

Rastoma
Réseau des Acteurs de la Sauvegarde des Tortues Marines en Afrique Centrale

université PARIS-SACLAY | **FACULTÉ DES SCIENCES D'ORSAY**

POURQUOI ET COMMENT SUIVRE UNE PLAGE DE PONTES



Marc Girondot
Professeur Université Paris-Saclay

1

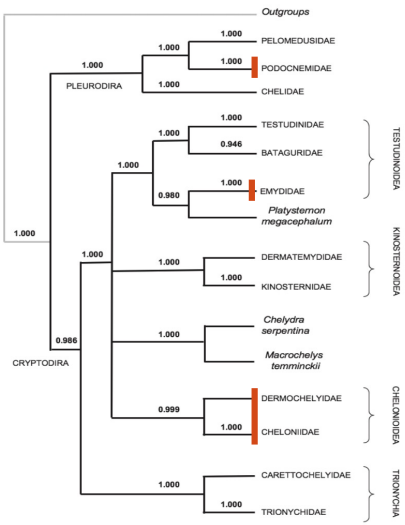
PLAN DU WEBINAIRE

- Tortues marines : cycle de vie
 - Stades
 - Milieux
- Pourquoi travailler sur une plage ?
 - Prendre des données qui informent la démographie de l'espèce
 - Endroit où l'impact humain peut être fort – Réduction de cet impact
 - Impact sur le milieu lui-même : caractéristiques physiques et chimiques
 - Impact sur les espèces
- Description du milieu
- Préparer le travail sur les tortues marines sur une plage
- Le protocole

