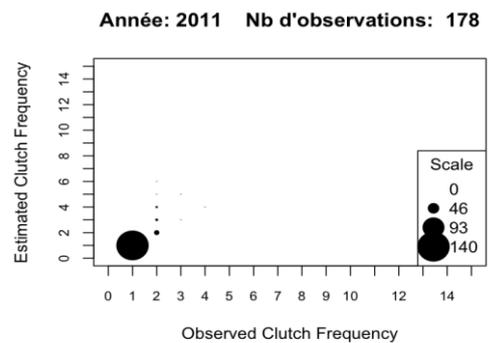
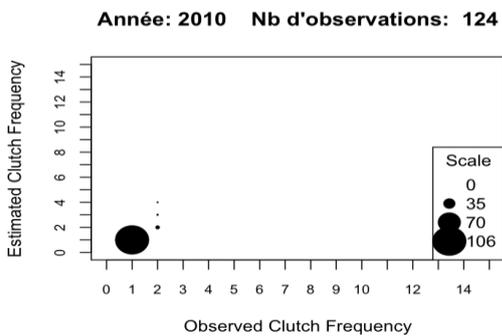
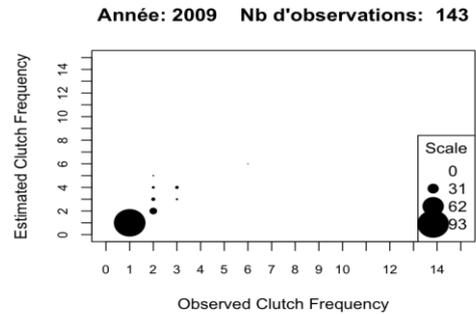
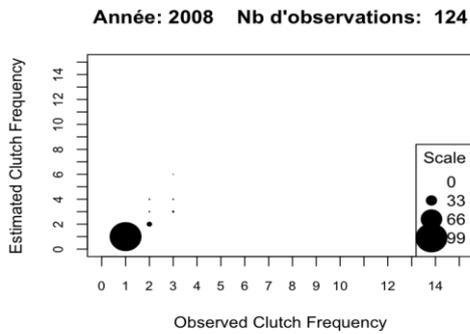
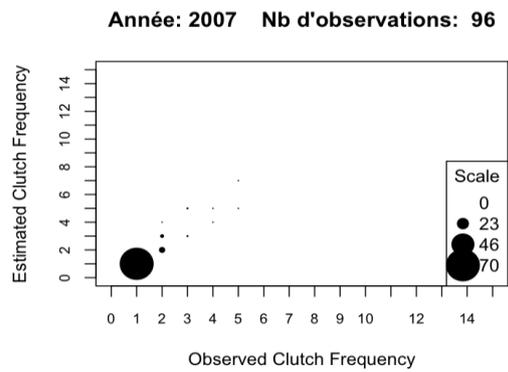
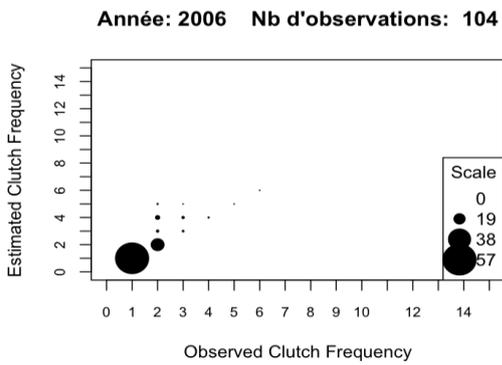
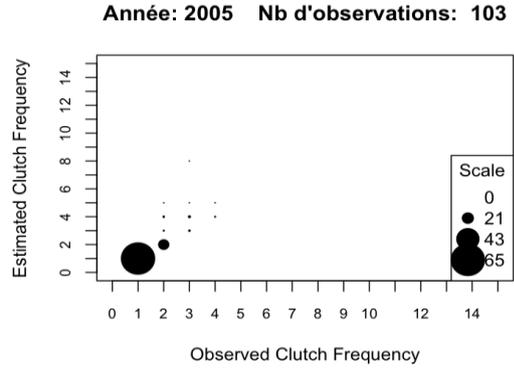
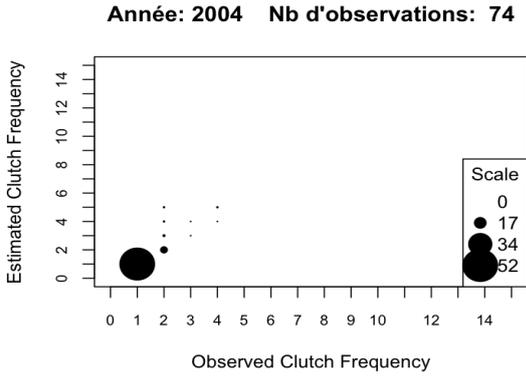


Année: 2002 Nb d'observations: 80

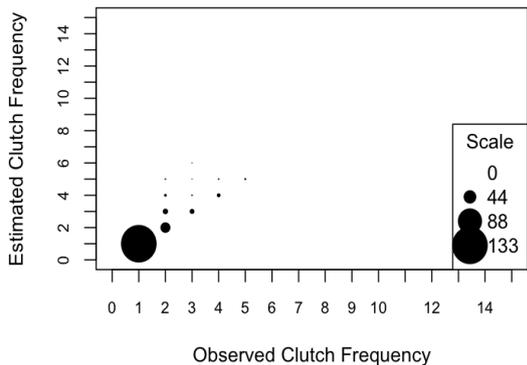


Année: 2003 Nb d'observations: 38

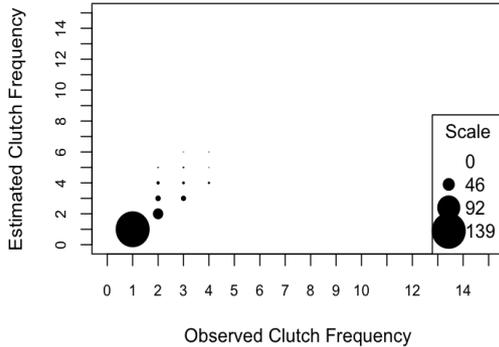




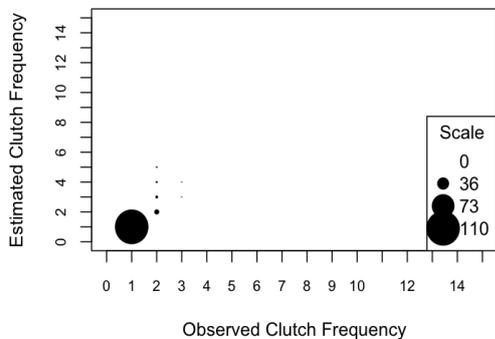
Année: 2012 Nb d'observations: 224



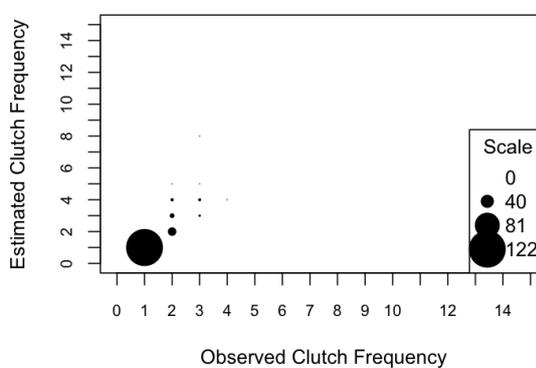
Année: 2013 Nb d'observations: 242



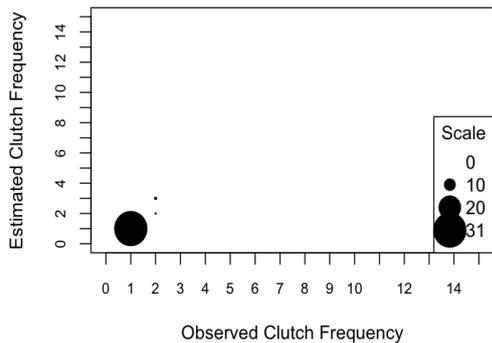
Année: 2014 Nb d'observations: 136



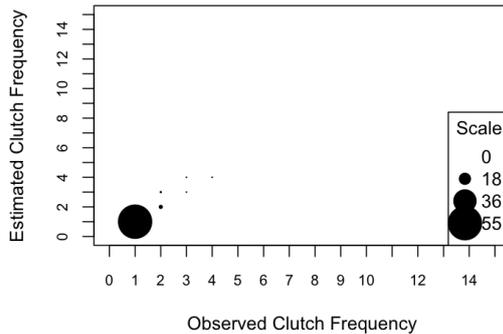
Année: 2015 Nb d'observations: 180

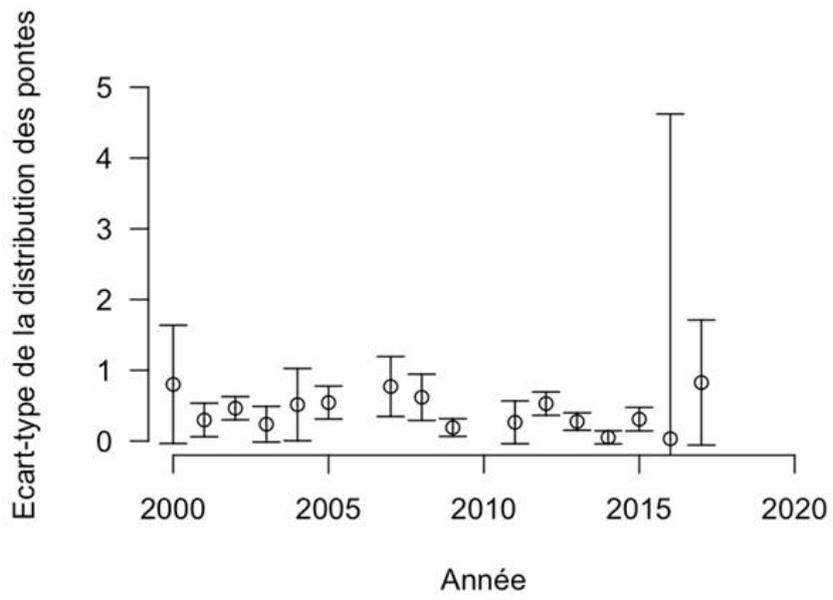
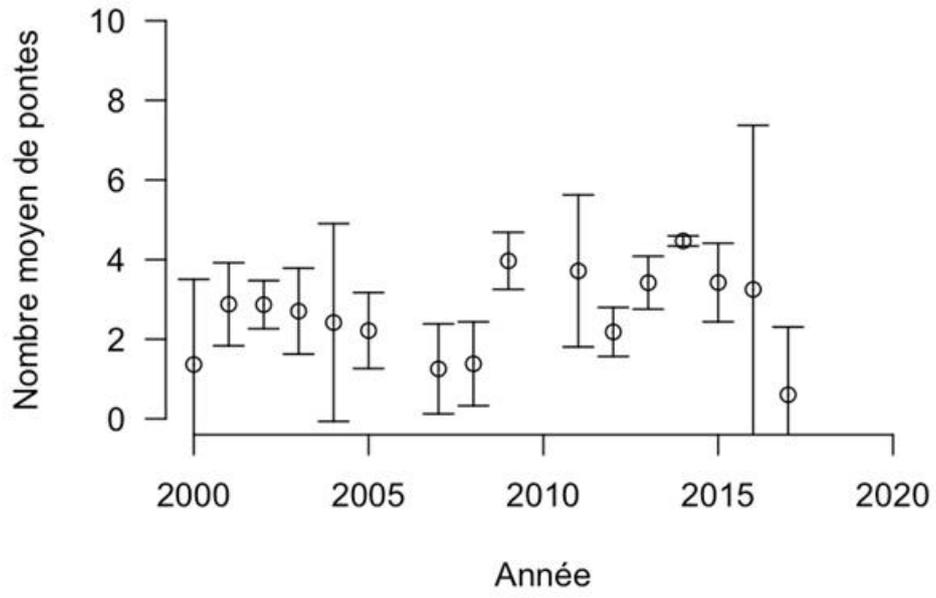


Année: 2016 Nb d'observations: 34

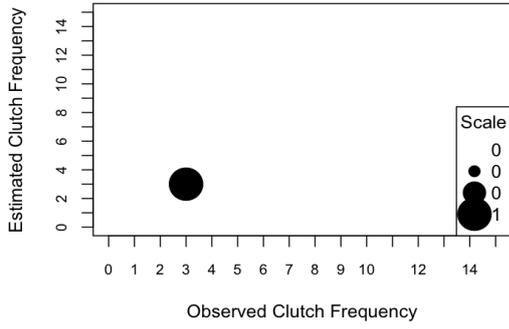


Année: 2017 Nb d'observations: 65

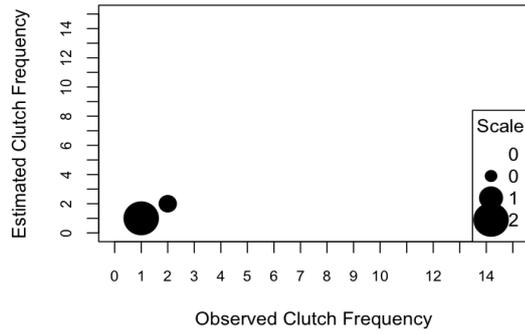




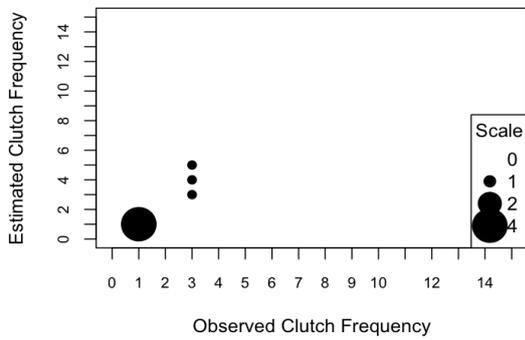
Année: 2003 Nb d'observations: 1



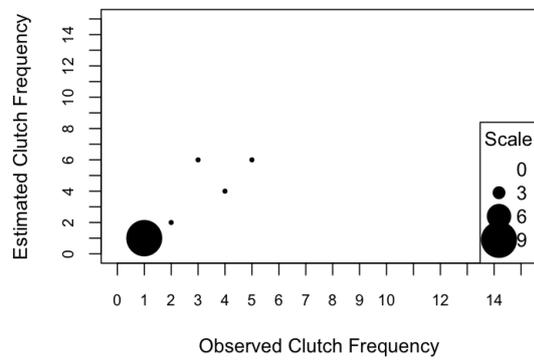
Année: 2005 Nb d'observations: 3



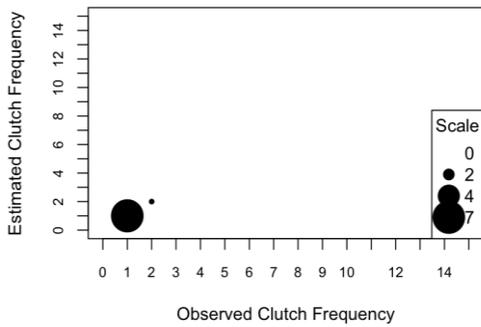
Année: 2006 Nb d'observations: 7



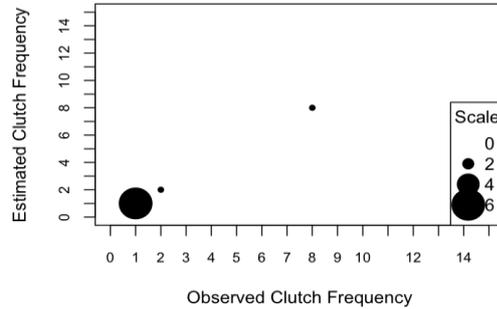
Année: 2007 Nb d'observations: 13



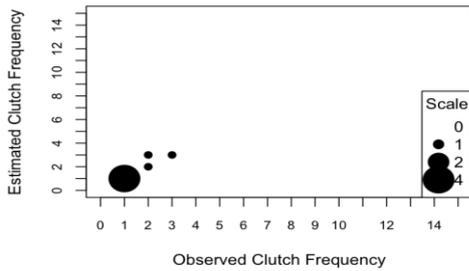
Année: 2008 Nb d'observations: 8



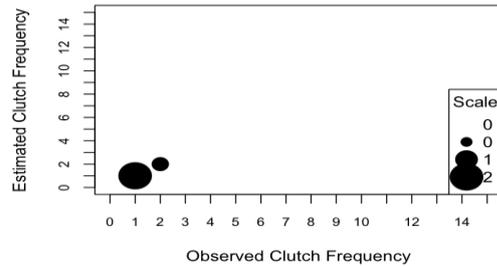
Année: 2009 Nb d'observations: 8



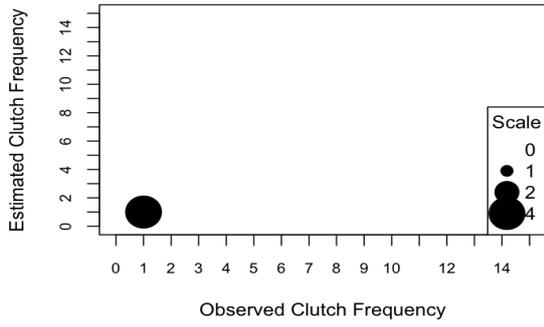
Année: 2010 Nb d'observations: 7



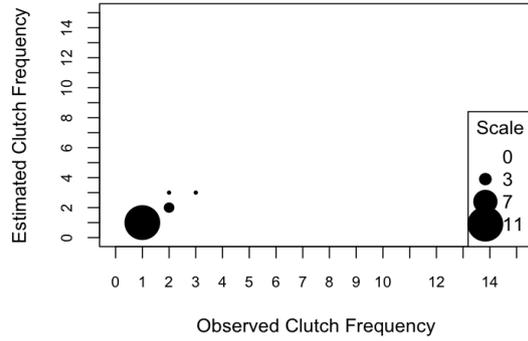
Année: 2011 Nb d'observations: 3



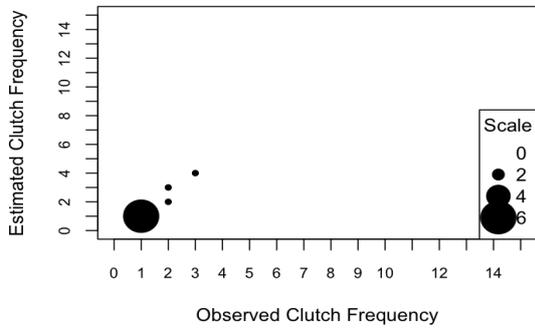
Année: 2013 Nb d'observations: 4



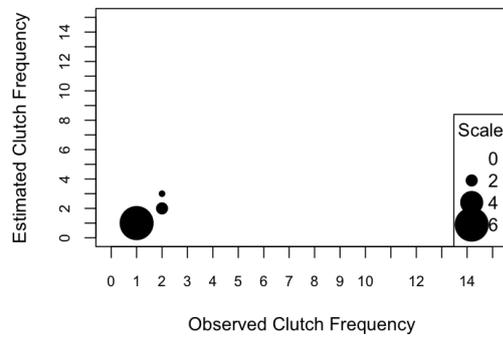
Année: 2014 Nb d'observations: 16



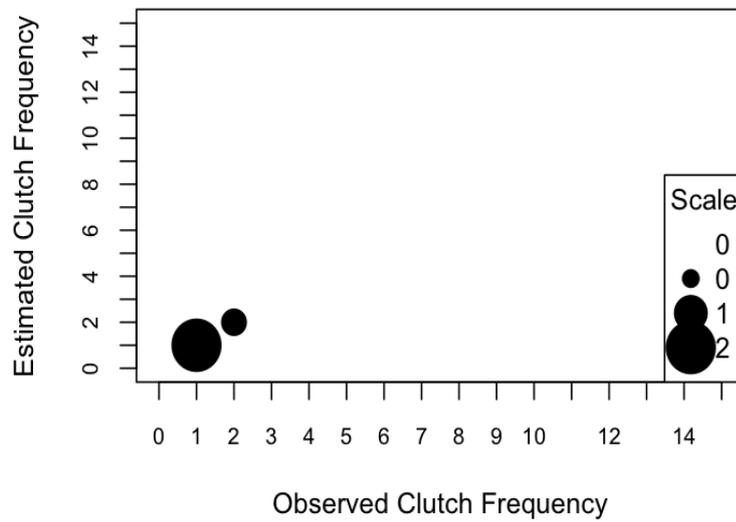
Année: 2015 Nb d'observations: 9

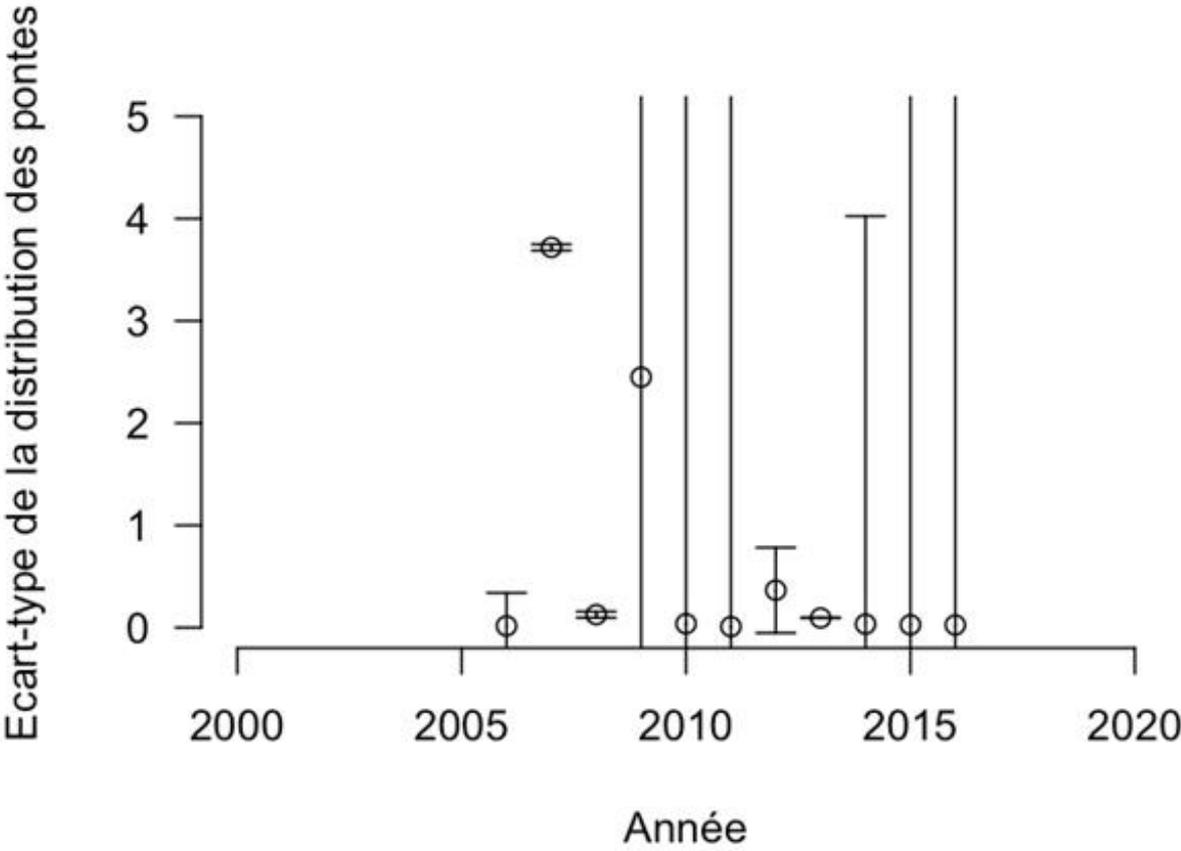
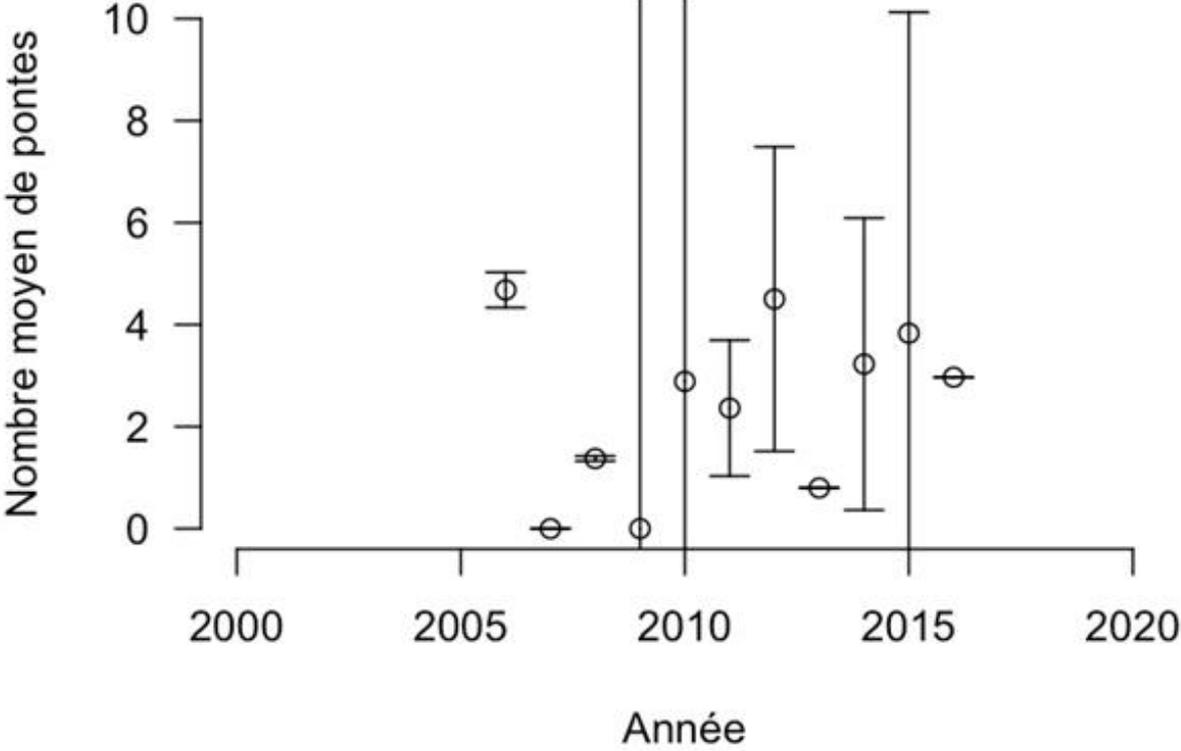


