



MASTER EN SCIENCES – TECHNOLOGIES -SANTÉ

Mention : ECOLOGIE

Spécialité : Écosystèmes Tropicaux Naturels et Exploités

Caractérisation des habitats de la tortue verte (*Chelonia mydas*)
dans la réserve naturelle de Petite-Terre.

Caussat Mélodie



Co-directeurs : Eric Delcroix, Sophie Bédel

Mémoire soutenu le : Juin 2014

Table des matières :

Résumé

Remerciements

Liste des figures, liste des tableaux

1. INTRODUCTION	1
2. MATERIEL ET METHODE	2
2.1. PRESENTION DU SITE D'ETUDE	2
2.2 ETUDE DES DONNEES FOURNIES PAR LES BALISES	3
2.2.1 Réglages et paramétrages des balises	3
2.2.2. Description des tortues balisées	4
2.2.3 Acquisition et représentation des données	4
2.3 CARTOGRAPHIE DES HABITATS ET CROISEMENT AVEC LES DONNEES BALISES	5
2.3.2 Détermination des zones d'étude	6
2.3.3 Acquisition des données	6
2.3.3.1 Zone Lagon	6
2.3.3.2 Zones extérieures au lagon	12
2.3.4 Typologie des informations récoltées	13
2.3.5 Traitement des relevés de terrain	14
3. RESULTATS	14
3.1 RESULTATS DES DEPLACEMENTS HORIZONTALS ET VERTICAUX	15
3.1.1 Déplacements horizontaux	15
3.1.1.1 Analyse générale des traces pour les trois tortues	15
3.1.1.2 Etude des déplacements depuis la zone de lâcher	16
3.1.1.3 Analyse comparative Jour-Nuit de ces déplacements	16
3.1.2 Déplacements verticaux	19
3.2.2.1 Analyse des profondeurs de plongées	19
3.2.2.1.1 Gourdeliane	19
3.2.2.1.2 Cerise	20
3.2.2.1.3 Lydie	21
3.2.2.2 Analyse des durées de plongée	22
3.2 CARTOGRAPHIE	24
3.2.1. Réussite du protocole	24
4. DISCUSSION	
5. CONCLUSION	
Références bibliographiques	
Liste des annexes	

Listes des figures :

fig.1 Localisation de la Réserve Naturelle de Petite-terre.....	4
fig.2 Lydie en transit dans le lagon de Petite-Terre avec sa balise.	4
fig.3. Localisations GPS des trois tortues balisées et zones d'étude choisies.	7
fig.4 Matériel utilisé pour les transects.	8
fig.5 Détails des sous-zones de la Zone Lagon.	9
fig.6 Matériel nécessaire pour placer les repères.	10
fig.7 Méthode de placement des repères sur Terre de Bas dans la Zone Ouest Pointe.	10
fig.8 Ruban repère accroché sur les rochers de Terre-de-Haut.	11
fig.9 Bouée lestée servant de repère intermédiaire.	11
fig.10 Exemple de poids placés à une extrémité de la corde plombée.	11
fig.11 Début du déroulement de la corde.....	12
fig.12 La Personne 4, chargée de la notation des indicateurs.	12
fig.13 Remontée de la corde.	13
fig.14 La Personne 3 soulève la corde au fur et à mesure de la remontée.	13
fig.15 Tractage d'un observateur.....	14
fig.16 Traces et localisations GPS de Gourdeliane, Cerise et Lydie.....	16
fig.17 Suivi de la distance parcourue (km) par Cerise depuis la zone de lâcher.....	17
fig.18 Trajets de Cerise durant le suivi.....	17
fig.19 Fréquence des profondeurs atteintes par Gourdeliane.....	20
fig.20 Proportion du temps passé par classe de profondeur par Gourdeliane.....	21
fig.21 Fréquence des profondeurs atteintes par Cerise.....	21
fig.22 Proportion du temps passé par classe de profondeur par Cerise.....	22
fig.23 Fréquence des profondeurs atteintes par Lydie.....	22
fig.24 Proportion du temps passé par classe de profondeur par Lydie.....	23
fig.25 Durée des plongées (min) de Gourdeliane.....	24
fig.26 Durée des plongées (min) de Cerise.....	24
fig.27 Durée des plongées (min) de Lydie.....	25
fig.28 Protocole Zone Ouest.....	26

Liste des tableaux :