2

TORTUE MARINE

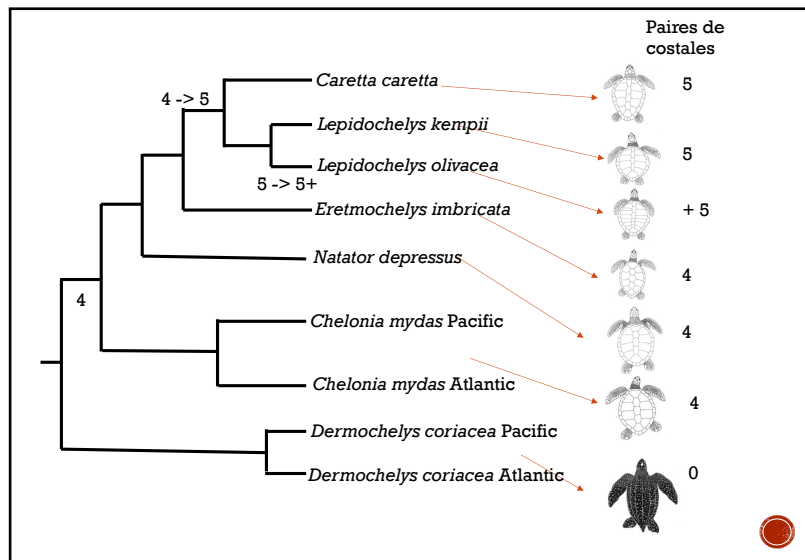
3



TORTUE MARINE

LES CHELONIOIDEA OU LES TORTUES VIVANT DANS UN ENVIRONNEMENT MARIN HAUTURIER

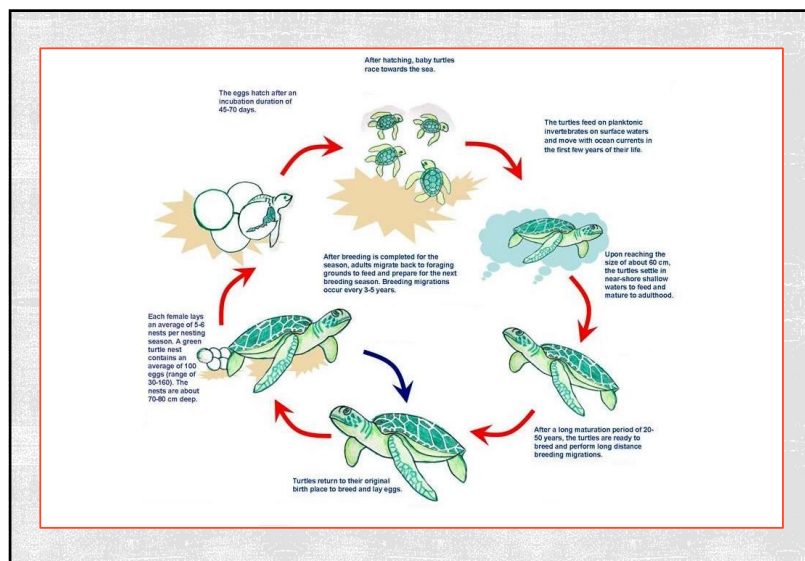
4



5



6



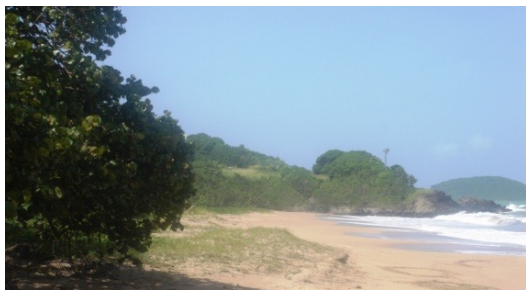
7

3 MILIEUX

- Plage
- Milieu côtier
 - Qui concerne le milieu marin à proximité des côtes.
- Milieu hauturier
 - Un milieu hauturier est relatif à la haute mer, c'est donc le milieu pélagique océanique qui s'oppose à côtier.

8

PLAGES



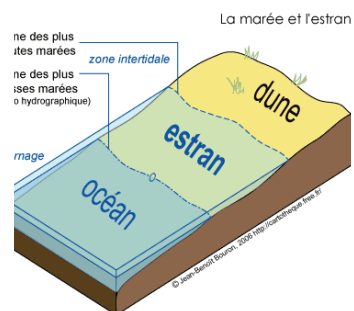
9



- Zone d'interface entre le milieu aquatique et le milieu terrestre
- La géomorphologie définit une plage comme une « accumulation sur le bord de mer, sur la rive d'un cours d'eau ou d'un lac de matériaux d'une taille allant des sables fins aux blocs ».
- La plage ne se limite donc pas aux étendues de sable fin ; on trouve également des plages de galets et, dans les cas des blocs les plus gros, des plages appelées beach-rock.

10

ESTRAN



- L'estran, zone de balancement des marées, zone de marnage, zone intertidale ou replat de marée également appelé foreshore (de l'anglais) en sédimentologie, est la partie du littoral située entre les limites extrêmes des plus hautes et des plus basses marées.

11

SABLE




- Une dune est un relief ou un modelé composé de sable.
- Le sable, est un matériau granulaire constitué de petites particules provenant de la désagrégation d'autres roches dont la dimension est comprise entre 0,063 (si < c'est du limon) et 2 mm selon la définition des matériaux granulaires en géologie.

12

SYNTHÈSE

- Ce que l'on appelle la plage est souvent la composante dunaire de la plage.
- La plage peut être constituée de différents matériaux:
 - Sable
 - Rochers



13

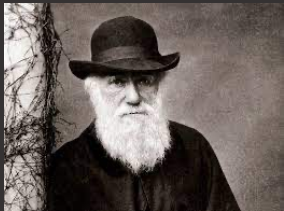
POURQUOI TRAVAILLER SUR UNE PLAGE ?




14

PRENDRE DES DONNÉES QUI INFORMENT LA DÉMOGRAPHIE DE L'ESPÈCE

- Tous les paramètres qui décrivent des traits d'histoire de vie permettent de renseigner la démographie des tortues marines
- La théorie des histoires de vie est une branche de la biologie évolutive.
- Les traits d'histoire de vie principaux sont : la taille à la naissance, le patron de croissance, l'âge à maturité, la progéniture (nombre de jeunes, taille et sex-ratio), les investissements reproducteurs, l'âge et la taille-dépendants, la mortalité à l'âge et la taille-dépendante et la durée de vie.




15



ESTIMER LA TENDANCE DE LA POPULATION

- La tendance de la population désigne le changement des effectifs au cours du temps.
- La tendance peut s'estimer à partir du suivi du nombre de pontes sur un site.