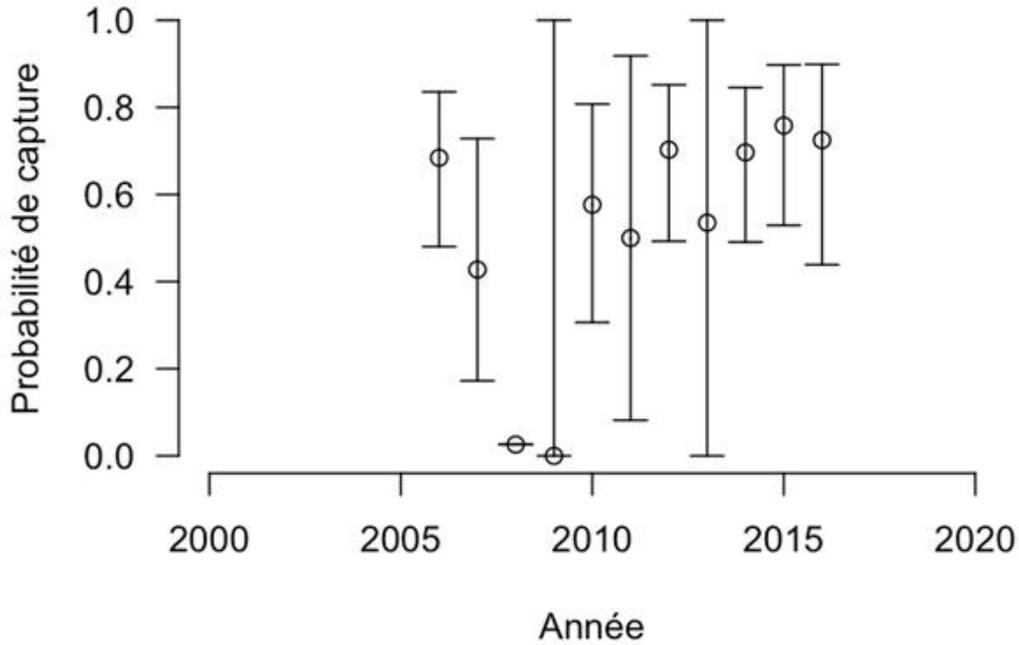
Année: 2016 Nb d'observations: 9



Année: 2017 Nb d'observations: 3







9.4. Modèle OCF-ECF en 3 dimensions pour *Eretmochelys imbricata*

Test de différents modèles sur l'année 2013

L'année 2013 est celle qui a le suivi le plus complet et permet de tester différents modèles qui seront ensuite appliqués sur les autres années.

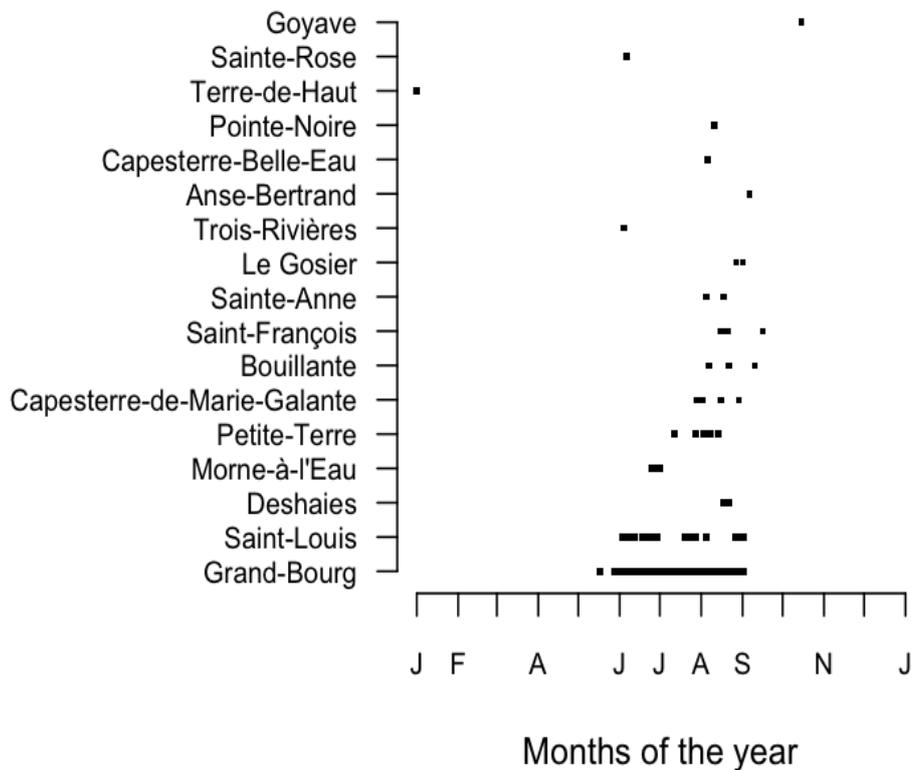
Les modèles testés sont :

- Le modèle 2D sur toutes les données,
- Le modèle 2D sur les deux plages le mieux suivies de la région (Grand-Bourg et Saint-Louis),
- Le modèle 3D avec une seule catégorie de femelles sur les deux plages le mieux suivies de la région (Grand-Bourg et Saint-Louis),
- Le modèle 3D avec deux catégories de femelles sur les deux plages le mieux suivies de la région (Grand-Bourg et Saint-Louis).

Commune	NbObs
Grand-Bourg	290
Saint-Louis	58
Deshaies	10
Morne-à-l'Eau	6
Petite-Terre	5
Capesterre-de-Marie-Galante	4
Bouillante	3
Saint-François	3
Sainte-Anne	2
Le Gosier	2
Trois-Rivières	1

Commune	NbObs
Anse-Bertrand	1
Capesterre-Belle-Eau	1
Pointe-Noire	1
Terre-de-Haut	1
Sainte-Rose	1
Goyave	1

Période de monitoring en 2013



Seules les plages de Grand-Bourg et Saint-Louis ont été suivies de façon suffisamment constante pour être utilisées.

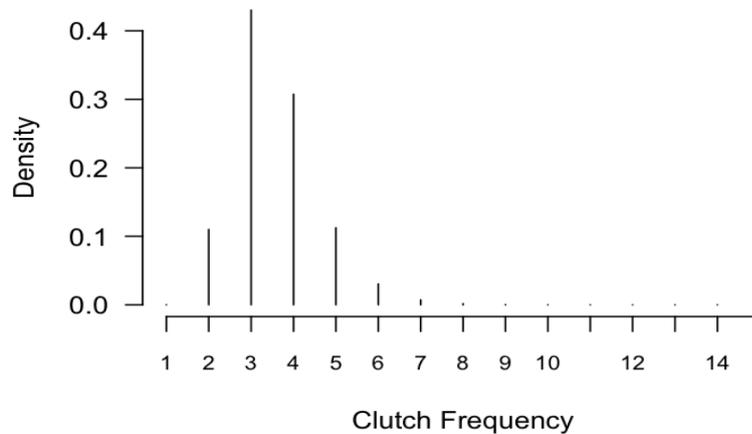
```
## [1] "The lowest AICc (1427.369) is for series m1 with Akaike weight=0.969"
```

```
##      AICc DeltaAICc Akaike_weight
## m1 1427.369  0.00000  0.96885405
## m2 1434.244  6.87486  0.03114595
```

9.5. Rappel du modèle 2D

9.5.a. Ensemble de la Guadeloupe

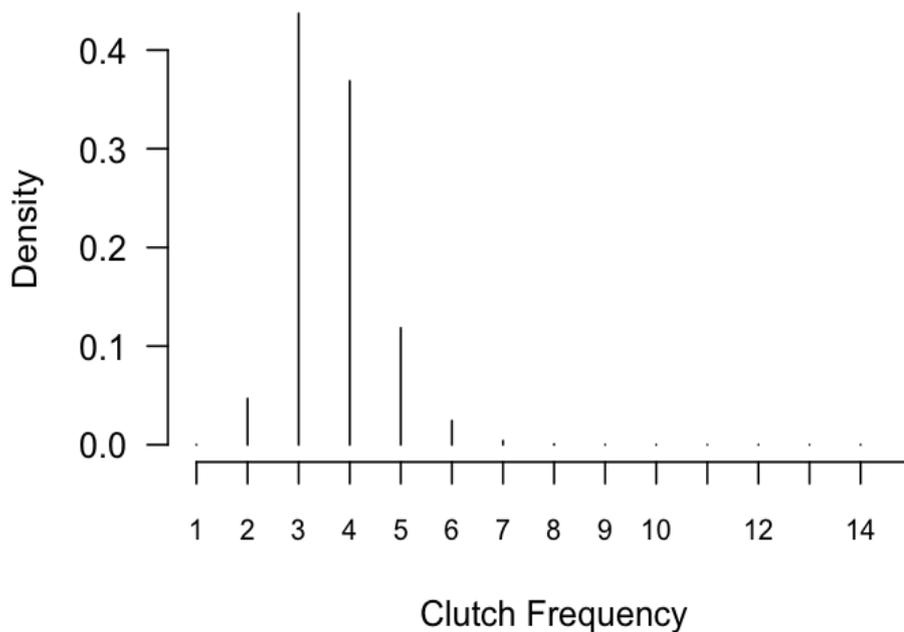
Modèle 2D pour 2013



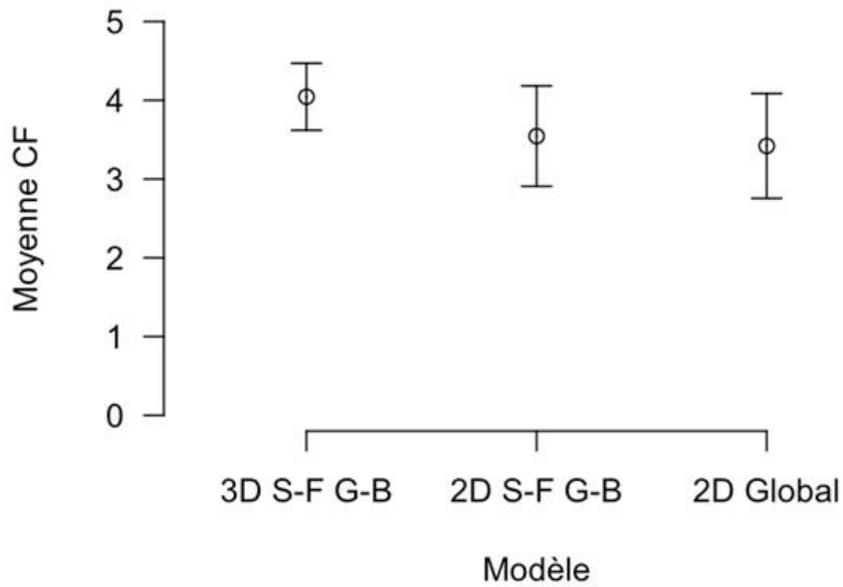
VII.5.b. Seulement sur Saint-Louis et Grand-Bourg

Il est testé maintenant le modèle 2D avec seulement les deux plages les plus suivies en 2013: Saint-Louis et Grand-Bourg.

Modèle 2D pour 2013



Le nombre moyen de ponte est 4.0446093 (SE 0.2170125) avec le modèle 3D, de 3.5451822 (SE 0.3251096) avec le modèle 2D avec seulement Saint-François et Grand-Bourg et de 3.4199837 (SE 0.3396454) avec le modèle 2D global. Mais en prenant en compte l'erreur standard, ce trois modèles sont équivalents. Le modèle 3D est cependant préférable, car il a une erreur standard plus faible.



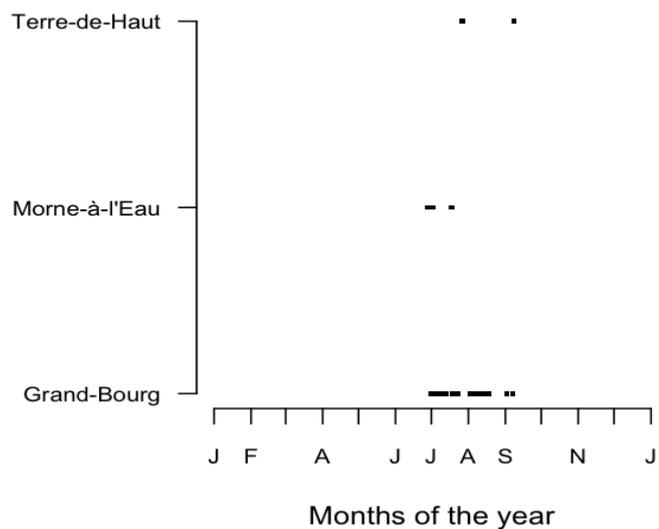
On constate que les modèles donnent des moyennes non significativement différentes (les intervalles de confiance de la moyenne sont chevauchant), mais que le modèle 3D présente l'incertitude la plus faible.

9.5.c. Application du modèle sur toutes les années

Saison 2000

Commune	NbObs
Grand-Bourg	27
Morne-à-l'Eau	4
Terre-de-Haut	2

Période de monitoring en 2000

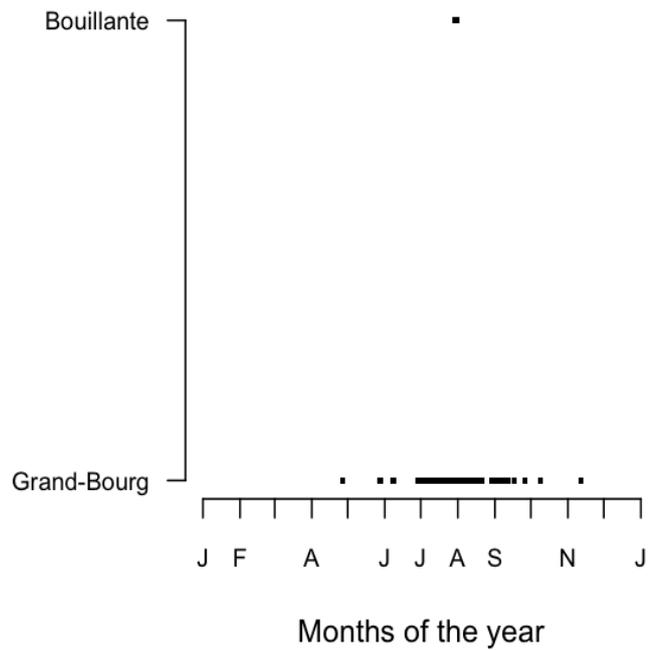


Aucune plage n'a été suivie suffisamment pour être exploitée par cette méthode.

Saison 2001

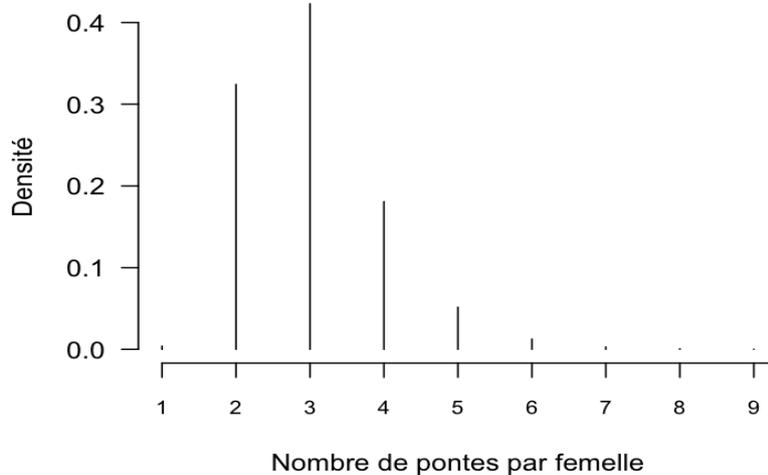
Commune	NbObs
Grand-Bourg	61
Bouillante	2

Période de monitoring en 2001

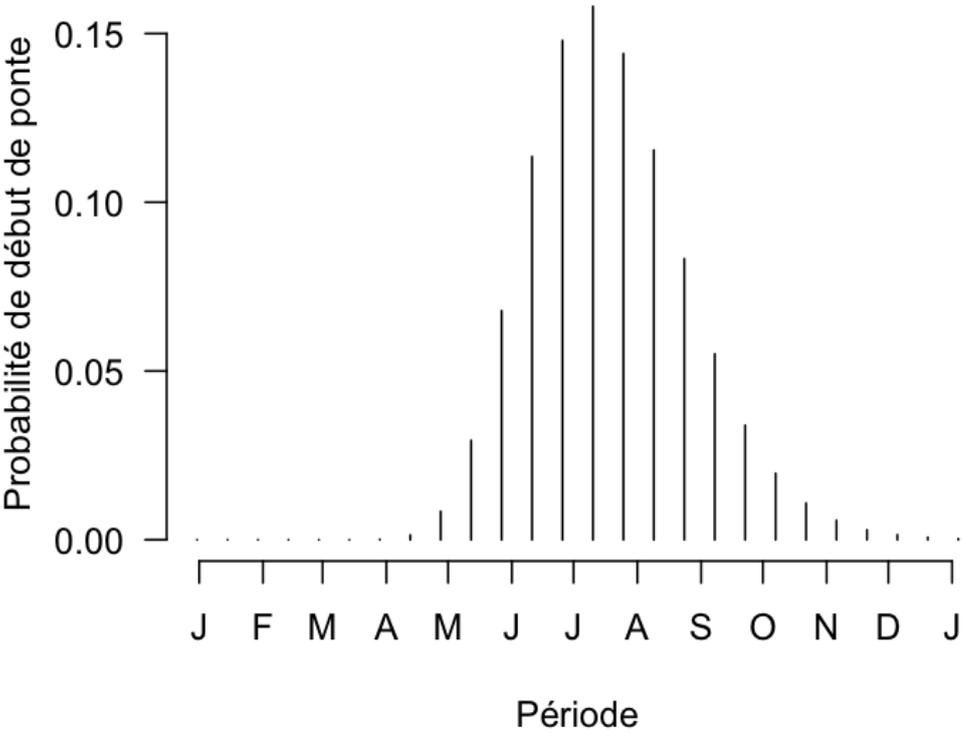


Seule la plage de Grand-Bourg a été suivie de façon suffisamment constante pour être utilisée.