Tableau 1. Informations sur les tortues vertes équipées de balises.....	5
Tableau 2. Créneaux horaires enregistrés par les balises pour chaque tortue.....	5
Tableau 3. Orientation des transects de chaque zone en fonction des facteurs extérieurs.....	9
Tableau 4. Paramètres descriptifs des suivis GPS pour les 3 tortues.....	16
Tableau 5. Nombre de localisations GPS jour-nuit pour Gourdeliane, Cerise et Lydie.....	18
Tableau 6. Approche jour/nuit des déplacements horizontaux de Gourdeliane.....	18
Tableau 7. Statistiques descriptives générales des localisations des trois tortues.....	19
Tableau 8. Paramètres descriptifs des profondeurs utilisées par Gourdeliane, Cerise et Lydie.....	20
Tableau 9. Paramètres descriptifs des durées de plongées de Gourdeliane, Cerise et Lydie.....	23
Tableau 10. Bilan de l'effort nécessaire à la récolte de données dans la Zone Lagon.....	26
Tableau 11. Bilan du nombre de points de localisation GPS recouverts par la cartographie.....	27

1. INTRODUCTION

La tortue verte (*Chelonia mydas*) (Linnaeus, 1758) est une des 7 espèces de tortues marines. Elle a une répartition spatiale qui s'étend de 40°N à 40°S (Hirth, 1997) et est présente dans toutes les eaux du monde dont la température dépasse les 20 °C (Fey & Delcroix¹, 2014). Les tortues vertes atteignent leur maturité sexuelle entre 18 et 30 ans. Les pontes sont observables dans les Caraïbes de mai à octobre et en moyenne une centaine d'œufs sont pondus dont la période d'incubation (de 48 à 74 jours) est liée au climat et à la température du sol (Fey & Delcroix, 2014). Dans l'Atlantique ouest, les principaux sites de pontes sont Tortugero (Costa Rica) avec plus de 50 000 pontes par an, Ascension, Aves et la Floride avec entre 1000 et 10 000 pontes par an (SWOT Report, 2011).

Après avoir quittés leurs plages de naissance, les nouveau-nés se dirigent directement vers la pleine mer. Durant les premières années, les jeunes ont une vie épi-océanique et se nourrissent d'organismes planctoniques (Bjorndal, 1997). Une fois une taille de 20-25 cm atteinte (Bjorndal & Bolten, 1988), les sub-adultes se rapprochent des côtes et viennent finir leur croissance sur des zones benthiques abritant des écosystèmes néritiques (herbiers sous-marins souvent en liaison avec des récifs coralliens, mangrove, lagons ou estuaires) (Bjorndal, 1997). Ainsi, les tortues immatures se nourrissent principalement de végétaux et privilégient les espèces à faible teneur en fibres et à forte teneur en azote (Taquet, 2007). Adulte, la base de leur alimentation est faite d'algues et de phanérogames marines, dont la cellulose est digérée grâce à des bactéries intestinales symbiotiques (Bjorndal, 1979). Les tortues en alimentation font l'objet de différents suivis et études dans le monde et dans la Caraïbe. Il en résulte que la tortue verte serait fidèle à sa zone d'alimentation, qui peut être de superficie très restreinte (Boulon, 1984 ; Taquet & *al.*, 2006 ; Taquet, 2007), et au niveau d'une même zone d'alimentation, les individus seraient issus de différentes zones de pontes (Lahanas & *al.*, 1998).

La population de tortues dans les Antilles a subi un immense déclin causé par la surexploitation (Chevalier & Lartigues, 2001). En Guadeloupe, les tortues vertes possèdent le statut de conservation le plus défavorable. La population en alimentation y est présente tout au long de l'année (Delcroix & *al.*, 2011) et a pour principale menace les captures accidentelles liées à la pêche sur leurs zones d'alimentation (herbiers sous-marins). Il y a un déficit de