16

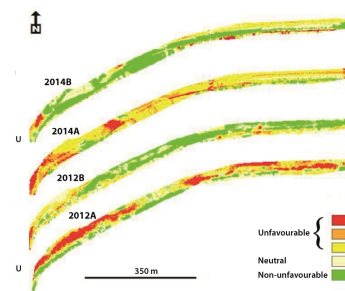
ENDROIT OÙ L'IMPACT HUMAIN PEUT ÊTRE FORT – RÉDUCTION DE CET IMPACT

- Impact sur le milieu lui-même - caractéristiques physiques et chimiques
 - Dynamique du trait de côte ou de l'élévation via changement climatique : accrétion, érosion
 - Températures sur la plage
 - Construction arrière de plage ou côtière (port)
 - Extraction du sable - Sandmining
 - Pollutions chimiques et physiques (lumineuse, plastique)
 - Circulation humaine sur les plages – Piéton + engins à moteur
 - Grumes de bois
 - Modification de l'arrière-plage : déforestation ou au contraire plantation
- Impact sur les espèces
 - Braconnage des œufs
 - Braconnage des adultes
 - Sex ratio via températures
 - Réussite d'incubation : température, compaction sable, charge micro-organismes
 - Taux de survie aux différents stades modifié par des obstacles
 - Protection conférée par la présence humaine
 - Désorientation par la lumière directe ou indirecte



17

Impact sur le milieu lui-même - caractéristiques physiques et chimiques DYNAMIQUE DU TRAIT DE CÔTE OU DE L'ÉLÉVATION VIA LE CHANGEMENT CLIMATIQUE



- L'élévation du niveau marin est prévu dans le contexte du changement climatique en réponse à 2 phénomènes:
 - Fonte des glaciers et de la banquise – 50%
 - Dilatation des masses d'eau en raison de leur réchauffement – 50%
- Par ailleurs une augmentation de l'énergie dans le système terre conduira à une augmentation des vents donc de la houle qui conduira à une augmentation de l'érosion.
- La résultante de ces phénomènes n'est pas comprise et est dépendante de facteurs locaux qu'il est difficile d'anticiper.



18

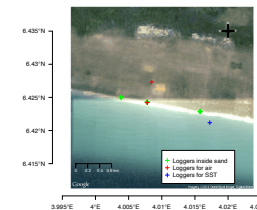
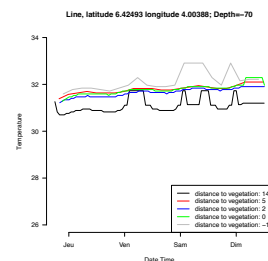
EXEMPLE DE CHANGEMENT EXTRÊME



19

Impact sur le milieu lui-même - caractéristiques physiques et chimiques TEMPÉRATURE DES PLAGES

- Le réchauffement climatique via l'effet de serre va induire bien évidemment une augmentation de l'air.
- La température joue à deux niveaux sur la réussite d'incubation:



20

Impact sur le milieu lui-même - caractéristiques physiques et chimiques

CONSTRUCTION ARRIÈRE DE PLAGE OU CÔTIÈRE (PORT)

2002

2022

21

Impact sur le milieu lui-même - caractéristiques physiques et chimiques

POLLUTIONS CHIMIQUES ET PHYSIQUES (LUMINEUSE, PLASTIQUE)

ng/kg sable sec	S1 haut plage	S2 bas plage	S3 sable J1	S4 sable 37
diuron	1697	2505	nd	nd
HCB	3,58	nd	2,14	2,35
Chlorothalonil	nd	nd	nd	nd
a HCH	7,37	102,1	7,34	5,15
b+g HCH	22,5	172,1	4,21	0,09
d HCH	13,1	137,7	44,7	50,4
heptachlor	nd	nd	nd	nd
heptachlor epoxy	39,4	62,7	6,89	nd
fipronil	69,0	50,2	nd	nd
g chloridane	nd	nd	nd	nd
a chlordane	3,61	366,5	nd	nd
dieldrine	nd	nd	nd	nd
aldrine	59,5	33,9	2,39	5,42
pp'DDE	nd	nd	nd	nd
pp'-DDD	nd	nd	16,8	6,35
pp'-DDT	1160	1139	22,0	56,9
Σmalathion	1525	2918	81,5	407,9
endrine	671,6	81,5	nd	nd
endrine aldehyde	nd	90,3	27,4	3,37
a endosulfan	22,2	27,6	nd	nd
b endosulfan	118,3	130,1	44,8	3,55
endosulfan sulfate	nd	12,8	nd	nd