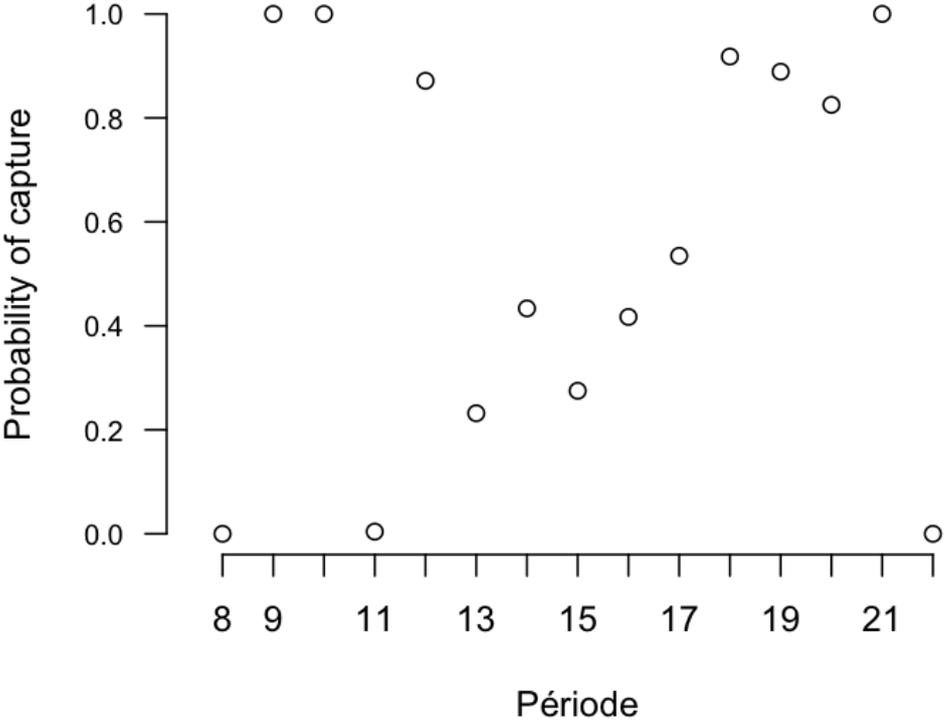
Nombre de pontes par femelle en 2001



Début de la ponte en 2001



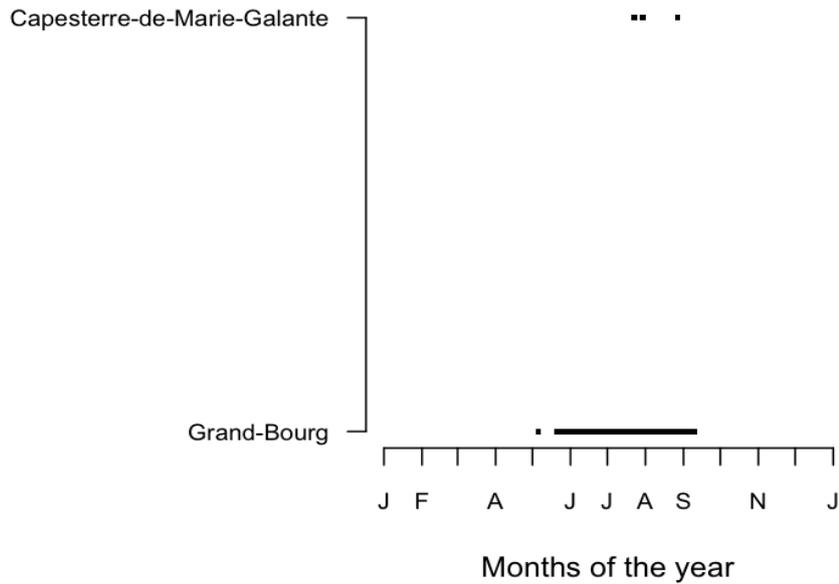
SE using delta method



Saison 2002

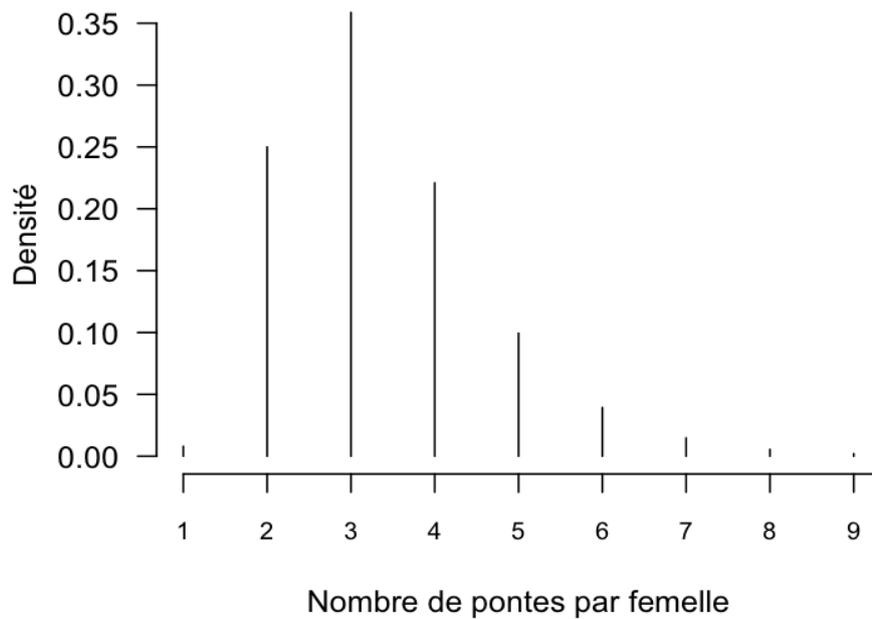
Commune	NbObs
Grand-Bourg	189
Capesterre-de-Marie-Galante	4

Période de monitoring en 2002

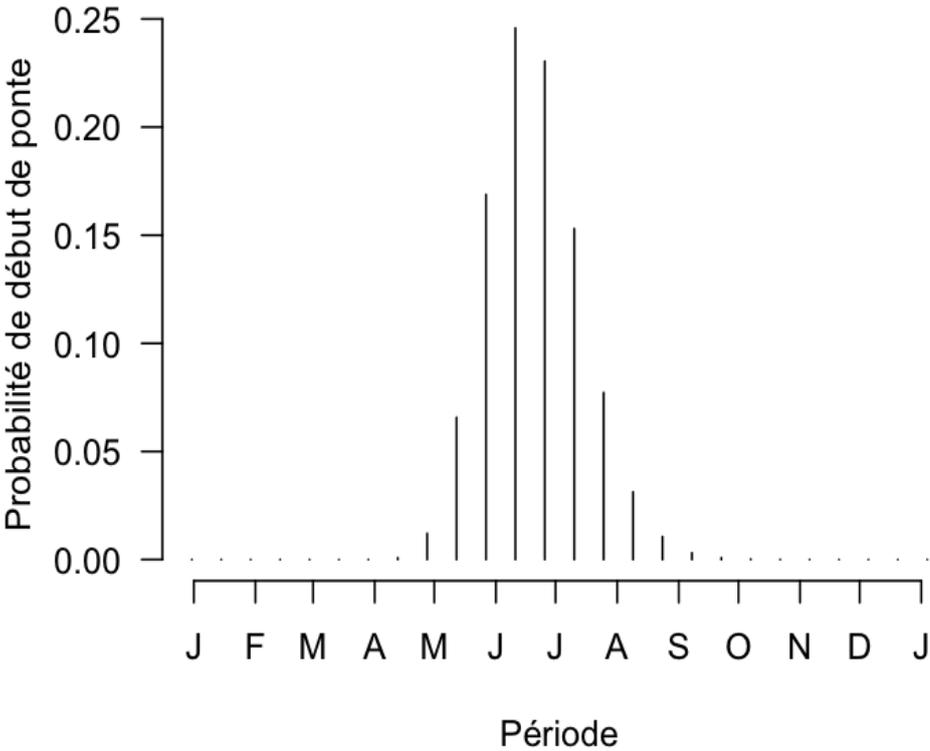


Seule la plage de Grand-Bourg a été suivie de façon suffisamment constante pour être utilisée.

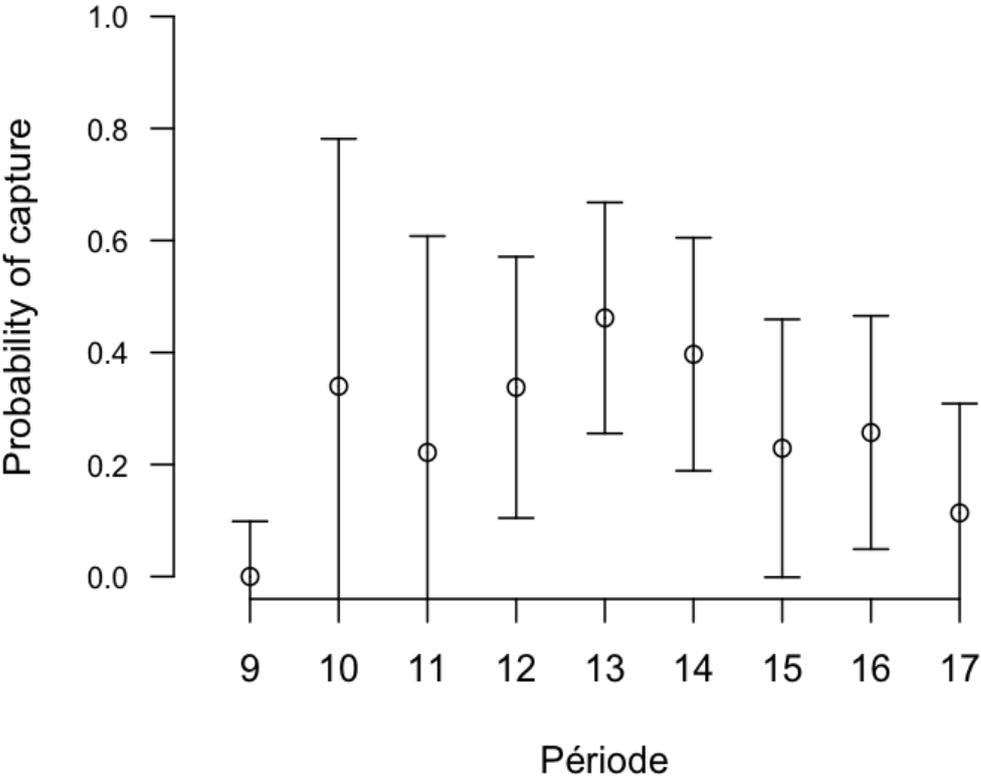
Nombre de pontes par femelle en 2002



Début de la ponte en 2002



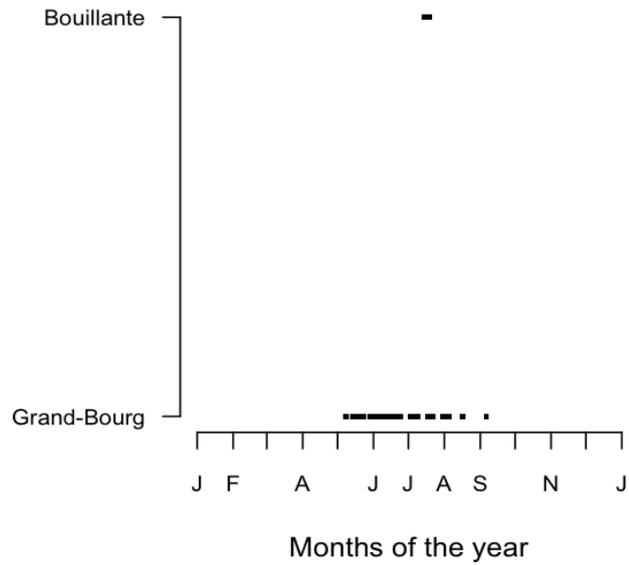
SE using delta method



Saison 2003

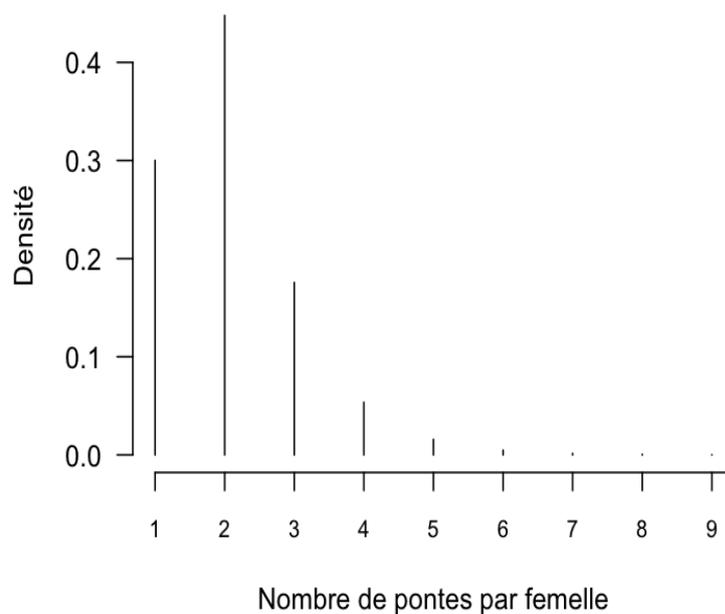
Commune	NbObs
Grand-Bourg	51
Bouillante	2

Période de monitoring en 2003

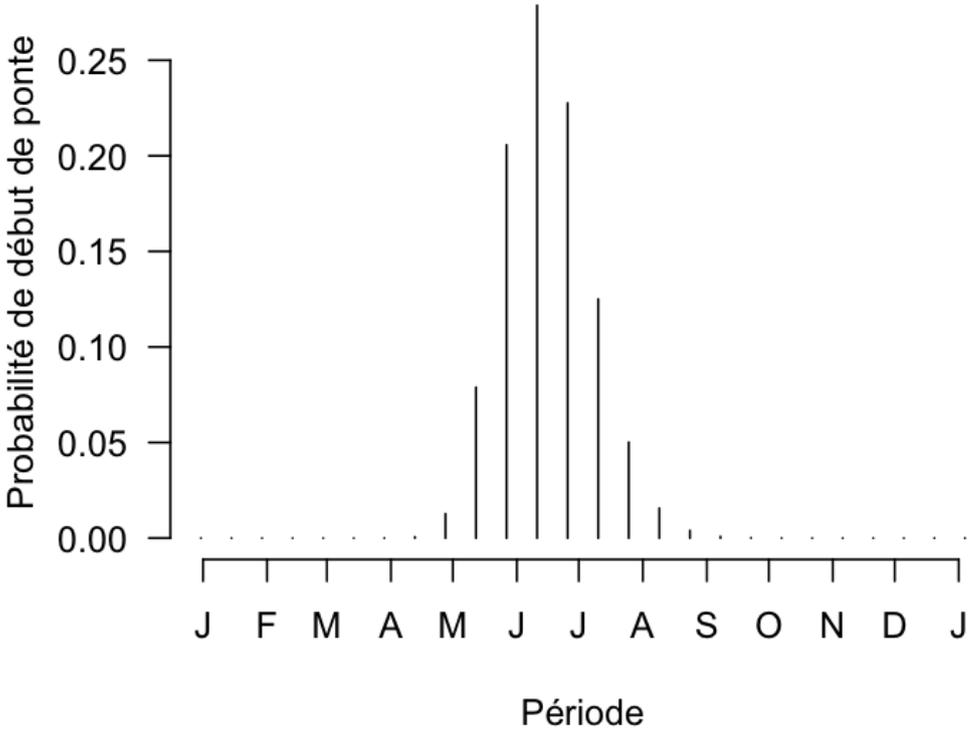


Seule la plage de Grand-Bourg a été suivie de façon suffisamment constante pour être utilisée.

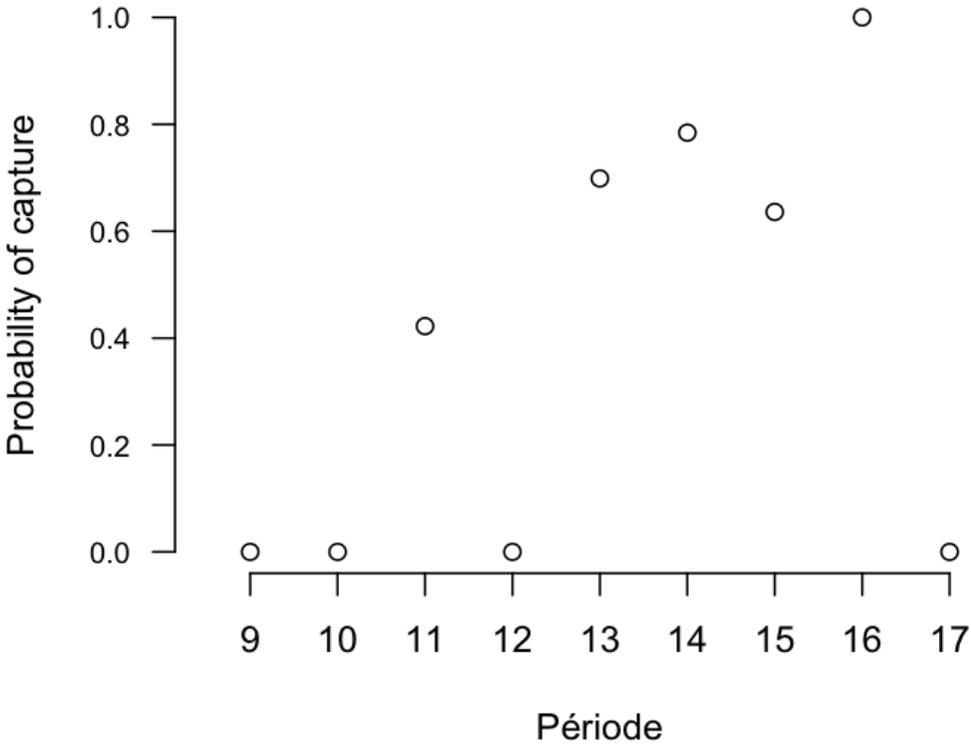
Nombre de pontes par femelle en 2003



Début de la ponte en 2003



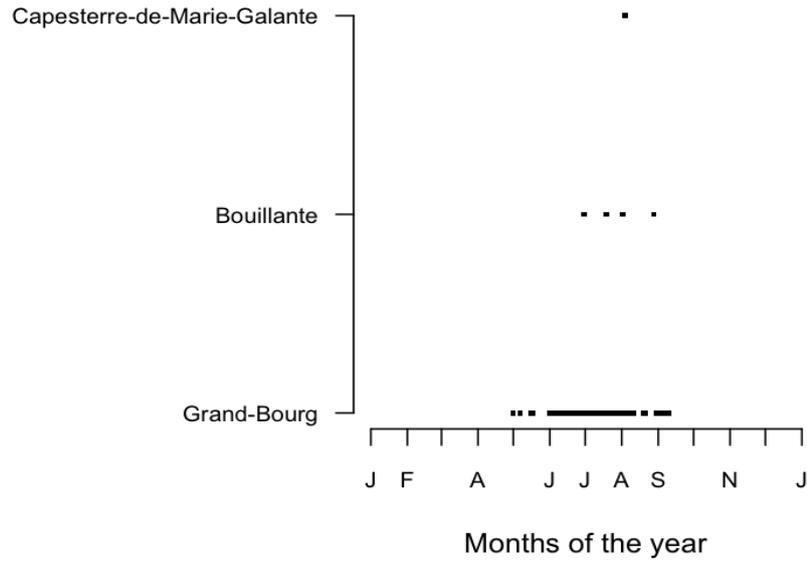
SE using delta method



Saison 2004

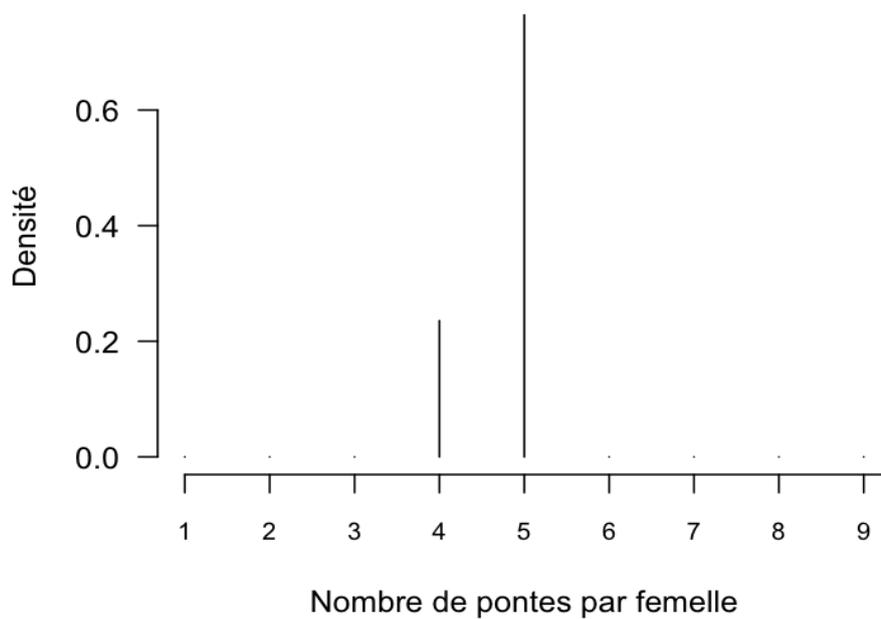
Commune	NbObs
Grand-Bourg	99
Bouillante	4
Capesterre-de-Marie-Galante	1

Période de monitoring en 2004

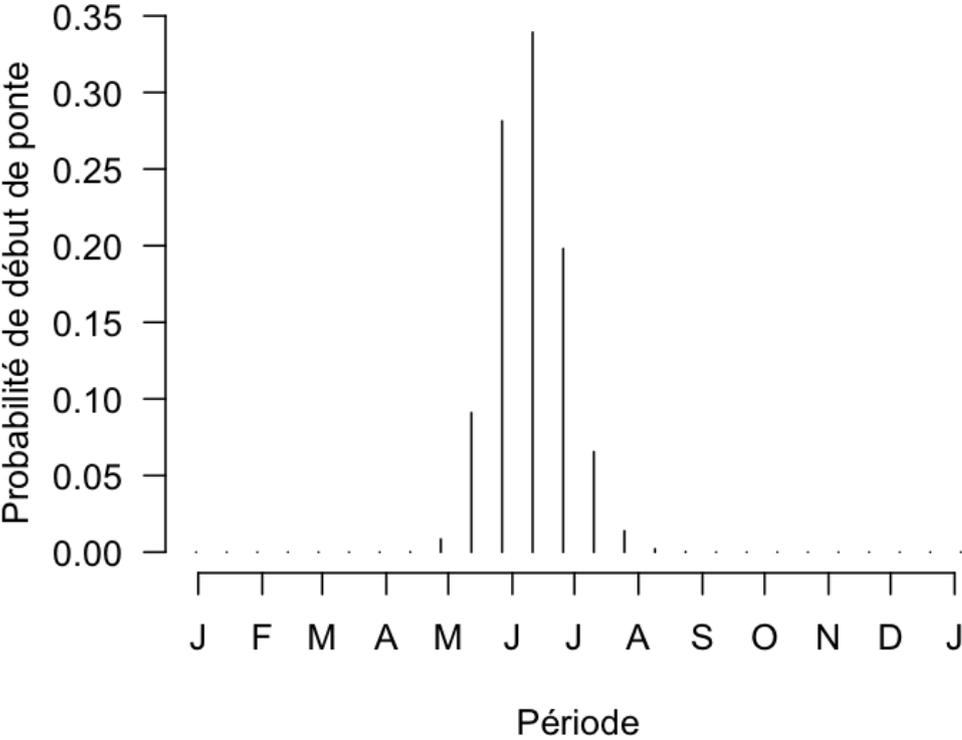


Seule la plage de Grand-Bourg a été suivie de façon suffisamment constante pour être utilisée.