¹ Fey L. & Delcroix E. (2014). *Chelonia mydas* (Linnaeus,1758). (source : http://doris.ffessm.fr/fiche2.asp?fiche_numero=746 , consulté le 02 Janvier 2014)

connaissances concernant cette population et il est nécessaire d'y remédier à l'aide d'étude permettant de connaître leurs superficies d'alimentation, leur comportement de plongée (rythme de plongée, durée de plongée, profondeur atteinte etc..) afin d'envisager un plan de restauration efficace. Des données sont disponibles sur différents sites d'étude (Mayotte, Floride, Hawaï..), cependant ces résultats ne peuvent pas être généralisés à l'ensemble de la population de tortues vertes et sont considérés comme des résultats locaux. En effet, plusieurs facteurs comme la morphologie du site d'alimentation, la répartition bathymétrique des herbiers sur ces sites et leur fréquentation par l'homme, influencent le rythme et le comportement des tortues (Taquet, 2007). De plus, les stratégies de recherche de nourriture sont également motivées par les besoins métaboliques individuels qui peuvent dépendre de l'âge, la taille, la physiologie et l'état reproducteur (Ballorain, 2010). Il serait donc inadapté d'étendre ces résultats à la population de tortues vertes présente dans l'archipel Guadeloupéen.

Une première étude a été réalisée en Guadeloupe en 2013 par Eric Delcroix (stage de master 2^{ème} année à l'UAG) sur deux tortues vertes sub-adultes, en alimentation en Côte Sous Le Vent. Ces deux individus ont été balisés par balises Argos et leurs déplacements (verticaux et horizontaux) analysés. Cette étude a permis d'obtenir les premiers éléments de connaissances sur l'utilisation de l'espace et du comportement de plongée des tortues vertes en Guadeloupe. Afin d'augmenter l'échantillon testé et la fiabilité des résultats obtenus, trois tortues vertes ont été balisées en 2013 dans la réserve naturelle de Petite-Terre dans le cadre du programme Suivi de l'Ecologie en Alimentation des Tortues marines de l'Archipel Guadeloupéen (SEATAG).

L'objectif de cette étude est de caractériser les habitats des tortues vertes dans la réserve naturelle de Petite-Terre. Cette problématique sera traitée à l'aide de la mise en place d'un protocole permettant de cartographier finement leurs habitats à la même période que le suivi par balises Argos et d'exploiter les points de localisation recueillis sur les déplacements des trois tortues balisées. Cette cartographie sera croisée aux données fournies par les balises afin d'obtenir des informations sur leur comportement d'exploitation de l'espace.

2. MATERIEL ET METHODE

2.1 PRESENTATION DU SITE D'ETUDE

L'étude a été réalisée dans l'Archipel Guadeloupéen, dans la Réserve Naturelle de Petite-Terre (16° 10' 15" N ; 61° 06' 55" W ; WGS 84) couvrant une superficie de 990 ha appartenant à la commune de la Désirade. Elle a été créée en 1998 et est cogérée par l'Office

Nationale des Forêts (ONF) et l'association Ti-tè. Cette réserve est située entre la Désirade et Marie-Galante (fig.1) et est constituée de deux îlets: Terre de bas (117 ha) et Terre de haut (31 ha), ainsi que d'une zone marine de 842 ha délimitée par 6 bouées.



fig.1 Localisation de la Réserve Naturelle de Petite-terre : a. Situation dans l'archipel guadeloupéen ; b. ortho photographie IGN de 2010.

2.2 ETUDE DES DONNEES FOURNIES PAR LES BALISES

2.2.1 Réglages et paramétrages des balises

Les balises choisies sont trois appareils fabriqués par la société Wildfile Computer Modèle **SPLASH10-F-400-238A**. Elles contiennent un enregistreur GPS, des capteurs permettant de fournir des données sur différents paramètres et une transmission satellite Argos. Le système Argos est basé sur un récepteur argos présent dans certains satellites qui permet de capter les données récoltées par les capteurs lorsque l'animal est à la surface. La balise émet donc que lorsque son dispositif de transmission est hors de l'eau.

Les données fournies au récepteur argos sont résumées et compressées pour leur transmission et peuvent être incomplètes si le signal se coupe durant le transfert. Le seul moyen d'obtenir l'intégralité des informations est de récupérer la balise lorsqu'elle se détache de la carapace de la tortue.