22

Impact sur le milieu lui-même - caractéristiques physiques et chimiques

POLLUTIONS CHIMIQUES ET PHYSIQUES (LUMINEUSE, PLASTIQUE)

23

Impact sur le milieu lui-même - caractéristiques physiques et chimiques

CIRCULATION HUMAINE SUR LES PLAGES — PIÉTON + ENJINS À MOTEUR

24

Impact sur le milieu lui-même - caractéristiques physiques et chimiques

GRUMES DE BOIS



25

Impact sur le milieu lui-même - caractéristiques physiques et chimiques

MODIFICATION DE L'ARRIÈRE-PLAGE : DÉFORESTATION OU AU CONTRAIRE PLANTATION



26

Impact sur les individus présents sur la plage

BRACONNAGE DES ŒUFS



27

Impact sur les individus présents sur la plage


BRACONNAGE DES ADULTES



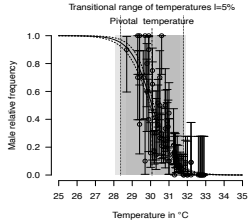
28

Impact sur les individus présents sur la plage

SEX RATIO VIA TEMPÉRATURES



Lepidochelys kempii

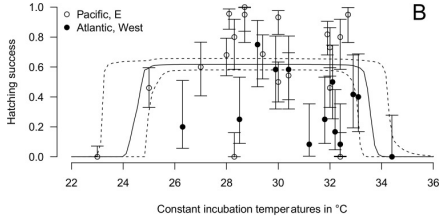


Norme de réaction du sex-ratio à la température de la population de Rancho Nuevo de *Lepidochelys kempii*

29

Impact sur les individus présents sur la plage

RÉUSSITE D'INCUBATION : TEMPÉRATURE, COMPACTION SABLE, CHARGE MICRO-ORGANISMES



30

Impact sur les individus présents sur la plage

LES HABITANTS DES PLAGES TROPICALES

- **Ocypodes – crabe fantôme** Complexe d'espèces - *Ocypode quadrata* est fréquente sur les côtes Atlantique, *Ocypode saratan* habite sur les côtes de l'océan Indien et de la mer Rouge, alors que *Ocypode cordimana* habite sur les côtes du nord de l'Australie.



Ocypode quadrata

31

Impact sur les individus présents sur la plage

LES HABITANTS DES PLAGES TROPICALES

- **Ocypodes – crabe fantôme** Le terrier est très facilement observable et permet d'avoir un indice de la présence de l'espèce dans un milieu. De plus la taille du terrier est proportionnelle à la taille de l'animal donc à son âge. On peut donc constituer un histogramme de la distribution des tailles de terrier qui donne une idée de la distribution des tailles des individus.

On peut utiliser la présence du crabe fantôme comme un indicateur de la qualité de la plage:

- Neves FM, Bemvenuti CE. 2006. The ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) as a potential indicator of anthropic impact along the Rio Grande do Sul coast, Brazil. *Biological Conservation* 133:431-435.
- Steiner AJ, Leatherman SP. 1981. Recreational impacts on the distribution of ghost crabs *Ocypode quadrata* Fab. *Biological Conservation* 20:111-122.



32

Impact sur les individus présents sur la plage

LES HABITANTS DES PLAGES TROPICALES

Les résultats de cette étude suggèrent que l'activité humaine est défavorable à la présence des crabes fantômes sur les plages étudiées. Ceci est démontré par la présence de quelques terriers à Tramandaí, qui présente un processus avancé d'activité anthropique, clairement visible par le compactage des sédiments le long de la bande de plage où circulent les voitures, rendant impossible la distribution de l'espèce.