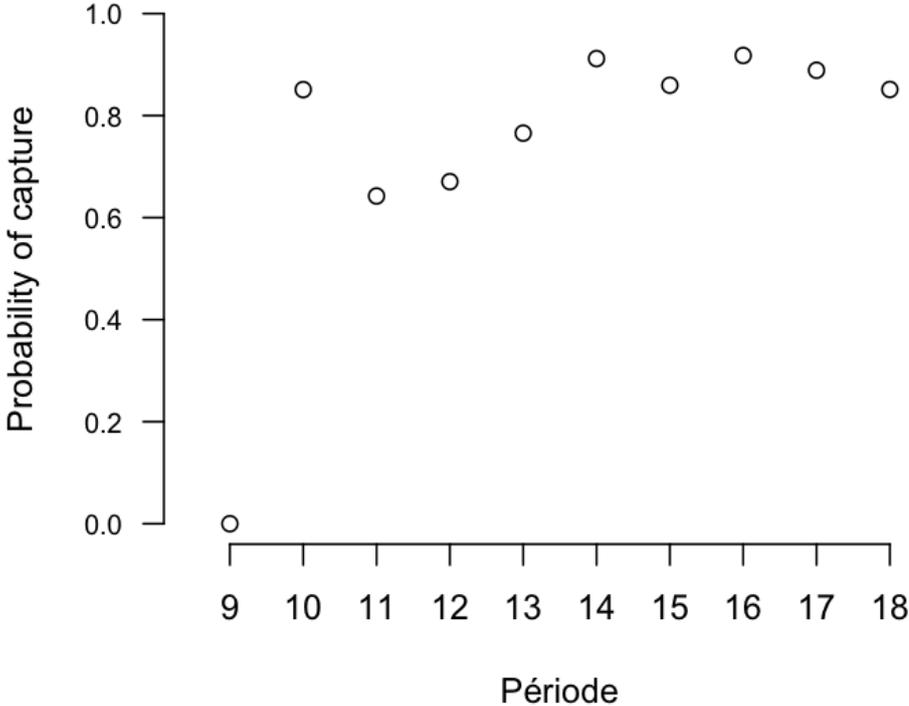
Nombre de pontes par femelle en 2004



Début de la ponte en 2004



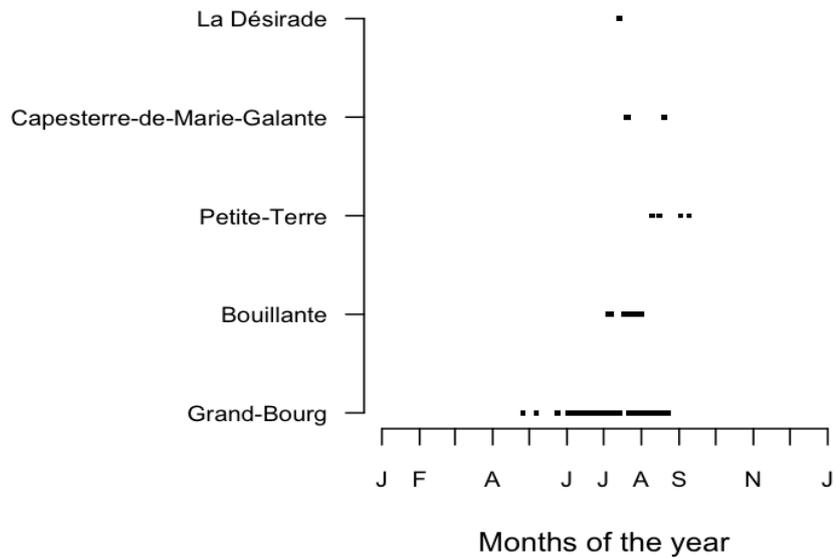
SE using delta method



Saison 2005

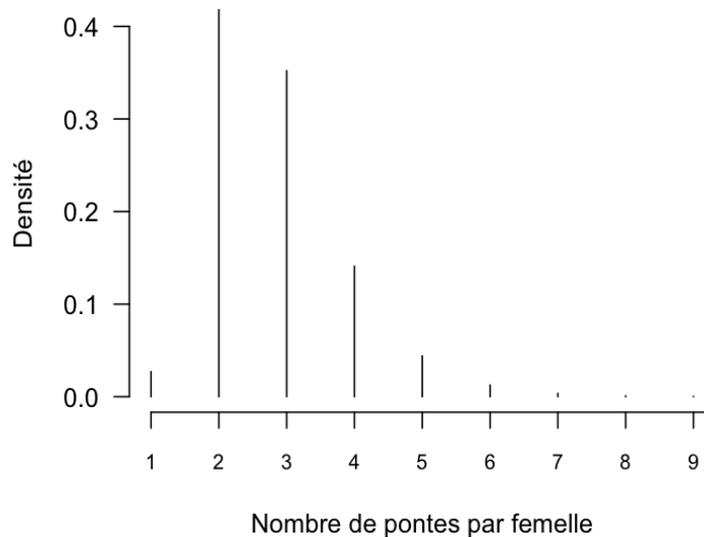
Commune	NbObs
Grand-Bourg	143
Bouillante	7
Petite-Terre	6
Capesterre-de-Marie-Galante	3
La Désirade	1

Période de monitoring en 2005

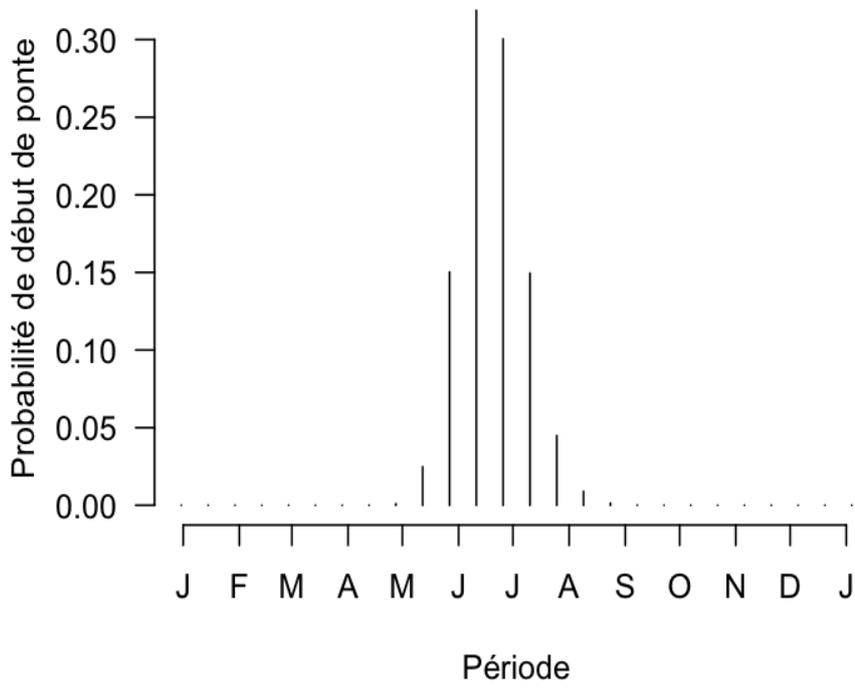


Seule la plage de Grand-Bourg a été suivie de façon suffisamment constante pour être utilisée.

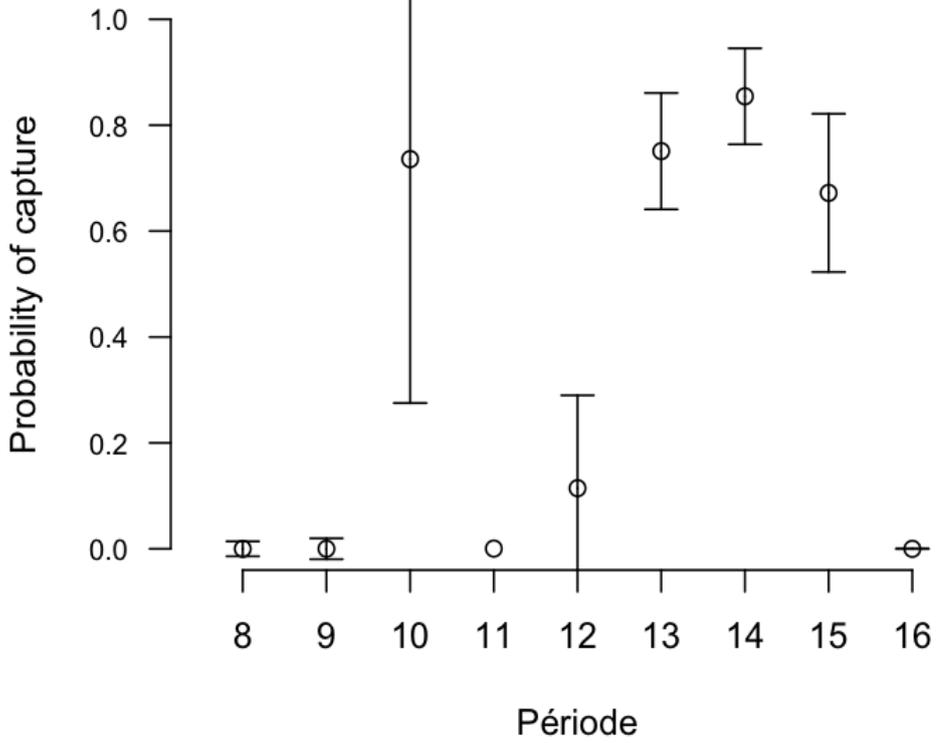
Nombre de pontes par femelle en 2005



Début de la ponte en 2005



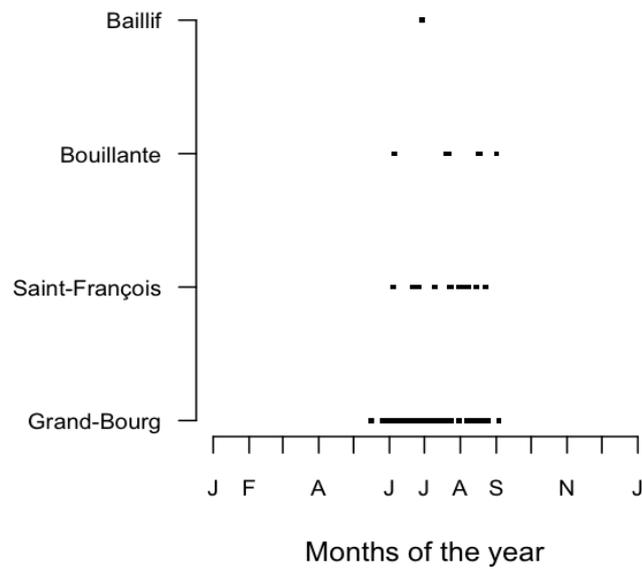
SE using delta method



Saison 2006

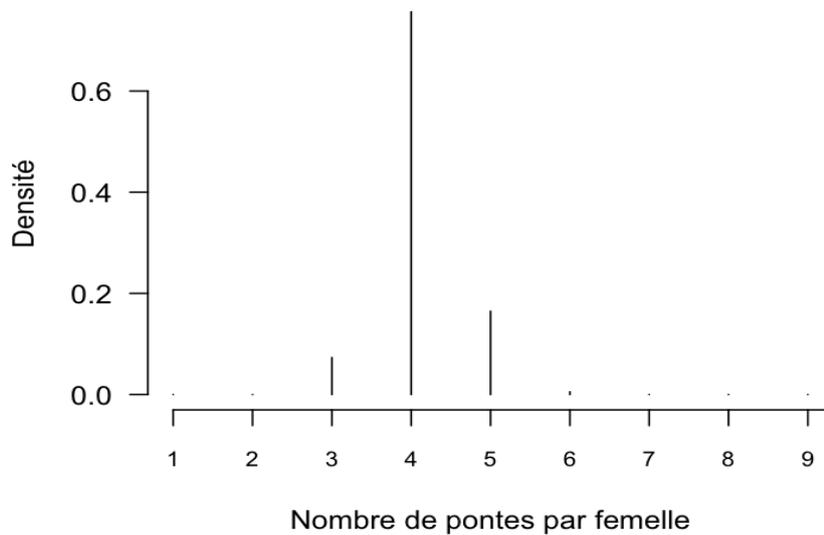
Commune	NbObs
Grand-Bourg	153
Saint-François	12
Bouillante	6
Baillif	1

Période de monitoring en 2006

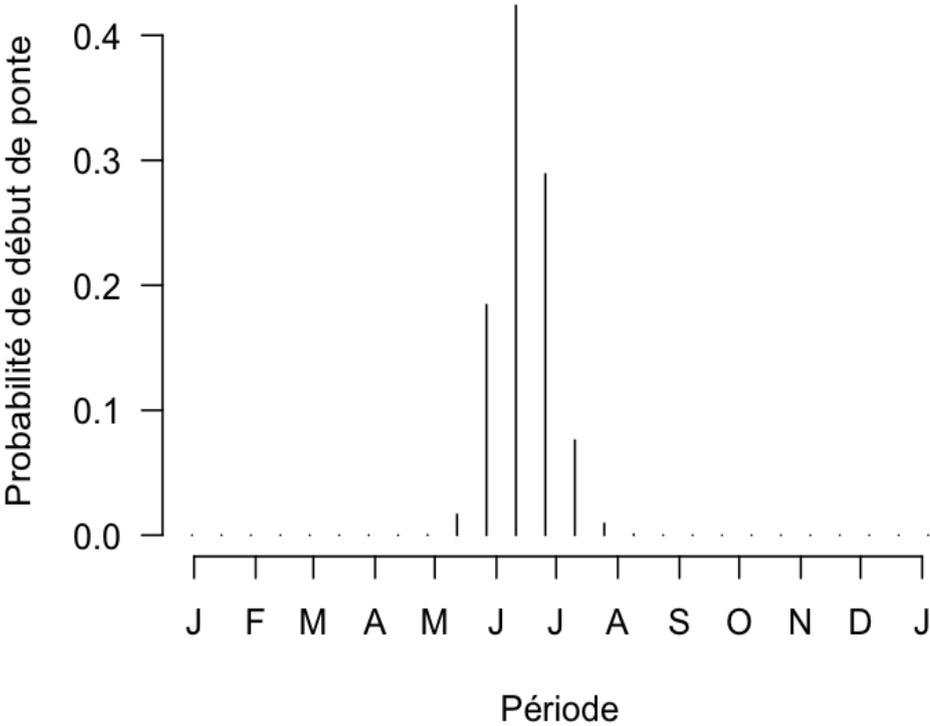


Seules les plages de Grand-Bourg et Saint-François ont été suivies de façon suffisamment constante pour être utilisées.

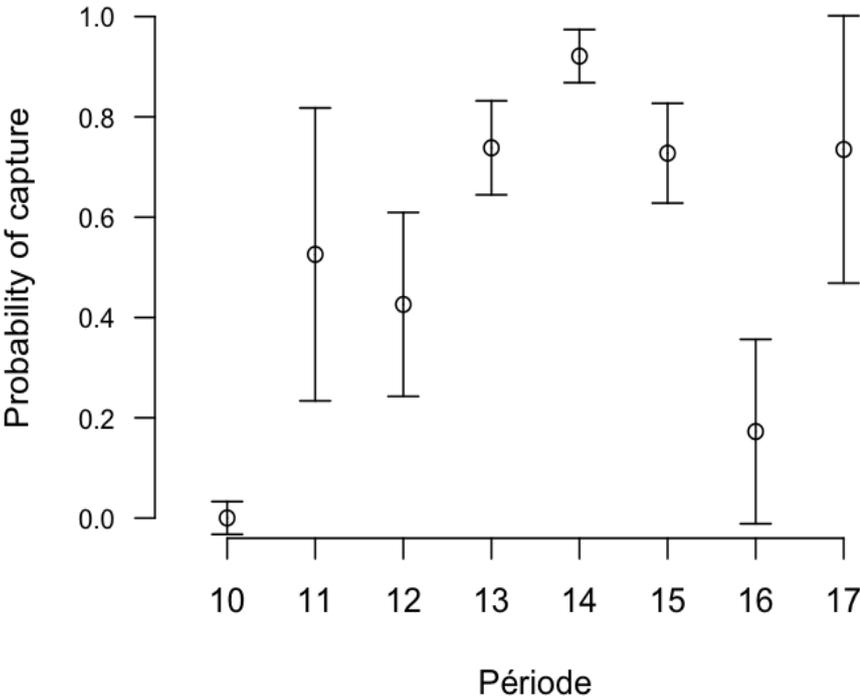
Nombre de pontes par femelle en 2006



Début de la ponte en 2006



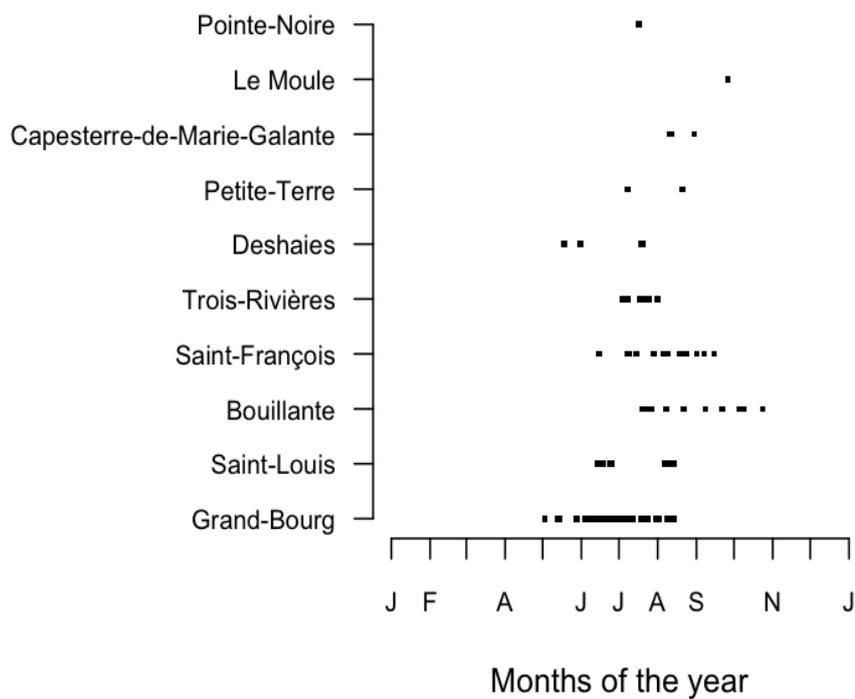
SE using delta method



Saison 2007

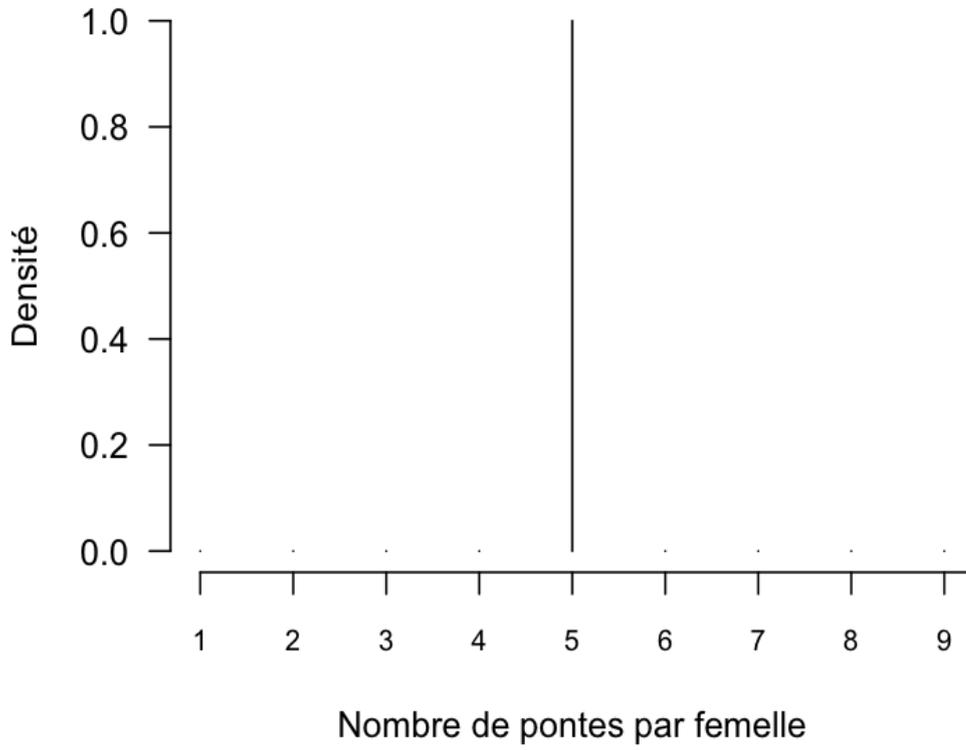
Commune	NbObs
Grand-Bourg	79
Saint-Louis	15
Bouillante	15
Saint-François	13
Trois-Rivières	7
Deshaies	4
Petite-Terre	3
Capesterre-de-Marie-Galante	3
Le Moule	1
Pointe-Noire	1

Période de monitoring en 2007

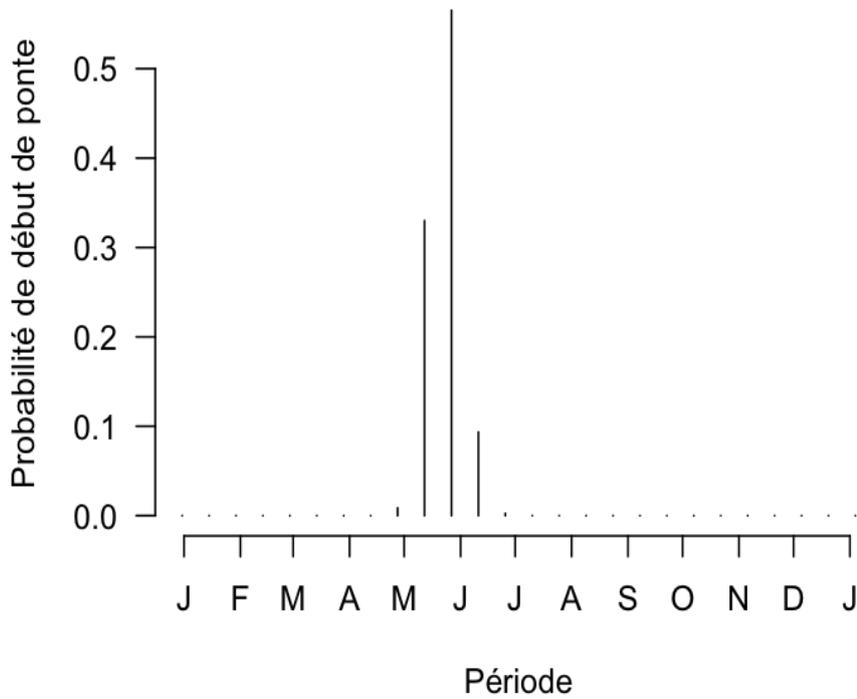


Seule la plage de Grand-Bourg a été suivie de façon suffisamment constante pour être utilisée.