Day	Harmonia (holes/m²)	Tramandaí (holes/m²)	Jardim do Éden (holes/m²)
1	~0.5 (a)	~0.5 (a)	~0.5 (a)
2	~1.5 (a)	~3.5 (b)	~3.5 (b)
3	~0.5 (a)	~3.0 (b)	~3.0 (b)
4	~1.5 (a)	~5.0 (b)	~5.0 (b)
5	~1.0 (a)	~1.0 (a)	~1.0 (a)

Fig. 5 - Densities of holes of the ghost crab *Ocypode quadrata* at the studied beaches. Densities were compared among all beaches every day. Distinct letters show significant differences among hole densities at each day.

Neves FM, Bemvenuti CE. 2006. The ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) as a potential indicator of anthropic impact along the Rio Grande do Sul coast, Brazil. *Biological Conservation* 133:431-435.

33

Impact sur les individus présents sur la plage

TAUX DE SURVIE AUX DIFFÉRENTS STADES MODIFIÉ PAR DES OBSTACLES

- La présence de bois crée des obstacles et sa décomposition modifie les paramètres physico-chimiques de l'environnement.
- La quantification de l'impact reste à préciser.

Laurance WF, Fay JM, Parnell RJ, Sounguet G-P, Formia A, Lee ME (2008) Does rainforest logging threaten marine turtles? *Oryx* 42: 246-251

Patino-Martinez J, Godley BJ, Quiñones L, Marco A (2017) Impact of tropical forest logging on the reproductive success of leatherback turtles. *Marine Ecology Progress Series* 569: 205-214 doi 10.3354/meps12064

34

Impact sur les individus présents sur la plage

PROTECTION CONFÉRÉE PAR LA PRÉSENCE HUMAINE

35

Impact sur les individus présents sur la plage

DÉSORIENTATION PAR LA LUMIÈRE DIRECTE OU INDIRECTE

36

Impact sur les individus présents sur la plage

DÉSORIENTATION PAR LA LUMIÈRE DIRECTE OU INDIRECTE



37

DESCRIPTION DU MILIEU

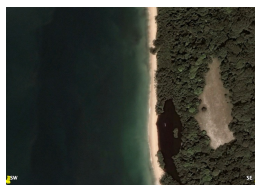
- La description du milieu plage est un élément essentiel pour que le travail puisse être analysé et surtout reproduit dans le temps.
 - Cartographie via images satellite
 - Cartographie via observations locales
 - Phytosociologie
 - Description physico-chimique du sable
 - Utilisation par l'homme : village, campements, sites culturels et cultuels, accostage bateaux, installations industrielles et touristiques - Eclairage
 - Flux de personnes sur le site
 - Statut coutumier, administratif, réglementaire et de protection



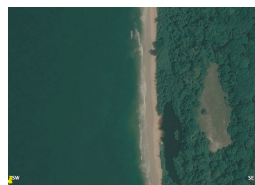
38

CARTOGRAPHIE VIA IMAGES SATELLITE

- Google Earth est votre meilleur ami !



2019



2022



39

CARTOGRAPHIE VIA OBSERVATIONS LOCALES



40

PHYTOSOCIOLOGIE



41

***CANAVALIA ROSEA* (FABACEAE)**



42

***IPOMOEA PES-CAPRAE* (CONVOLVULACEAE)**



43

**DIAGNOSTIQUE HYDROGRAPHIQUE (MARIN :
COURANTS, MARÉES ; CONTINENTAL : EAUX
SOUTERRAINES) ET SÉDIMENTOLOGIE DU SITE**



44

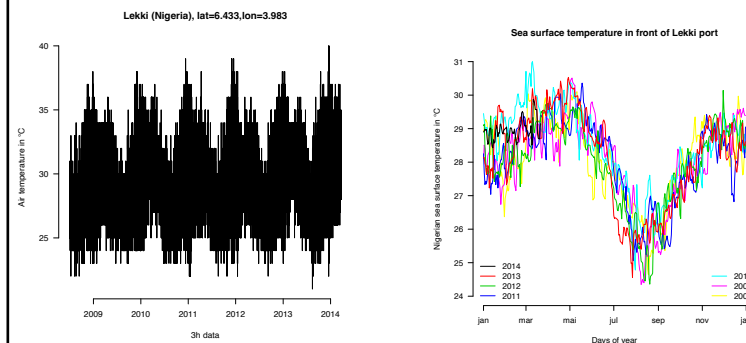
DESCRIPTION PHYSICO-CHEMIQUE DU SABLE

- Granulométrie
- Contenu en matière organique
- Salinité
- Hygrométrie, inondation