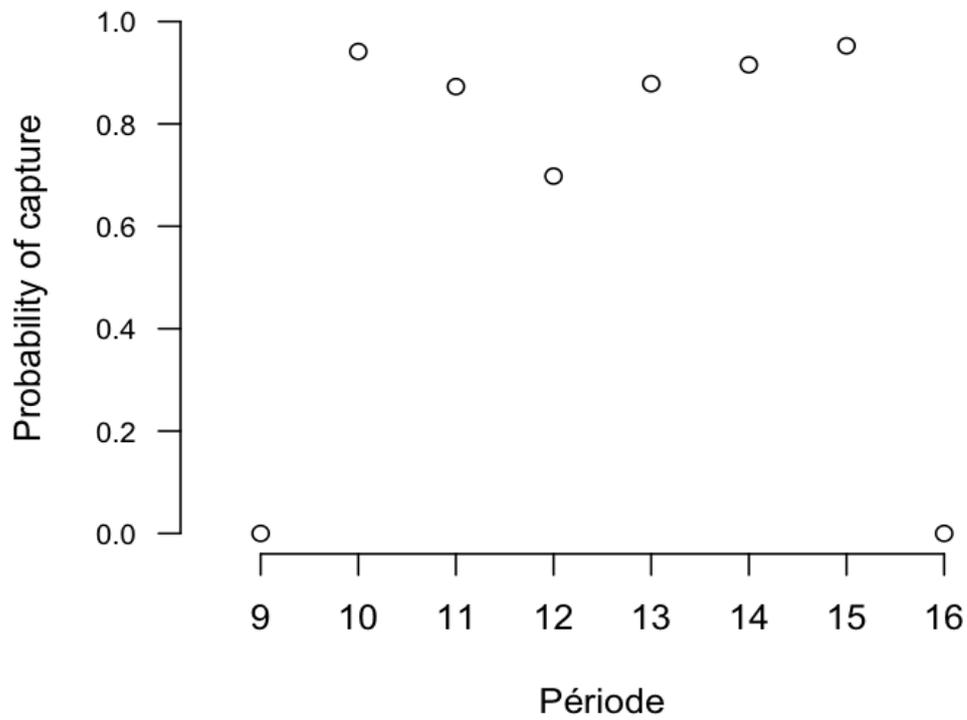
Nombre de pontes par femelle en 2007



Début de la ponte en 2007



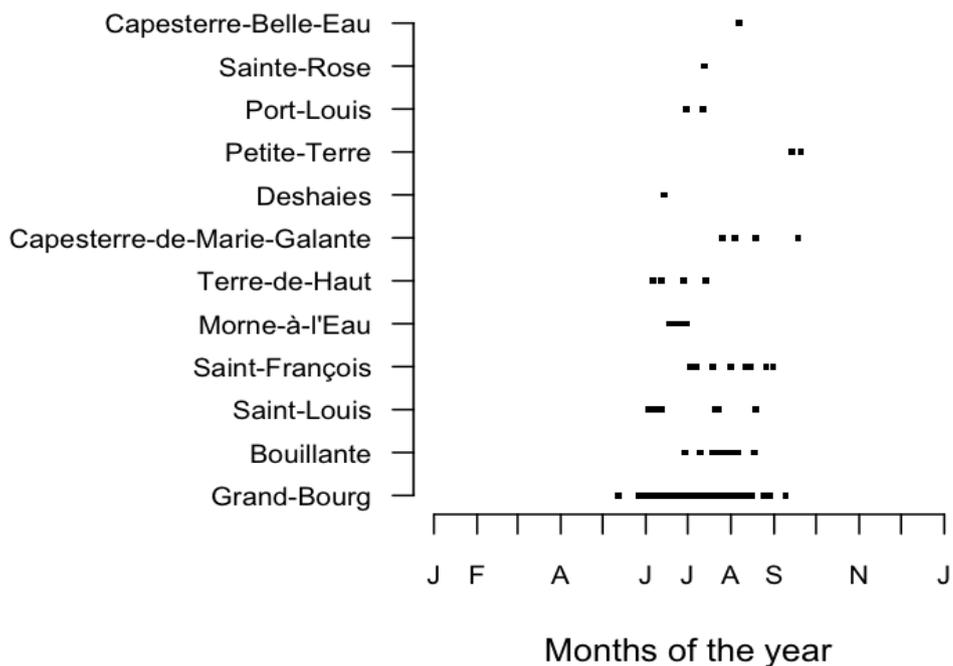
SE using delta method



Saison 2008

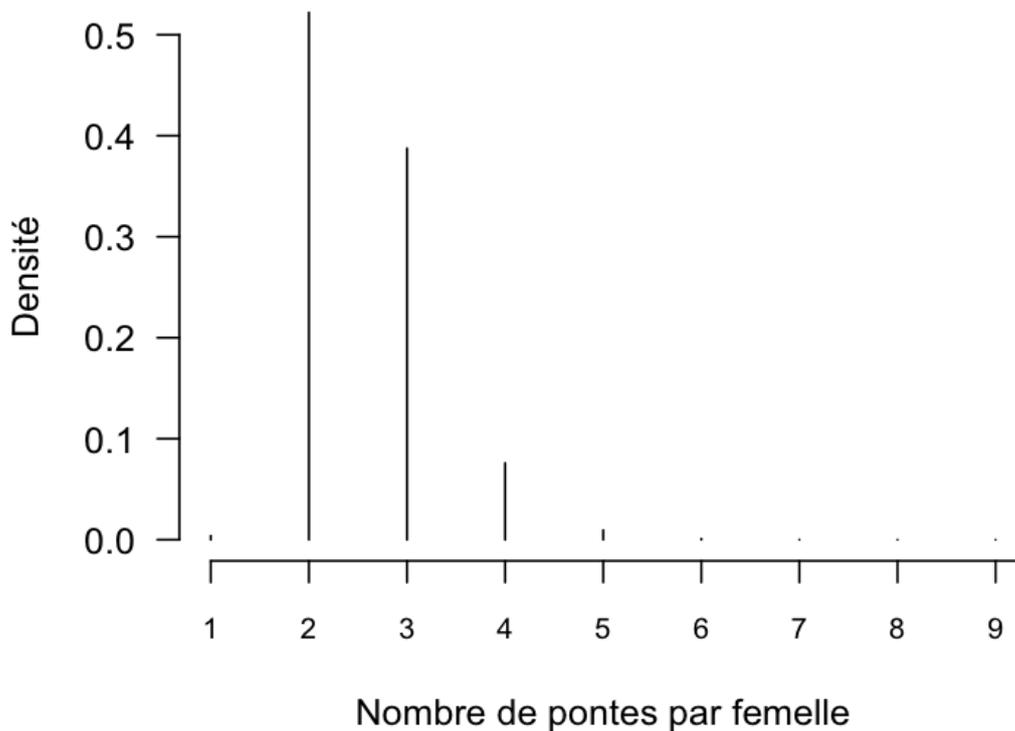
Commune	NbObs
Grand-Bourg	91
Bouillante	15
Saint-Louis	14
Saint-François	10
Morne-à-l'Eau	9
Terre-de-Haut	4
Capesterre-de-Marie-Galante	4
Deshaies	3
Petite-Terre	3
Port-Louis	2
Sainte-Rose	1
Capesterre-Belle-Eau	1

Période de monitoring en 2008

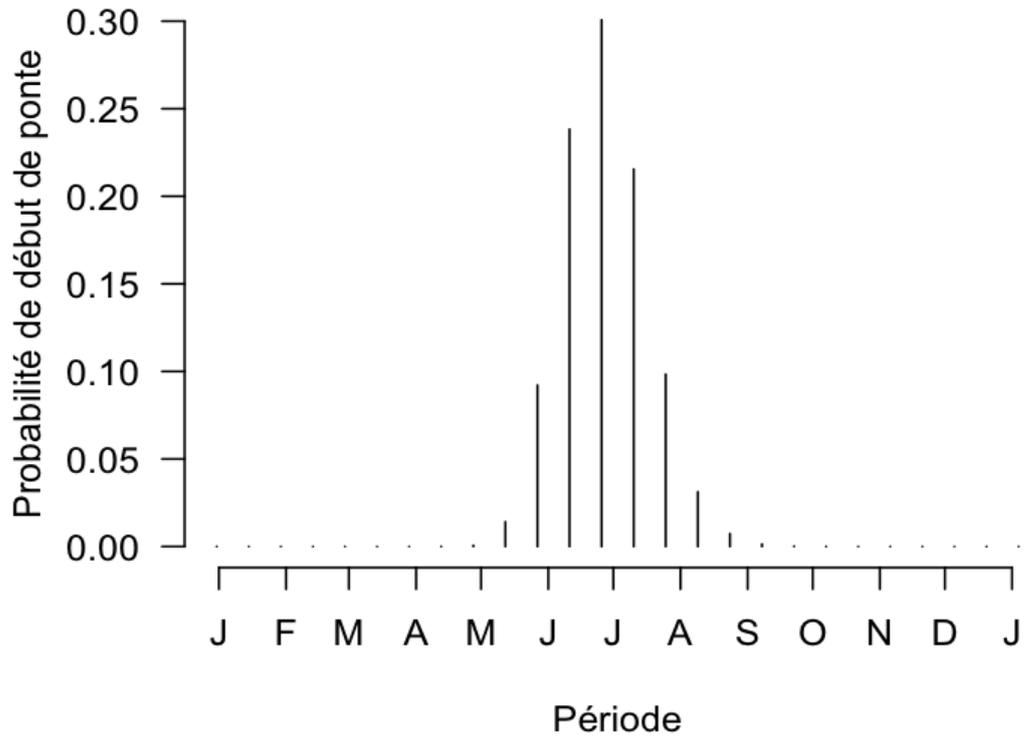


Seule la plage de Grand-Bourg a été suivie de façon suffisamment constante pour être utilisée.

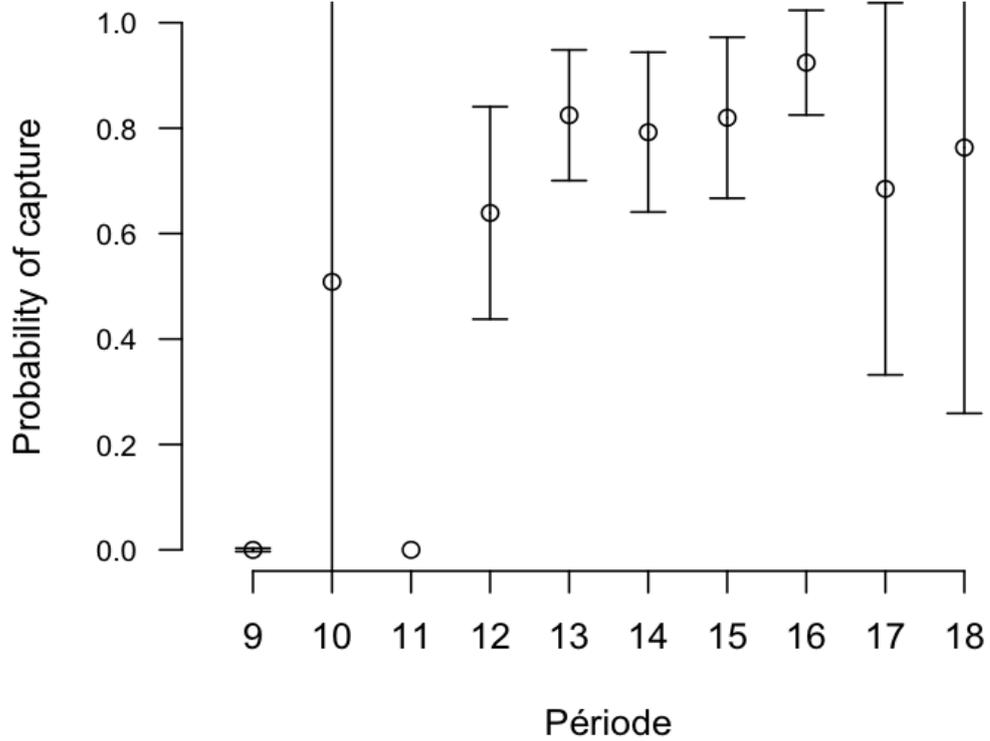
Nombre de pontes par femelle en 2008



Début de la ponte en 2008



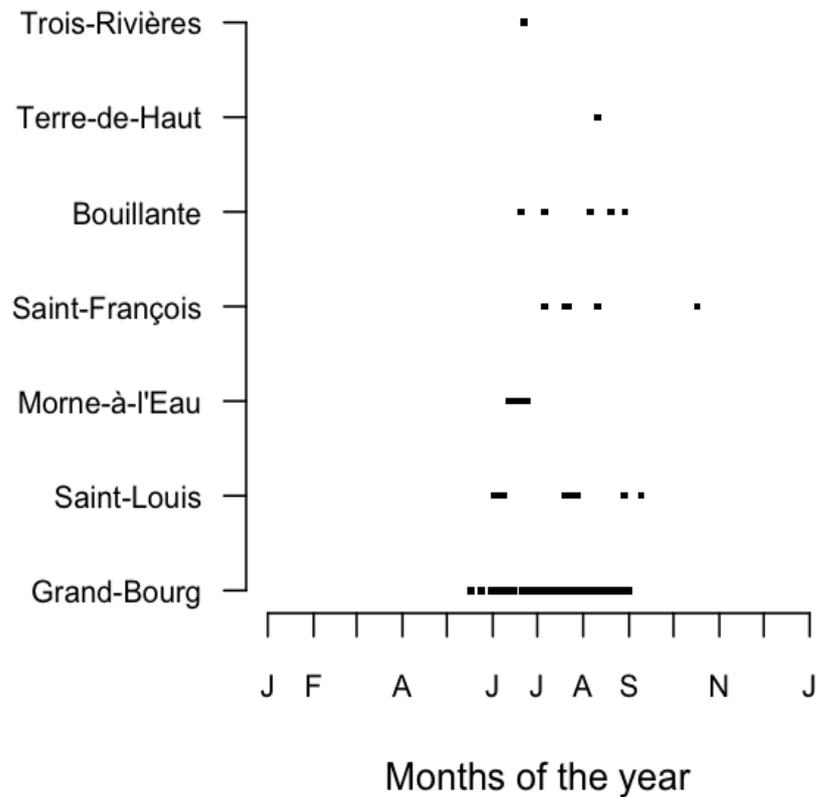
SE using delta method



Saison 2009

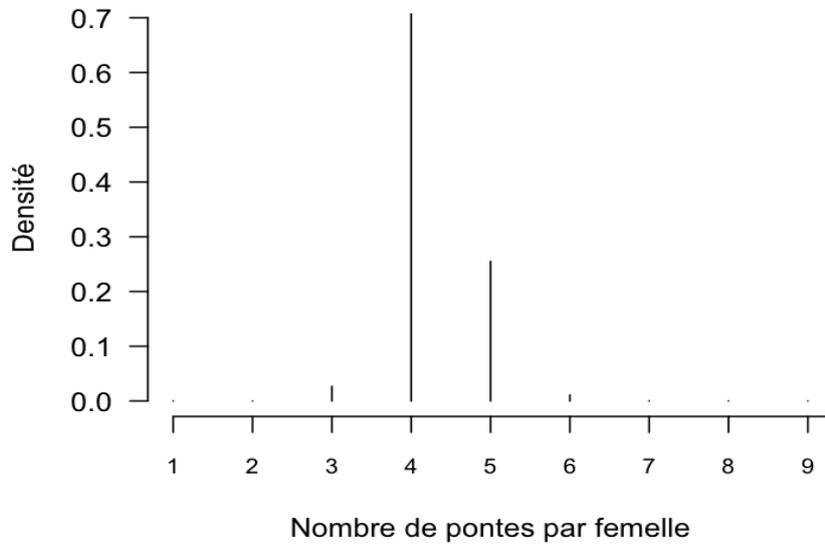
Commune	NbObs
Grand-Bourg	168
Saint-Louis	21
Morne-à-l'Eau	10
Saint-François	5
Bouillante	5
Terre-de-Haut	1
Trois-Rivières	1

Période de monitoring en 2009

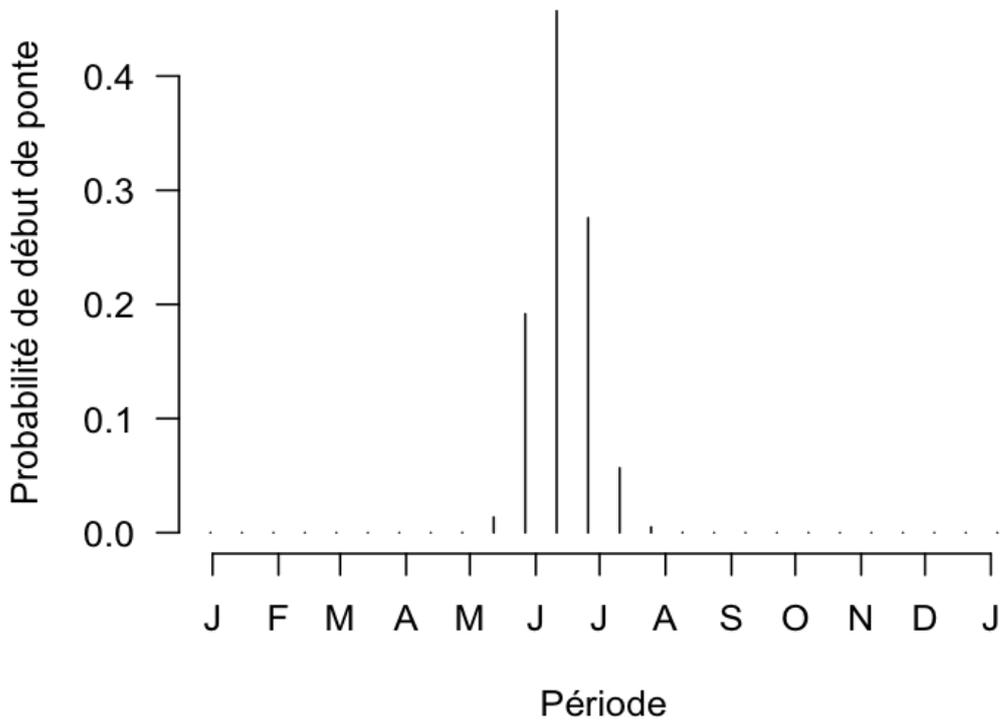


Seule la plage de Grand-Bourg a été suivie de façon suffisamment constante pour être utilisée.

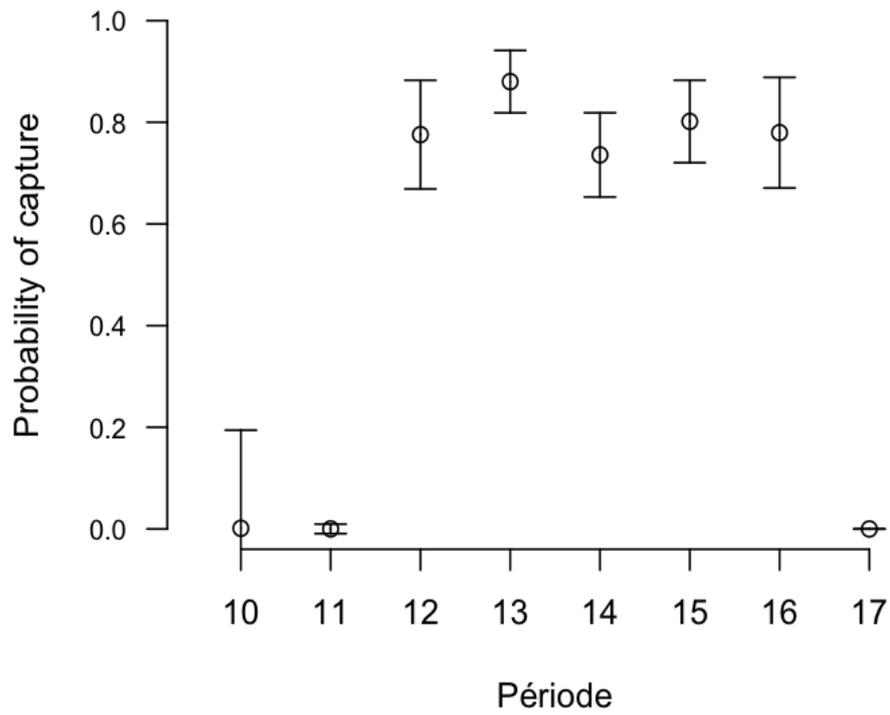
Nombre de pontes par femelle en 2009



Début de la ponte en 2009



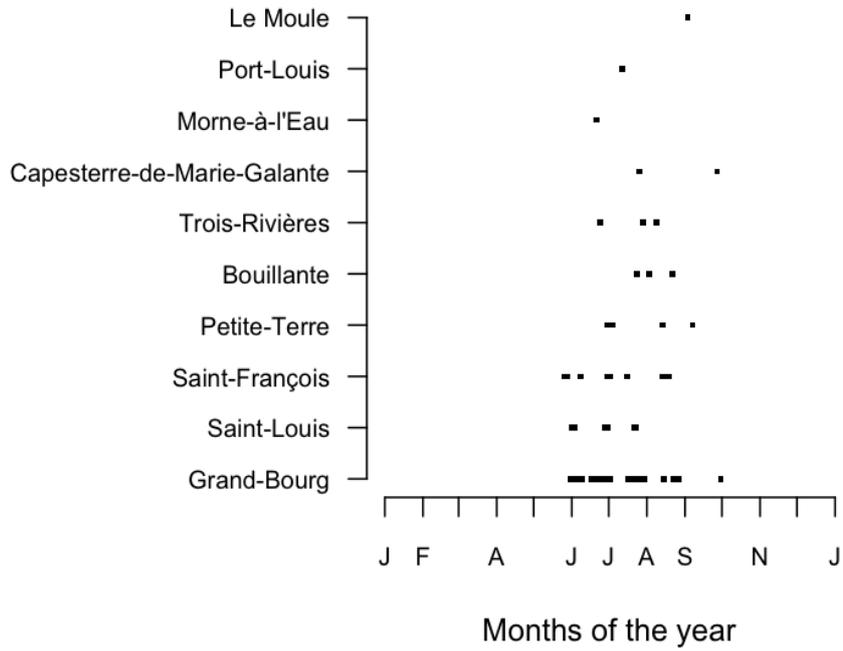
SE using delta method



Saison 2010

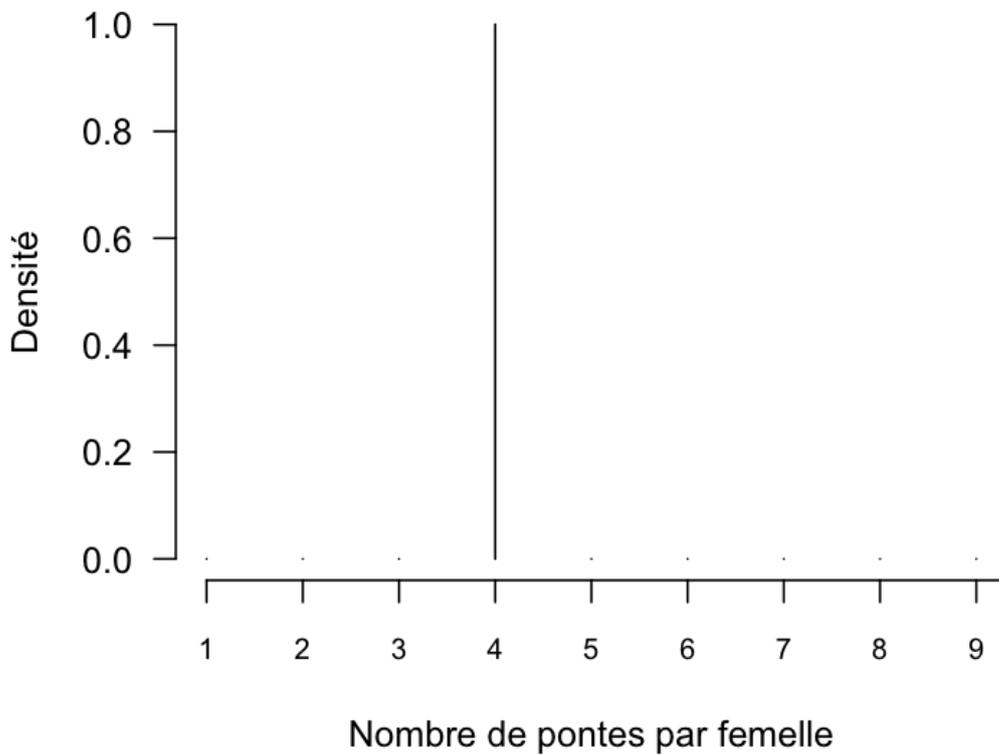
Commune	NbObs
Grand-Bourg	109
Saint-Louis	12
Saint-François	9
Petite-Terre	5
Bouillante	4
Trois-Rivières	3
Capesterre-de-Marie-Galante	2
Morne-à-l'Eau	1
Port-Louis	1
Le Moule	1

Période de monitoring en 2010

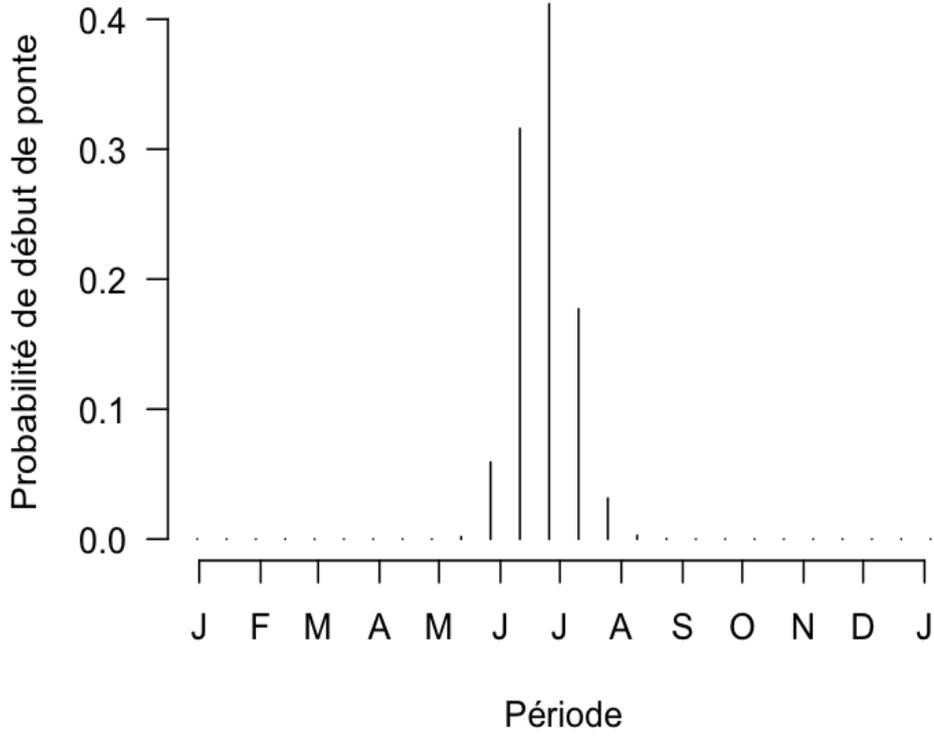


Seule la plage de Grand-Bourg a été suivie de façon suffisamment constante pour être utilisée.