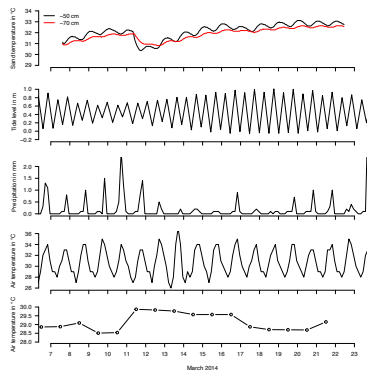
45

MÉTÉOROLOGIE ET CLIMATOLOGIE



46

MÉTÉOROLOGIE ET CLIMATOLOGIE



47

UTILISATION PAR L'HOMME : VILLAGE, CAMPEMENTS, SITES CULTURELS ET CULTUELS



48

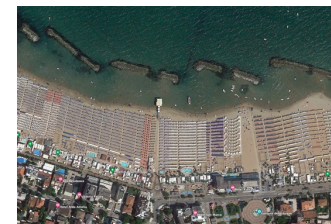
ACCOSTAGE BATEAUX



49

INSTALLATIONS INDUSTRIELLES ET TOURISTIQUES - ECLAIRAGE

- Des zones peuvent être très fortement impactées par les activités humaines.



50

VILLAGE, FLUX DE PERSONNES SUR LE SITE



51

STATUT COUTUMIER, ADMINISTRATIF, RÉGLEMENTAIRE ET DE PROTECTION



52

PRÉPARER LE TRAVAIL SUR LES TORTUES MARINES

- Définir un objectif pour définir un protocole
 - Fréquence de suivi
 - Dépend de la quantité de données dont on a besoin – notion de puissance des conclusions
 - Répartition temporelle – saison, journée, fréquence
 - Répartition spatiale
 - Distribution optimale des moyens de suivi
 - Nécessite de définir ce qui doit être optimisé
 - Mais recueillir quand même toute donnée qui pourrait dans l'avenir informer l'état du milieu ou des espèces dans la limite du raisonnable !



53

PRÉPARER LE TRAVAIL SUR LES TORTUES MARINES

- Définir la zone d'étude
 - Quel critère ?
 - Intérêt biologique : densité, rareté
 - Représentativité de la zone, notion d'échantillonnage
 - Facilité d'accès
 - Pression humaine
 - Intérêt éco-touristique, économique