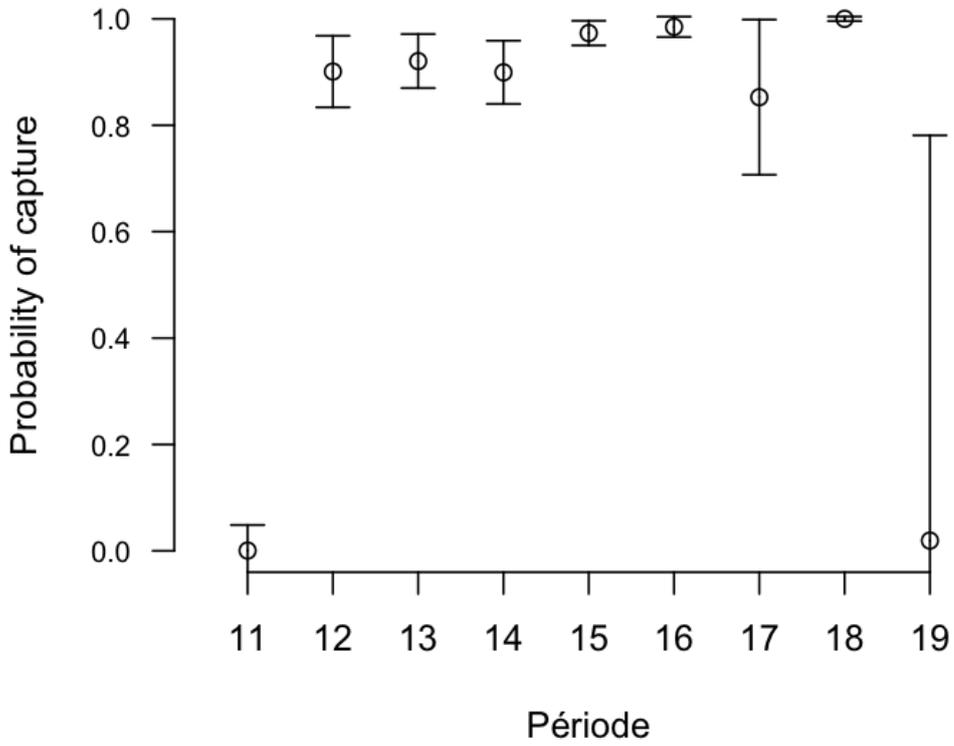
Nombre de pontes par femelle en 2010



Début de la ponte en 2010



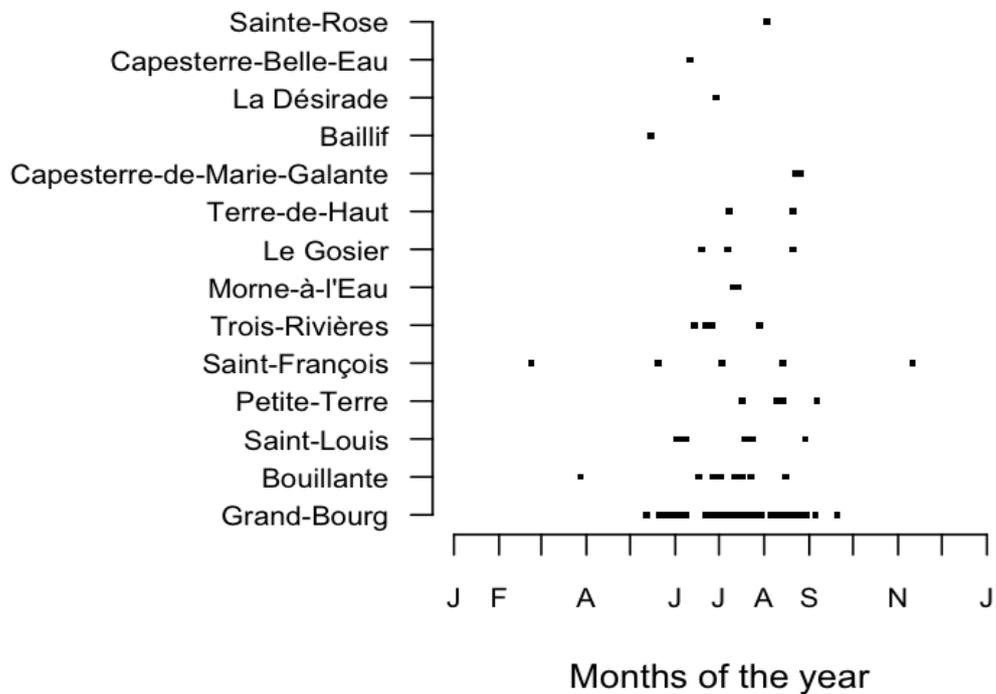
SE using delta method



Saison 2011

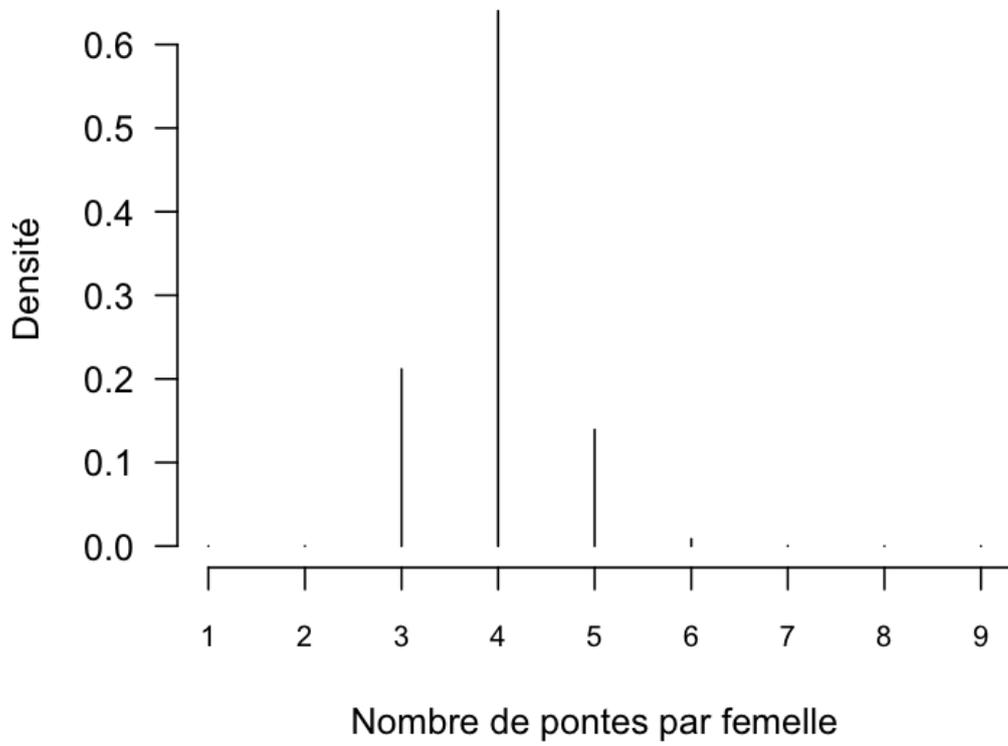
Commune	NbObs
Grand-Bourg	172
Bouillante	12
Saint-Louis	12
Petite-Terre	5
Saint-François	5
Trois-Rivières	4
Morne-à-l'Eau	3
Le Gosier	3
Terre-de-Haut	2
Capesterre-de-Marie-Galante	2
Baillif	1
La Désirade	1
Capesterre-Belle-Eau	1
Sainte-Rose	1

Période de monitoring en 2011

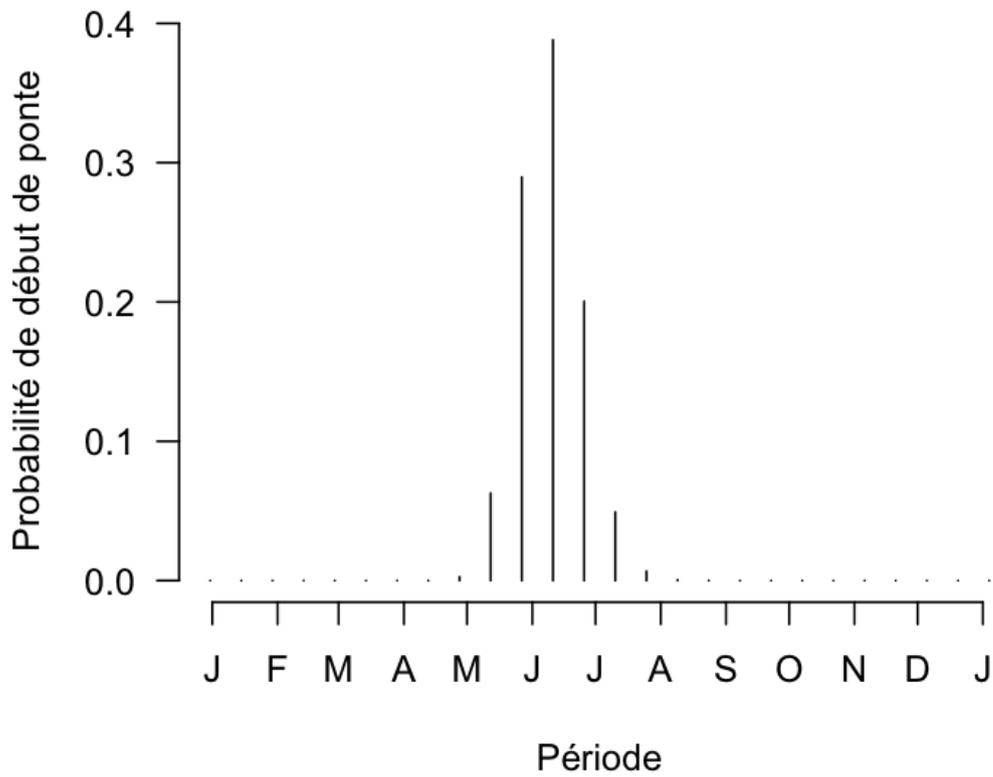


Seule la plage de Grand-Bourg a été suivie de façon suffisamment constante pour être utilisée.

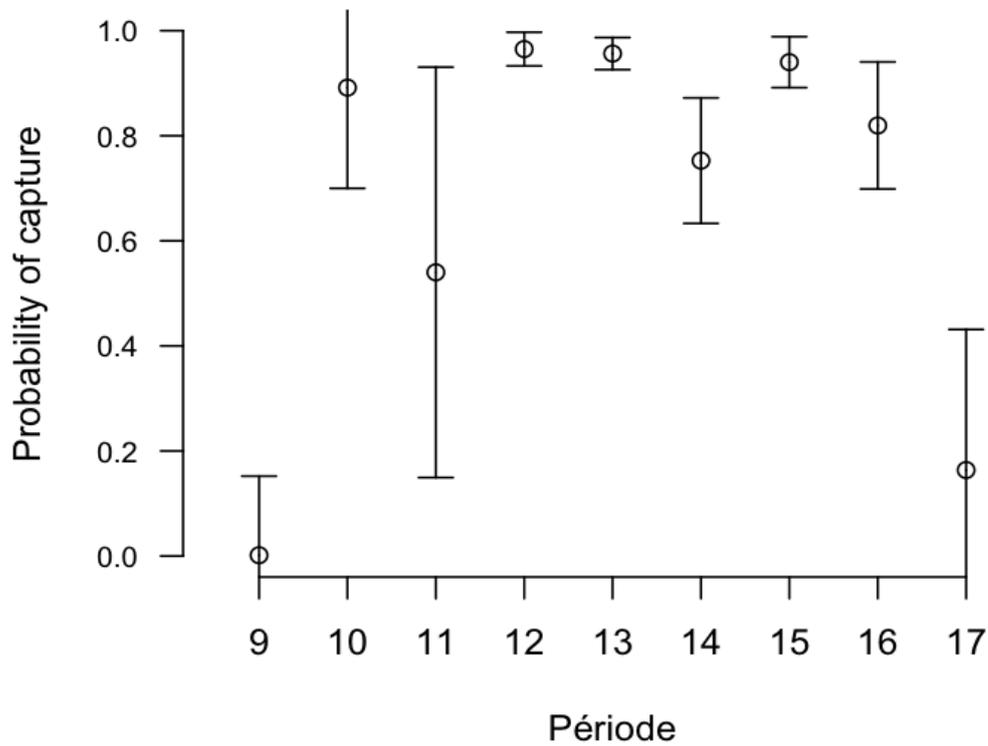
Nombre de pontes par femelle en 2011



Début de la ponte en 2011



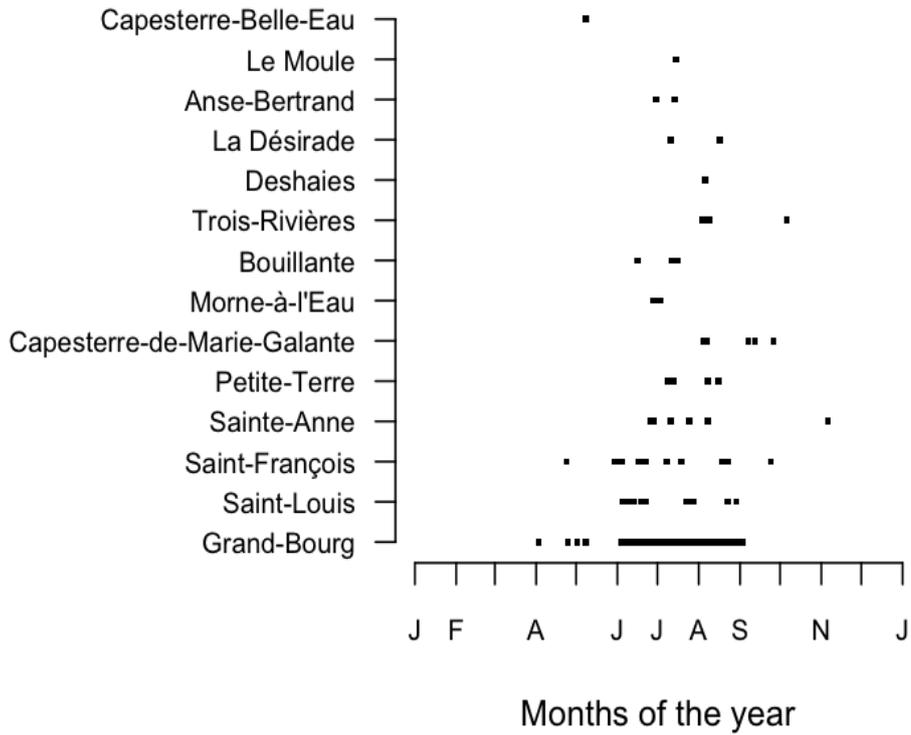
SE using delta method



Saison 2012

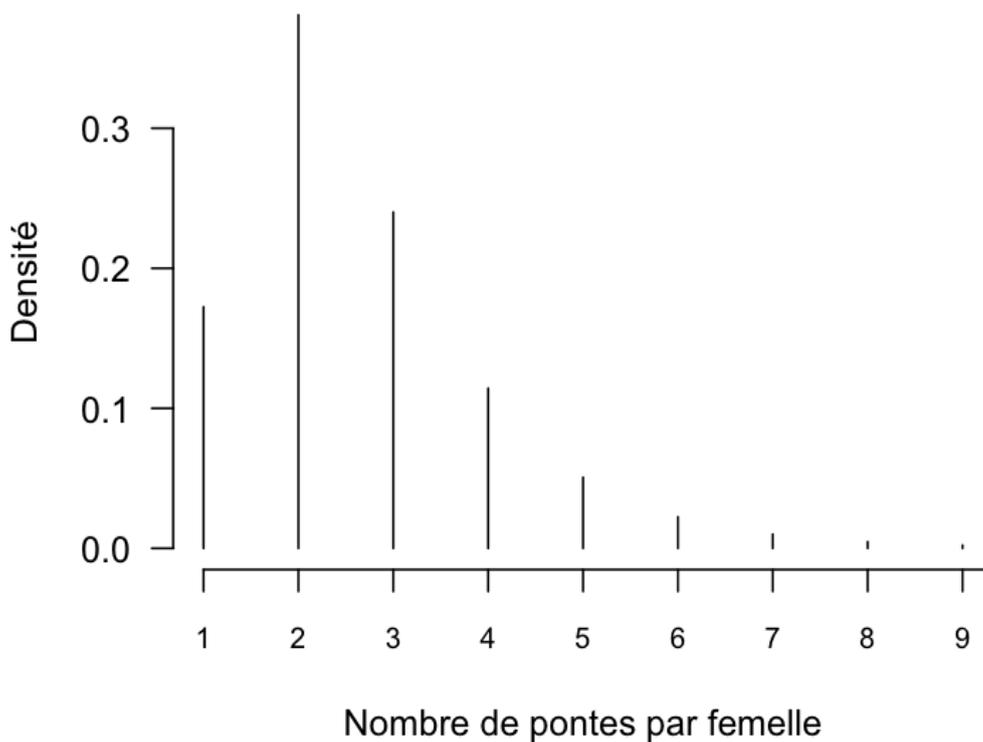
Commune	NbObs
Grand-Bourg	300
Saint-Louis	24
Saint-François	12
Sainte-Anne	6
Petite-Terre	5
Capesterre-de-Marie-Galante	5
Morne-à-l'Eau	4
Bouillante	4
Trois-Rivières	4
Deshaies	2
La Désirade	2
Anse-Bertrand	2
Le Moule	1
Capesterre-Belle-Eau	1

Période de monitoring en 2012

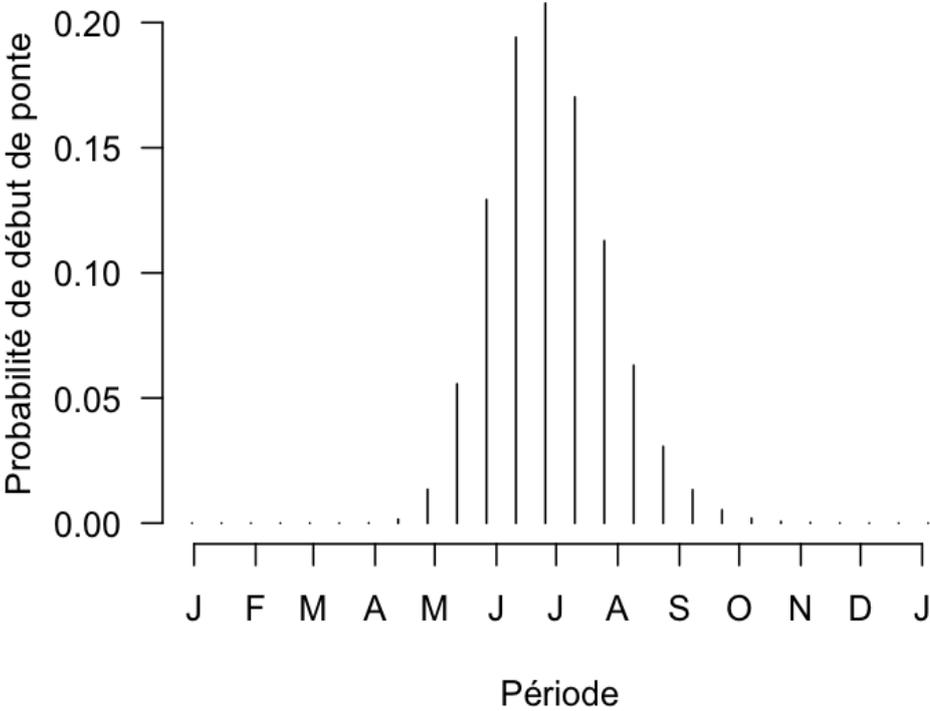


Seules les plages de Grand-Bourg, Saint-François et Saint-Louis ont été suivies de façon suffisamment constante pour être utilisées.

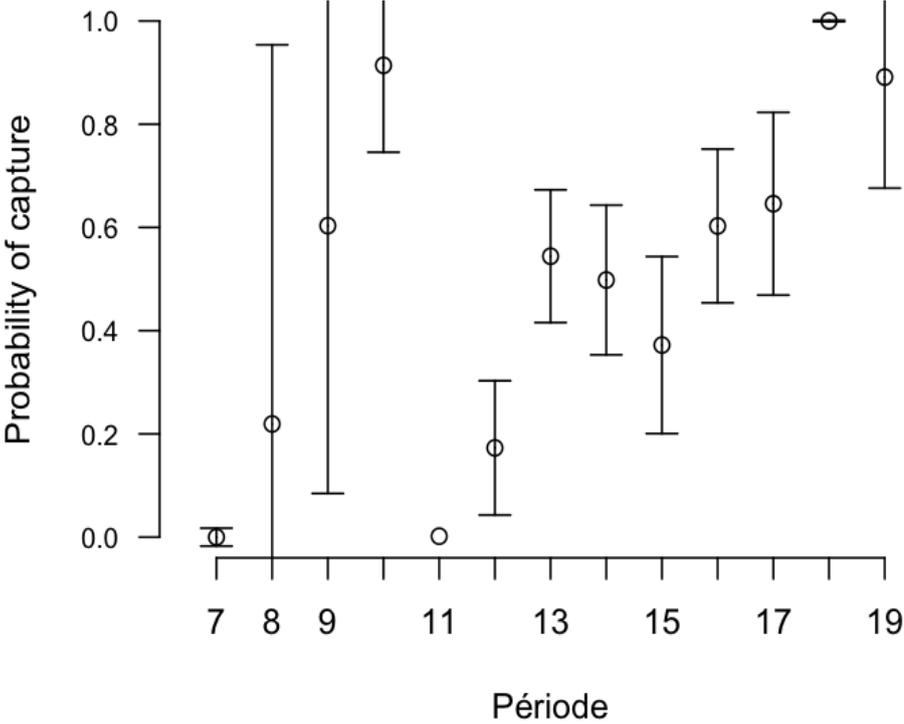
Nombre de pontes par femelle en 2012



Début de la ponte en 2012

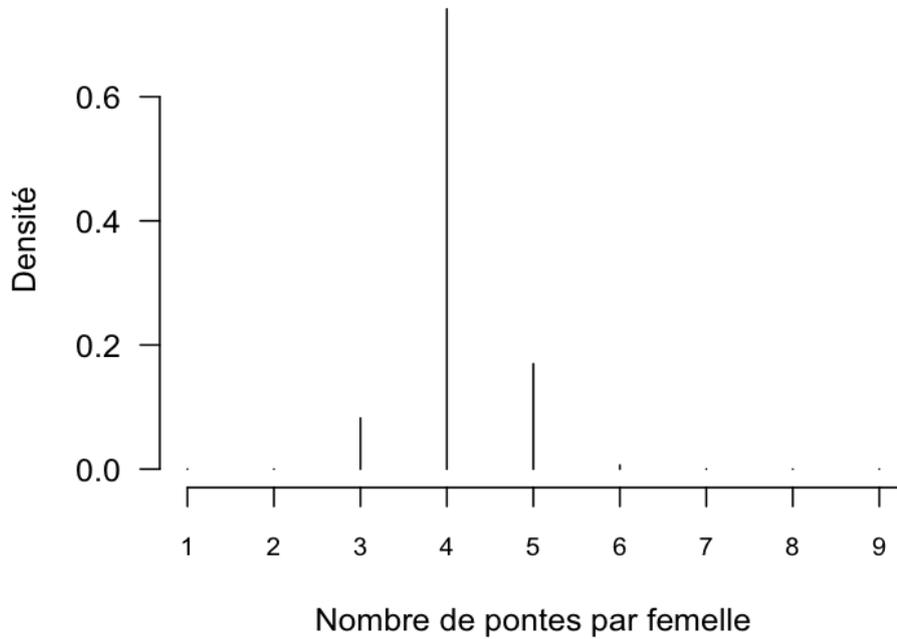


SE using delta method

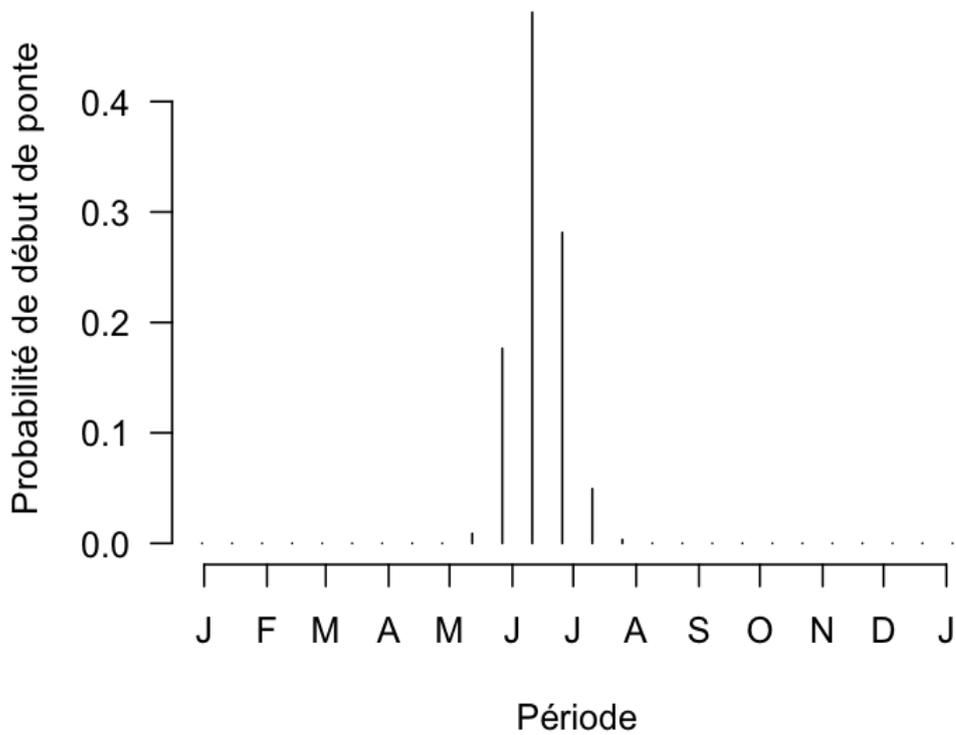


Seules les plages de Grand-Bourg et Saint-Louis ont été suivies de façon suffisamment constante pour être utilisées.