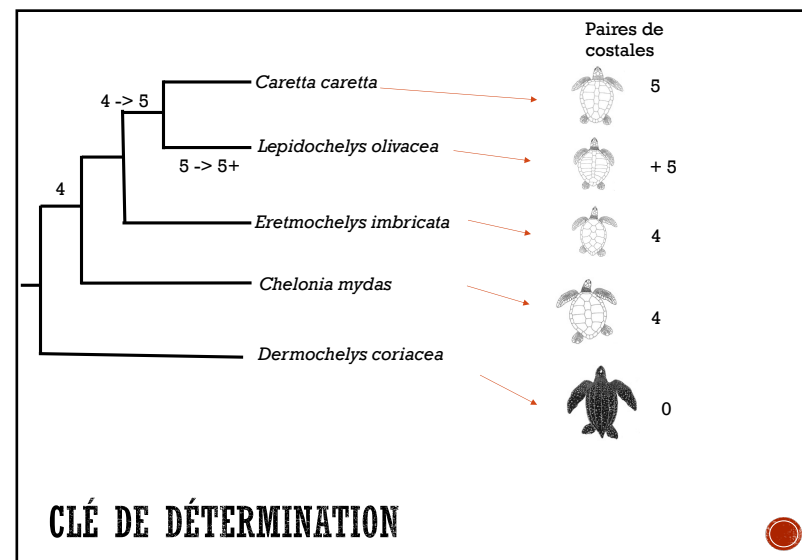
54

PRÉPARER LE TRAVAIL SUR LES TORTUES MARINES

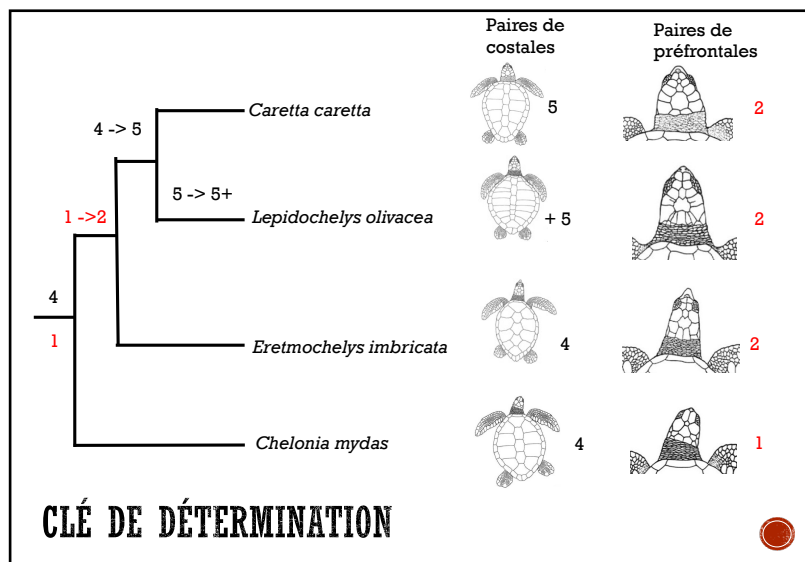
- Suivi des adultes
 - Les espèces présentes
 - Comptage des montées
 - Comptage des nids
 - Comptage des œufs
 - Distribution spatiale des pontes ou des observations
 - Identification individuelle
 - Biométrie des femelles en ponte



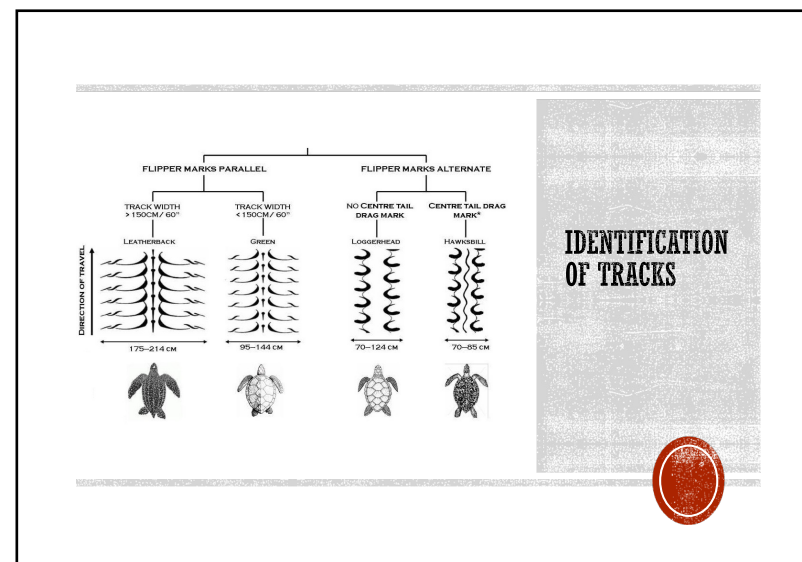
55



56



57



58


COMPTER LES TRACES DE MONTÉES

- Le dénombrement des traces de montées de tortues marines est relativement facile.




59

COMPTER LES NIDS

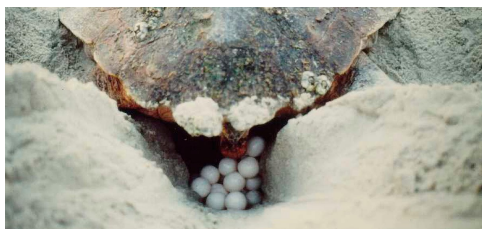


- Identifier les montées qui ont réellement donné lieu à une ponte est beaucoup plus compliqué et donne lieu à de nombreuses erreurs.

60

COMPTER LES OEUFS

- Le dénombrement des œufs dans une ponte peut être fait soit au moment de la ponte en se positionnant à l'arrière de l'animal pendant la ponte
- Soit à la fin de l'incubation en interprétant les restes à la fin de la ponte. L'erreur est souvent de plus de 50% !