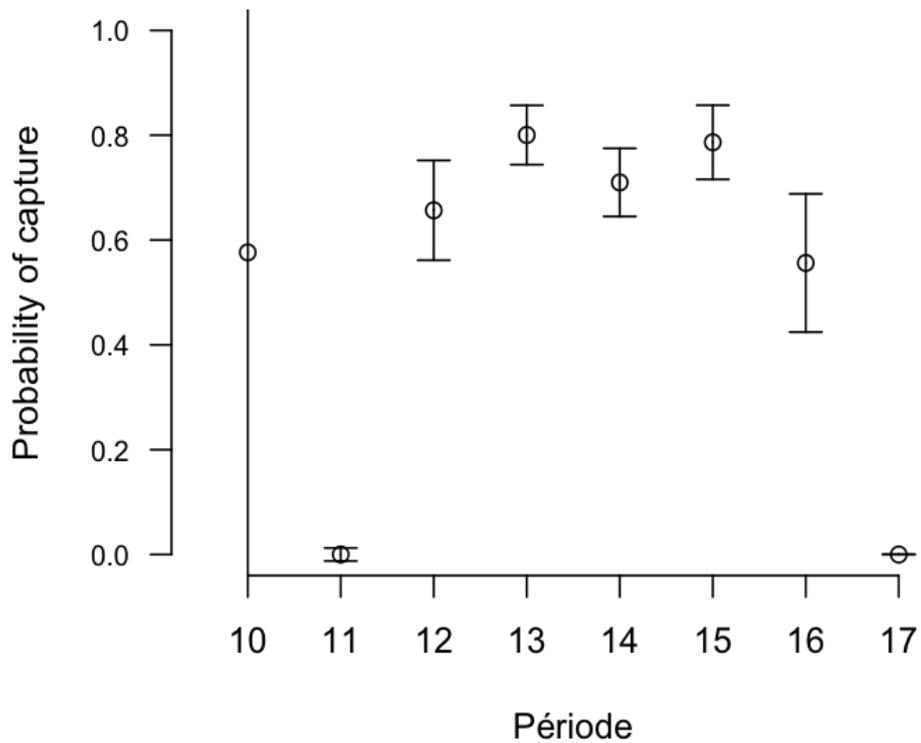
Nombre de pontes par femelle en 2013



Début de la ponte en 2013



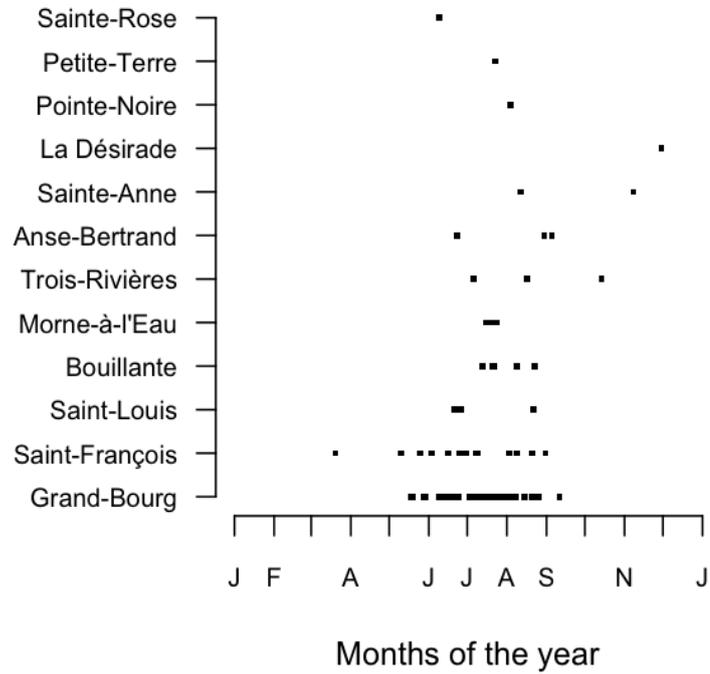
SE using delta method



Saison 2014

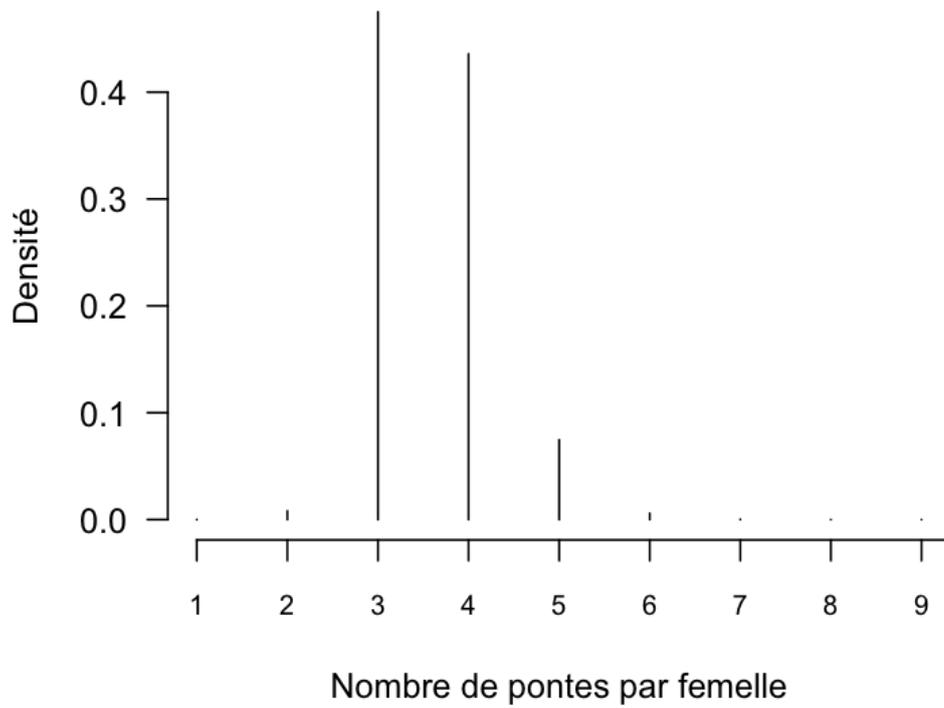
Commune	NbObs
Grand-Bourg	124
Saint-François	14
Saint-Louis	10
Bouillante	6
Morne-à-l'Eau	5
Trois-Rivières	3
Anse-Bertrand	3
Sainte-Anne	2
La Désirade	1
Pointe-Noire	1
Petite-Terre	1
Sainte-Rose	1

Période de monitoring en 2014

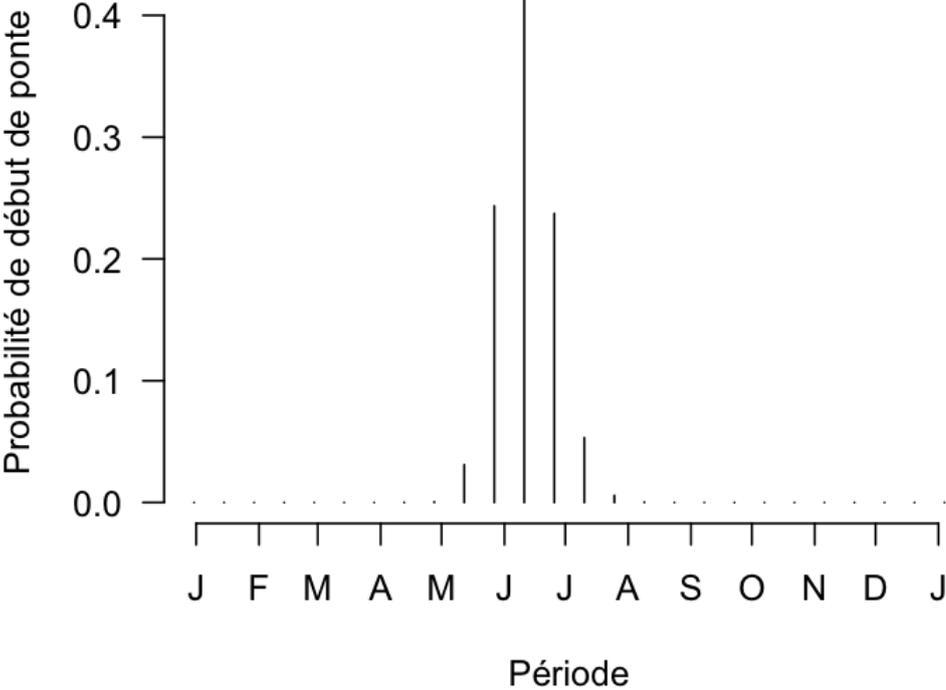


Seules les plages de Grand-Bourg et Saint-Louis ont été suivies de façon suffisamment constante pour être utilisées.

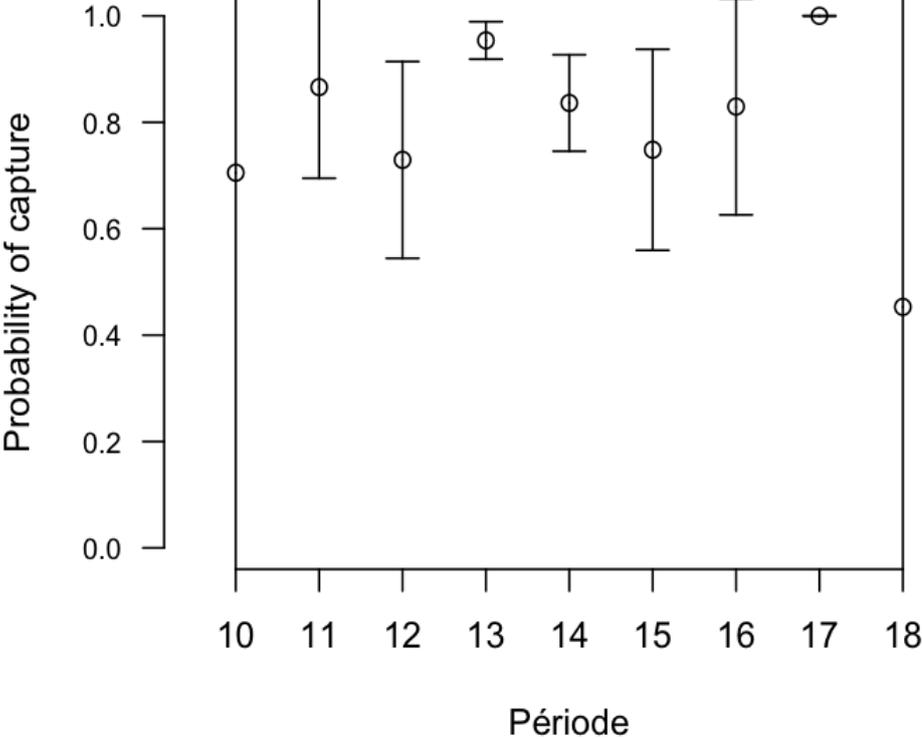
Nombre de pontes par femelle en 2014



Début de la ponte en 2014



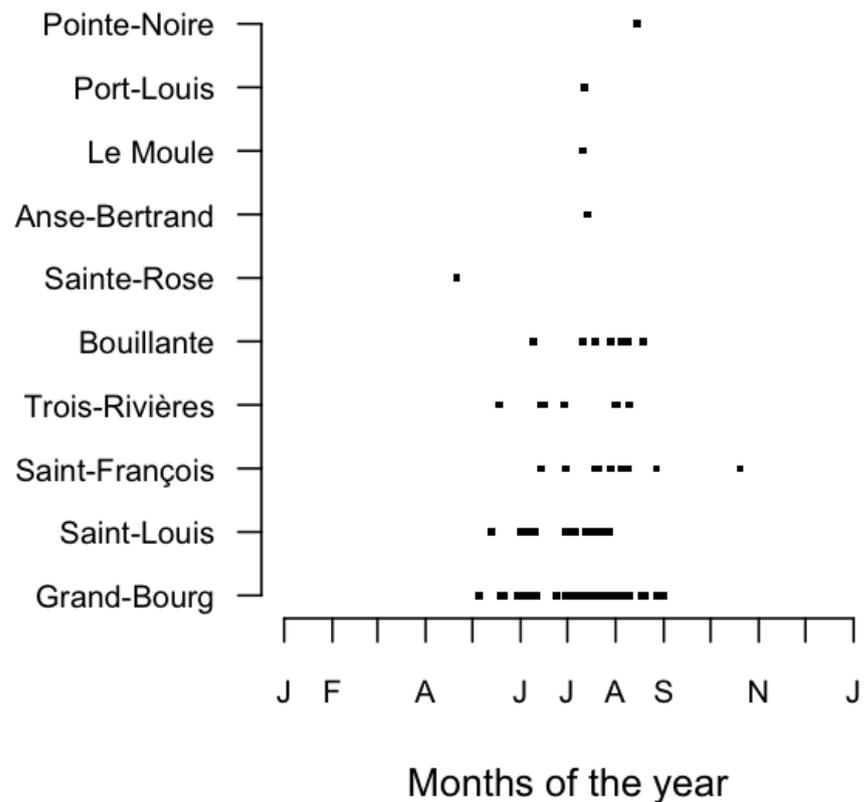
SE using delta method



Saison 2015

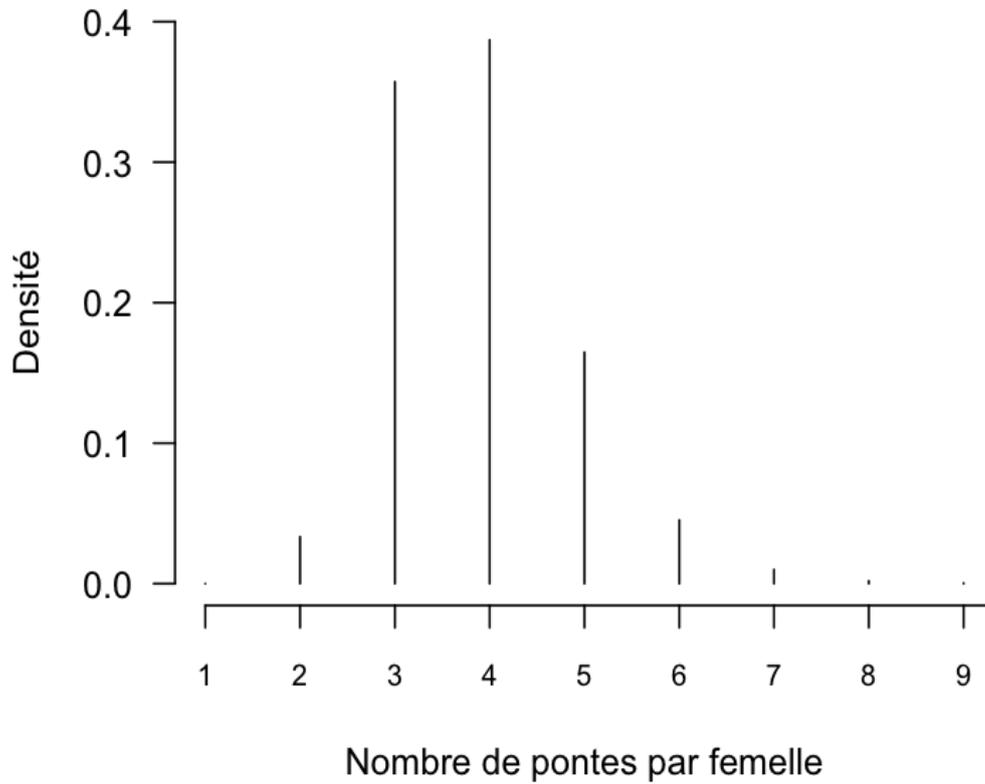
Commune	NbObs
Grand-Bourg	195
Saint-Louis	41
Saint-François	9
Trois-Rivières	9
Bouillante	7
Sainte-Rose	1
Anse-Bertrand	1
Le Moule	1
Port-Louis	1
Pointe-Noire	1

Période de monitoring en 2015

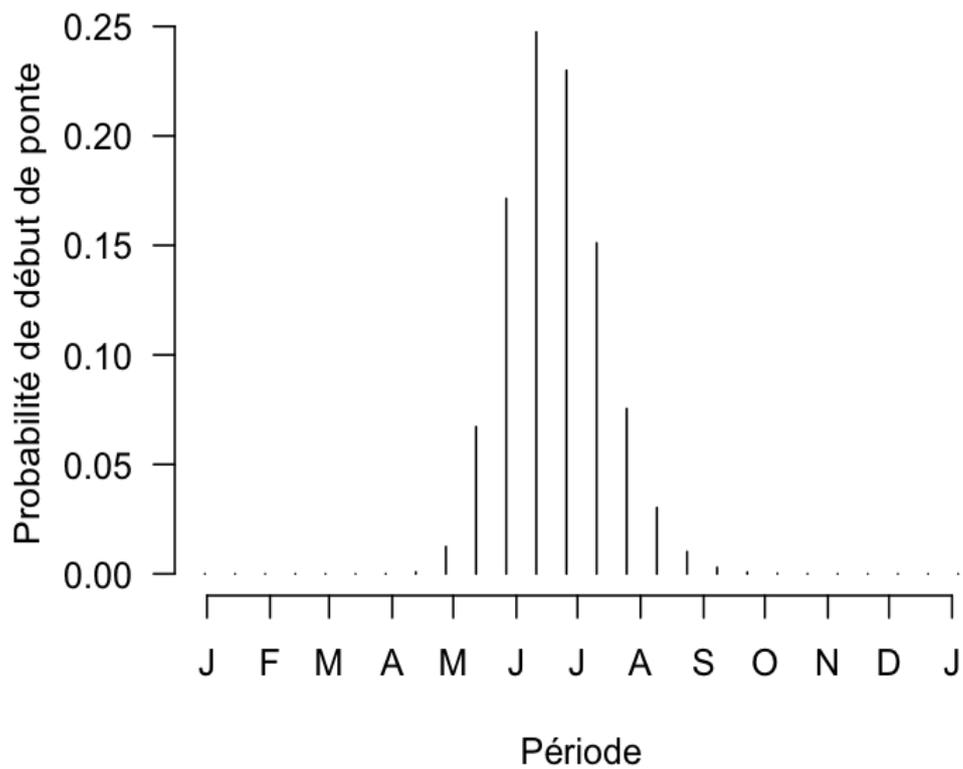


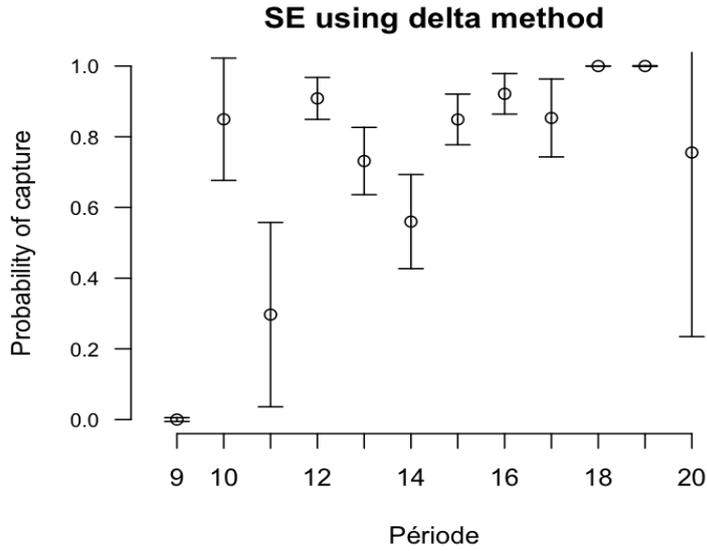
Seules les plages de Grand-Bourg, Saint-François et Saint-Louis ont été suivies de façon suffisamment constante pour être utilisées.