61

DISTRIBUTION SPATIALE DES PONTES OU DES OBSERVATIONS

- Il est souvent utile de représenter spatialement les pontes sur une carte pour identifier des zones plus fréquentées par les femelles.
- On peut aussi représenter spatialement les menaces ou la réussite d'incubation. Cela peut permettre d'identifier des zones de la plage à suivre en priorité.
 - Mais attention, si on ne suit qu'une partie d'une plage, on pourra avoir une idée biaisée de la réussite d'incubation totale !

62

IDENTIFICATION INDIVIDUELLE

- Le marquage des femelles permet de les suivre dans le temps et on peut espérer obtenir des paramètres démographiques qui peuvent alimenter les modèles démographiques.
- Mais attention, pour que ce soit analysable, il faut au moins observer 30% des femelles sur toute la saison !



63

PERTE DES BAGUES EN MONEL

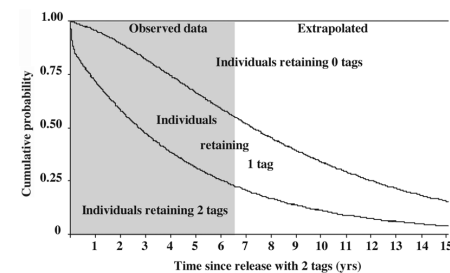
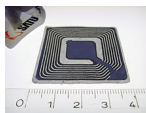


Fig. 4. Estimated cumulative probabilities of individuals retaining 2, 1, or zero tags using the best AIC model selected for data on leatherback sea turtles in French Guiana (1994–2000).

Rivalan, P., Godfrey, M.H., Prévot-Julliard, A.-C., Girondot, M., 2005. Maximum likelihood estimates of tag loss in leatherback sea turtles. *Journal of Wildlife Management* 69, 540–548.

64

RADIO-IDENTIFICATION

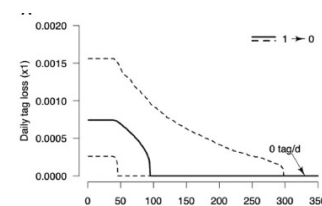


- PIT, Passive Integrated Transponder
 - Injection intra-abdominale, sous-cutanée ou intramusculaire



65

COUPLAGE PIT/GÉNÉTIQUE POUR ESTIMER LA PERTE DES PITS



Estimation par une méthode bayésienne de la probabilité journalière de perte des PITs chez la tortue caouanne. Les PITs sont perdus jusqu'à 3 mois après la pose, mais ensuite ils ne sont plus perdus car la zone d'injection a cicatrisé.



- Pfaller JB, Williams KL, Frick MG, Shamblin BM, Nairn CJ, Girondot M (2019) Genetic determination of tag loss dynamics in nesting loggerhead turtles: A new chapter in "the tag loss problem". Marine Biology 166: 97

66

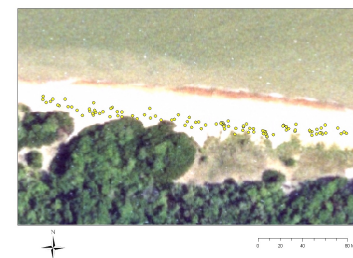
PRÉPARER LE TRAVAIL SUR LES TORTUES MARINES

- Suivi des nids
 - Position du nid sur la plage – géolocalisation, distance à la végétation, à la mer
 - Mesure de la température
 - Mesure de l'inondation
 - Mesure du mouvement dans le nid
 - Mesure du bruit
 - Réussite d'incubation
 - Les stades embryonnaires des embryons morts
 - Signes de prédation, destruction par l'érosion, braconnage
 - Analyse de la réussite d'incubation

67

POSITION DU NID SUR LA PLAGE

- Géolocalisation, distance à la végétation, à la mer



68

PRÉPARER LE TRAVAIL SUR LES TORTUES MARINES

- Suivi des nids
 - Position du nid sur la plage – géolocalisation, distance à la végétation, à la mer
 - Mesure de la température
 - Mesure de l'inondation
 - Mesure du mouvement dans le nid
 - Mesure du bruit
 - Réussite d'incubation
 - Les stades embryonnaires des embryons morts
 - Signes de prédation, destruction par l'érosion, braconnage
 - Analyse de la réussite d'incubation