Nombre de pontes par femelle en 2015



Début de la ponte en 2015

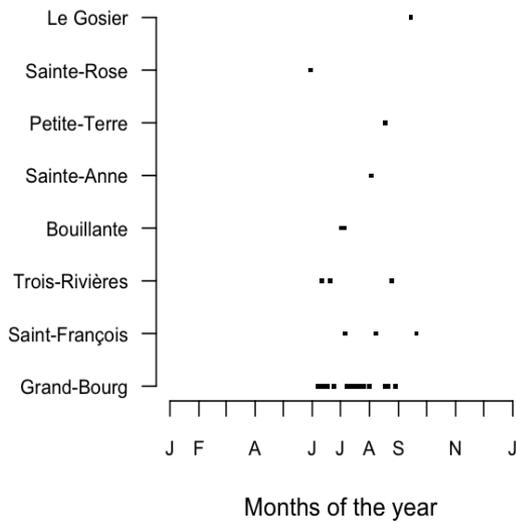




Saison 2016

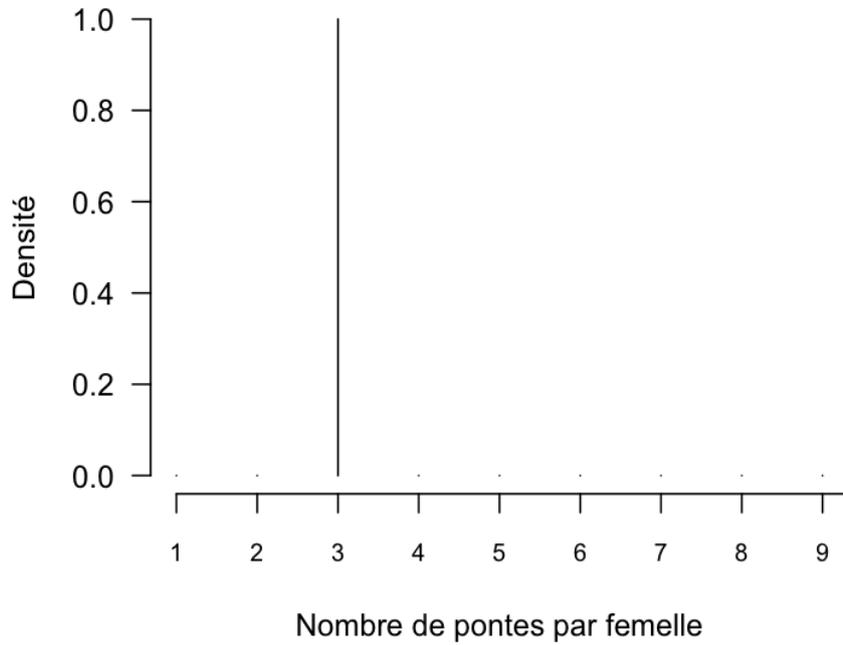
Commune	NbObs
Grand-Bourg	26
Saint-François	5
Trois-Rivières	4
Bouillante	3
Sainte-Anne	1
Petite-Terre	1
Sainte-Rose	1
Le Gosier	1

Période de monitoring en 2016

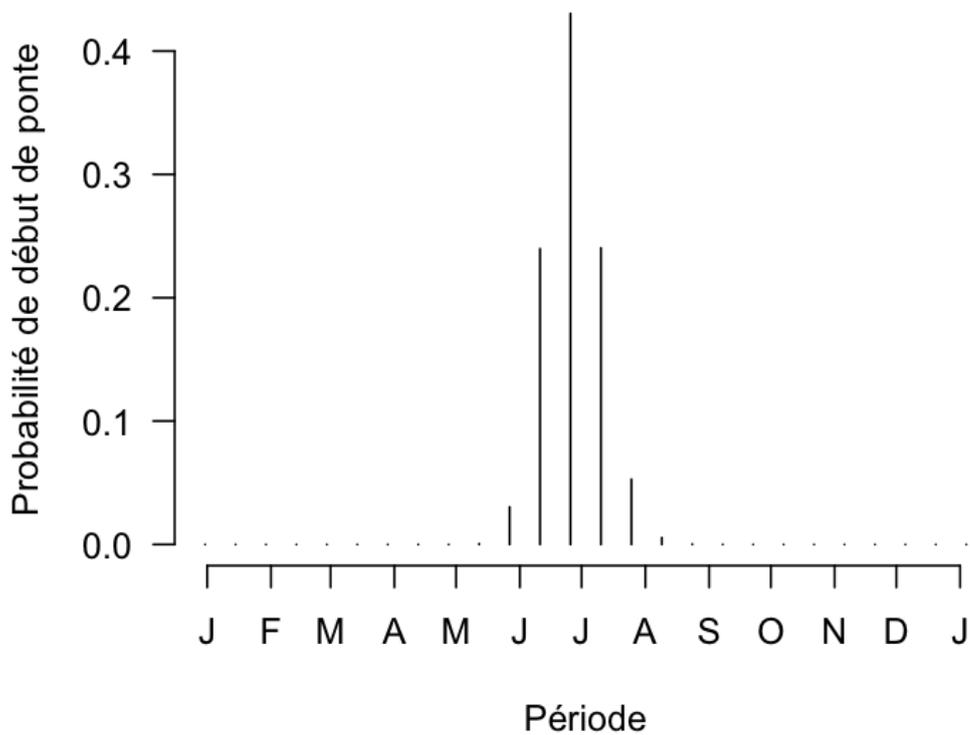


Seule la plage de Grand-Bourg a été suivie de façon suffisamment constante pour être utilisée.

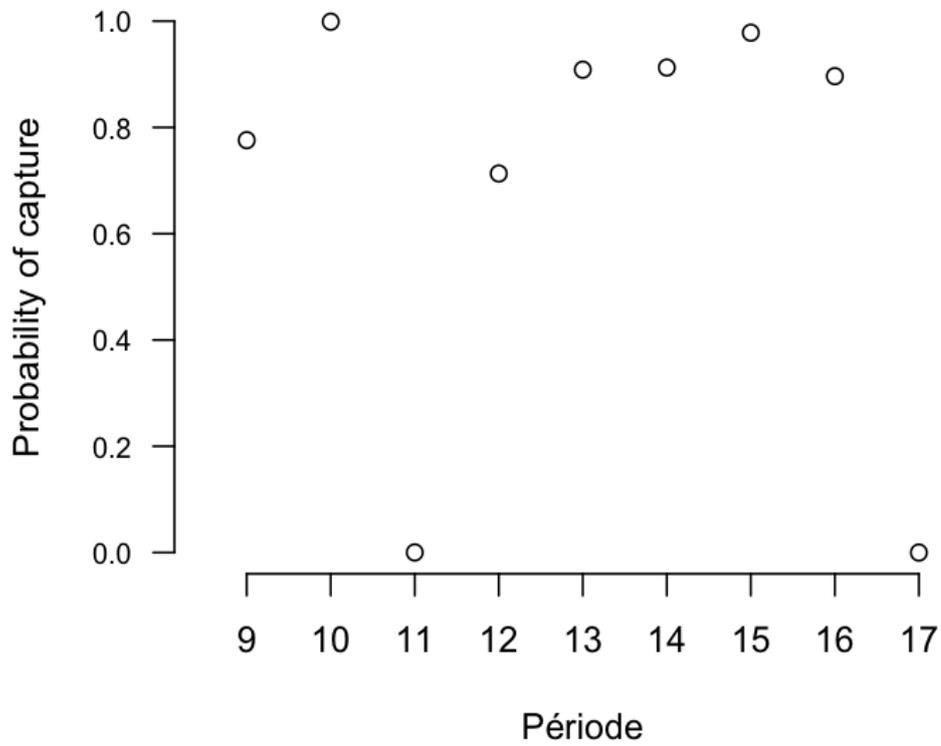
Nombre de pontes par femelle en 2016



Début de la ponte en 2016



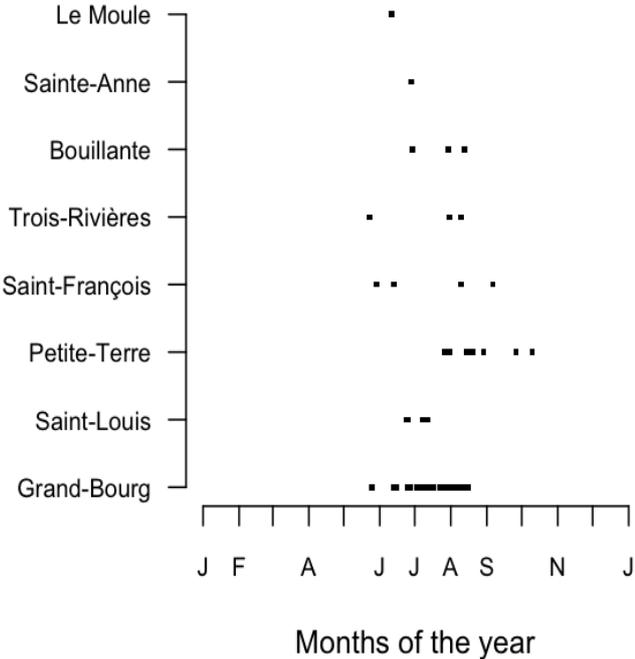
SE using delta method



Saison 2017

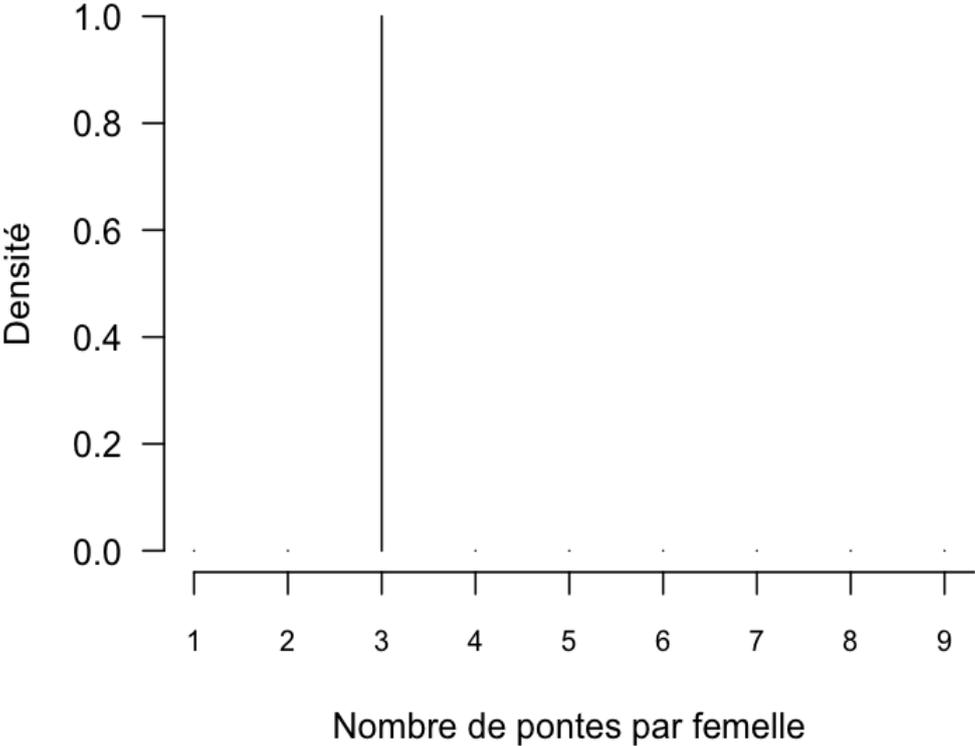
Commune	NbObs
Grand-Bourg	43
Saint-Louis	13
Petite-Terre	10
Saint-François	4
Trois-Rivières	4
Bouillante	3
Sainte-Anne	1
Le Moule	1

Période de monitoring en 2017

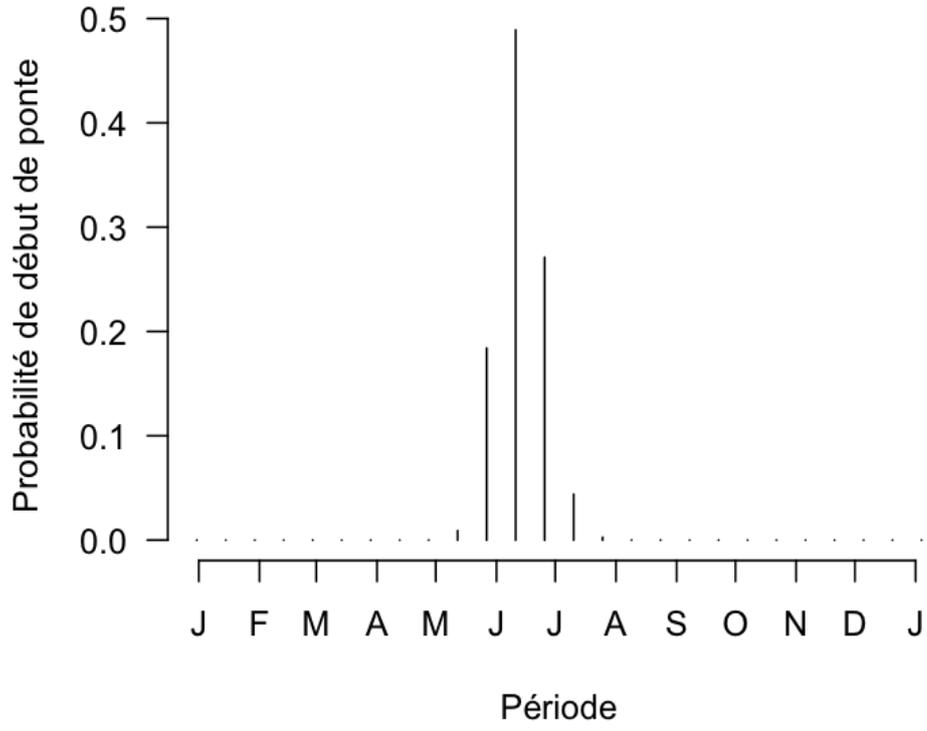


Seule la plage de Grand-Bourga été suivie de façon suffisamment constante pour être utilisée.

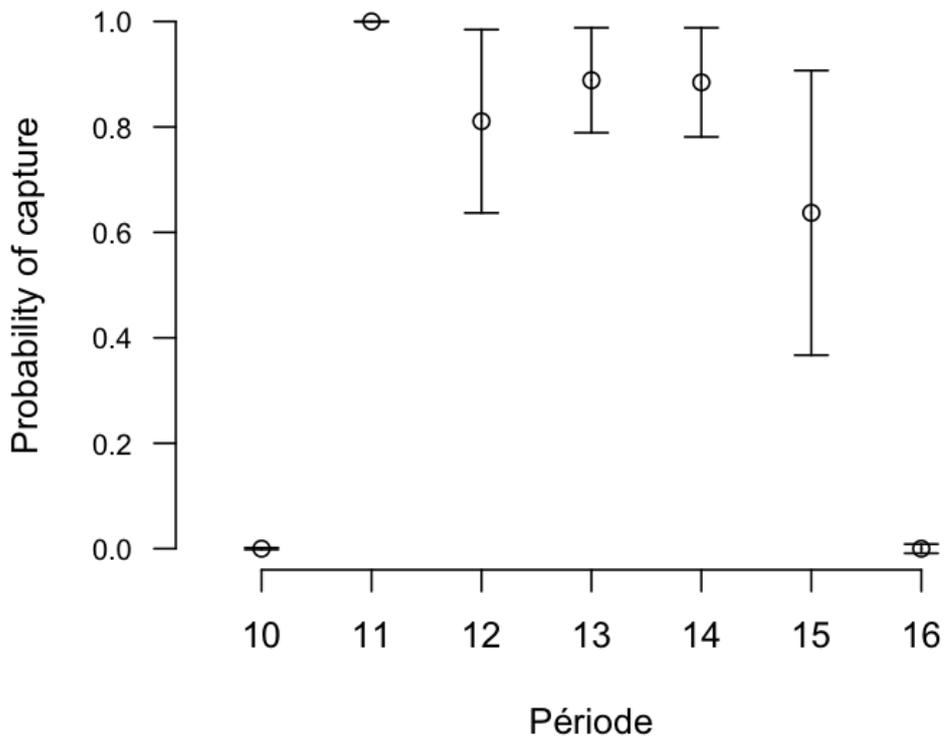
Nombre de pontes par femelle en 2017



Début de la ponte en 2017



SE using delta method



ANNEXE 10. BIOMÉTRIE

Un autre type de données a pour le moment été négligée chez les tortues marines. Il s'agit de la distribution des tailles des femelles. Le fait que cela a été négligé provient de 4 problèmes. D'abord il est reconnu par tout le monde qu'il est compliqué de mesurer une tortue marine sur une plage à 3 heures du matin et que les erreurs de mensuration sont grandes (Frazier, 1988).

Ensuite la croissance à l'âge adulte est plus faible que l'erreur de mesure. On connaît très mal les modalités de croissance que ce soit chez les juvéniles ou les adultes. Enfin l'étude d'un histogramme de taille est un problème inverse que l'on sait depuis longtemps être non-résolvable ; d'un histogramme de taille et même d'âge, on ne peut tirer aucun paramètre démographique).

Cependant récemment certains problèmes liés à ceci ont été levés :

- On sait corriger la distribution en prenant en compte l'erreur de mesure par l'inégalité de Schwartz-Cauchy ;
- Un nouveau modèle de croissance des tortues marines a été publié (Chevallier & Girondot, in press) ;
- Une méthode permettant de résoudre le problème inverse de l'histogramme d'âge a été publiée et on peut l'utiliser pour un histogramme de taille en la modifiant (Gross & Hutchinson, 2002).

Il est donc théoriquement possible de tirer des données démographiques à partir d'un histogramme de tailles.

Il faut donc :

- ➔ Identifier les femelles (PIT à la patte postérieure) [pour prendre en compte l'individu comme effet aléatoire]
- ➔ La mesurer, si possible par SCL et CCL et SCW et CCW.



Actuellement on ne sait pas encore complètement traiter ces données, mais d'ici 2 ou 3 ans on saura le faire.

ANNEXE 11. ÉTHIQUE

Selon le Comité d'éthique de la recherche au Canada (CÉR) :

- A). Aucune expérience ne doit être entreprise si l'information recherchée peut être obtenue par la seule observation visuelle ;
- B). Seules les études avec buts clairs et réalistes doivent être entreprises ;
- C). Éviter de répéter une expérience inutilement, surtout si les résultats antécédents sont fiables ;
- D). Toute étude doit viser à réduire la douleur ;

En France, le code rural et de la pêche maritime, dans son article R214-119 indique qu'une l'évaluation éthique des projets scientifiques peut être effectuée par un comité d'éthique en expérimentation permettant de vérifier que le projet est justifié du point de vue scientifique, que le projet est conçu pour permettre le déroulement des procédures expérimentales dans les conditions les plus respectueuses de l'animal et de son environnement.

Et l'article R214-123 de préciser que l'autorisation d'une expérimentation animale ne peut être accordée que si le projet fait l'objet d'une évaluation éthique favorable.

En 1997, le Traité d'Amsterdam est fondateur au niveau européen en reconnaissant l'animal comme un être sensible. C'est cette politique communautaire qui fixe et exige ainsi la prise en compte du bien-être animal dans le domaine de la recherche.

La loi française du 6 janvier 1999 alourdit les sanctions pour sévices graves ou actes de cruauté envers les animaux : 2 ans d'emprisonnement et 30 000 euros d'amende.

Le 16 février 2015, la loi relative à la modernisation et à la simplification du droit et des procédures dans les domaines de la justice et des affaires intérieures modifie de nouveau le code civil en qualifiant les animaux comme des êtres doués de sensibilité (*Article 515-14.*) et non plus comme un « bien meuble » voire comme un « immeuble par destination ».

Il existe également une Charte nationale française (rédigée par un Comité national de réflexion éthique selon la procédure définie par l'article R.214-134 du code rural et de la pêche maritime) portant sur l'éthique de l'expérimentation animale qui répond à nos préoccupations et devrait donc rendre la présente charte pour les tortues marines inutile si elle était appliquée. Cette charte a été proposée par le Comité national de réflexion éthique sur l'expérimentation animale en 2008 et a été mise à jour en 2014. L'expression « expérimentation animale » est entendue au sens de la réglementation en vigueur (articles R. 214-87 et suivants du Code rural et de la pêche maritime).

Le préambule de la Charte nationale indique :

Considérant que les animaux sont des êtres sensibles, susceptibles de souffrir, dotés de capacités cognitives et émotionnelles, et ayant des besoins physiologiques et comportementaux propres à chaque espèce ;

Considérant que dans toute démarche expérimentale, les hommes se doivent d'aller au-delà de la seule réglementation sur la protection des animaux utilisés à des fins scientifiques ;

Considérant que pour répondre à cette attente, des comités d'éthique en matière d'expérimentation animale ont été créés à l'initiative d'établissements publics ou privés et qu'il convient de généraliser leur fonctionnement sur la base de principes communs ;

Propose une éthique de l'expérimentation animale :

1. Respect de l'animal

L'éthique de l'expérimentation animale est fondée sur le devoir qu'a l'Homme de respecter les animaux en tant qu'être vivants et sensibles, susceptibles de ressentir douleur, souffrance et angoisse.

2. Responsabilité individuelle

Tout recours à des animaux en vue d'une expérimentation engage la responsabilité morale de chaque personne impliquée.

3. Responsabilités des institutions

Les institutions sont moralement responsables des expérimentations pratiquées, en leur sein ou pour leur compte, sur des animaux.

4. Compétences

La responsabilité implique à tous niveaux d'intervention une formation éthique et des compétences réglementaires, scientifiques techniques appropriées aux espèces utilisées, et dûment actualisées. Ces compétences sont recherchées aussi souvent que nécessaire auprès de spécialistes en physiologie, éthologie ou médecine des animaux concernés.

La responsabilité implique à tous niveaux d'intervention une formation éthique et des compétences réglementaires, scientifiques techniques appropriées aux espèces utilisées, et dûment actualisées. Ces compétences sont recherchées aussi souvent que nécessaire auprès de spécialistes en physiologie, éthologie ou médecine des animaux concernés.

5. Principes généraux

Une réflexion sur le bien-fondé scientifique, éthique et sociétal du recours aux animaux doit précéder toute démarche expérimentale.

Les méthodes et techniques visant à supprimer ou à réduire au strict minimum les atteintes aux animaux doivent être systématiquement recherchées. Le développement et la promotion de ces méthodes et techniques doivent être largement favorisés.

6. La démarche éthique en expérimentation animale

Toute expérimentation impliquant des animaux est précédée d'une réflexion sur :

- . L'absence de méthodes alternatives adéquates pour poursuivre une finalité identique ;
- . L'utilité de l'expérimentation envisagée par rapport à des travaux conduits par ailleurs ;
- . La pertinence des méthodes choisies et le niveau de probabilité d'aboutissement à des résultats tangibles ;
- . L'importance des atteintes aux animaux au regard des résultats attendus ;
- . La prise en compte des caractéristiques biologiques et cognitives des espèces concernées ;
- . Le choix des espèces afin qu'il ne menace pas la biodiversité ;
- . La limitation du nombre d'animaux utilisés au minimum nécessaire ;
- . Le choix des conditions de vie, d'hébergement, de soins et d'utilisation des animaux, de sorte que soient respectés le mieux possible leurs besoins physiologiques et comportementaux

Evaluation éthique des projets

Un projet est constitué, au minimum, d'un objectif (scientifique et pédagogique ou réglementaire), d'un modèle animal, et d'une procédure expérimentale. Les procédures expérimentales sont classées selon leur degré de gravité : légère, modérée, sévère, sans réveil.

Une évaluation éthique d'un projet porte sur les différentes facettes de l'expérimentation :

- . La préparation de l'animal ;

. Le protocole expérimental détaillé qui doit tenir compte de la sensibilité des animaux ainsi que des contraintes liées à l'espèce, et décrire clairement la répercussion des procédures expérimentales sur l'état physiologique et psychologique des animaux ;

. Les degrés de gravité et les points limites qui doivent être particulièrement identifiés dans le protocole et les mesures prévues pour la prévention et la gestion, voire la suppression des contraintes dans toute la mesure du possible, notamment de la douleur qui sont documentées en s'appuyant, avec les efforts requis, sur des référentiels reconnus ;

. L'utilisation d'outils statistiques et/ou de techniques d'analyse appropriées qui permettent d'optimiser la méthodologie expérimentale mise en œuvre et d'obtenir un maximum de résultats interprétables.

→ Dans ce contexte, les divers acteurs (scientifiques professionnels, étudiants, gestionnaires de projets de conservation, prestataires d'écotourisme) visant une meilleure connaissance de la biologie des populations de tortues marines, une meilleure protection des individus et des habitats ou l'observation des tortues dans leur habitat naturel, se doivent de respecter le bien-être des animaux et l'intégrité des habitats, et de ne pas infliger de souffrances autant que faire se peut.

→ Conformément aux principes édictés par la Déclaration Universelle des Droits de l'Animal, toute vie animale a droit au respect. Aucun animal ne doit être soumis à de mauvais traitements ou à des actes cruels.

→ Les pratiques d'interventions physiques ou chimiques sur une tortue choisies par un chercheur pour une expérimentation doivent, si elles s'avèrent contraire à l'éthique, pouvoir faire l'objet d'un débat contradictoire entre scientifiques.