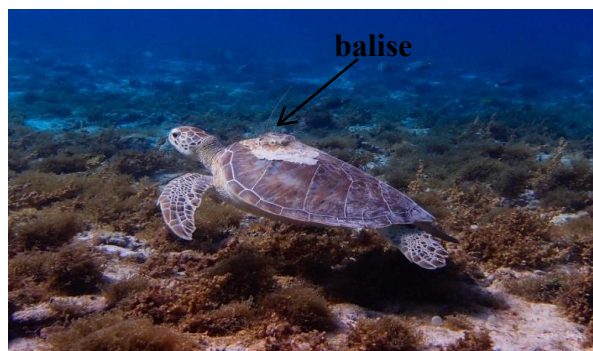


fig.2 Lydie en transit dans le lagon de Petite-Terre avec sa balise (crédit photo : Mélodie Caussat)

2.2.2. Description des tortues balisées

Trois tortues vertes ont été capturées de jour dans le lagon de Petite-Terre et balisées (Tableau 1).

Tableau 1. Informations sur les tortues vertes équipées de balises.

Nom affectif	ID balise	Date de capture et de retour à la mer	Sexe	CCL ² (cm)	CCW ³ (cm)	Masse (kg)	Bague Gauche/ Bague Droite	Date de fin de suivi
Gourdeliane	#49	03/05/13	Immature	61	NC	NC	FWI6051/ FWI6052	23/07/ 2013
Lydie (fig.2)	#43	22/11/13	Immature	54	50,2	18,25	FWI7768/ FWI7766	En cours
Cerise	#44	22/11/13	Immature	54,8	49	18,9	FWI7769/ FWI7700	En cours

NC = Non Connue

2.2.3 Acquisition et représentation des données:

Les balises enregistrent les données par créneaux horaires prédéfinis (Tableau 2).

Tableau 2. Créneaux horaires enregistrés par les balises pour chaque tortue.

Tortues	Nombre d'heures par créneau	Créneaux horaires
Gourdeliane	6	[20h00 ; 02h00[, [02h00 ; 08h00[, [08h00 ; 14h00[, [14h00 ; 16h00[
Lydie et Cerise	3	[21h00 ; 24h00[, [00h00 ; 03h00[, [03h00 ; 06h00[, [06h00 ; 09h00[, [09h00 ; 12h00[, [12h00 ; 15h00[, [15h00 ; 18h00[, [18h00 ; 21h00[

Afin de réaliser une analyse comportementale jour/nuit, le jour a été défini de 6h00 à 18h00 et la nuit de 18h00 à 06h00.

Les données des balises sont récupérées sur le site de Argos et traitées sur le logiciel SIG (Système d'Informations Géographiques), QGIS.2.0.1 et à l'aide d'un tableur Excel©.

- **Déplacements horizontaux :**

²Abréviation pour « Curved Carapace Length » : longueur courbée de carapace (Annexe 3)

³Abréviation pour « Curved Carapace Width » : largeur courbée de carapace (Annexe 3)

Les géolocalisations sont étudiées uniquement avec les données GPS car celles fournies par le système Argos sont moins précises (Delcroix, 2013). Plusieurs phases sont possibles dans les trajectoires horizontales des tortues marines (Delcroix, 2013). Afin de définir leur éventuelle présence, une analyse de la distance parcourue totale, de la distance parcourue par rapport au point de départ et de la vitesse est réalisée. Des comparaisons entre individus sont alors effectuées ainsi qu'une comparaison du comportement Jour/Nuit durant ces phases. L'analyse Jour/Nuit des distances parcourues et des vitesses sera réalisée uniquement si deux localisations sont enregistrées durant ces demi-journées.

- **Déplacements verticaux :**

La profondeur de 1 m est définie comme profondeur d'immersion, les durées de plongées inférieures à 10 secondes sont ignorées et toutes les secondes une mesure de la profondeur est enregistrée.

Des classes de profondeur (en mètre) sont définies : [1 ; 3[, [3 ; 5[, [5 ; 10[, [10 ; 15[, [15 ; 20 [, [20 ; 25[, [25 ; 30[, [30 ; 35[, [35 ; 40[, [40 ; 50[, [50 ; 60[, [60 ; 70[, [70 ; 80[, ≥80

Les paramètres étudiés et récoltés par la balise sont:

- la profondeur maximale de plongée (m)
- la proportion de temps passé dans ces intervalles de profondeur
- les durées de plongées (min)

Pour réaliser les analyses, seules les données fournies par le système Argos lors d'un créneau horaire correspondant à une demi-journée ont été utilisées.

- **Analyses statistiques :**

Le logiciel XL Stat© a été utilisé pour réaliser les analyses statistiques. Le test t de student bilatéral a été effectué afin de déterminer si deux échantillons ont des moyennes différentes ainsi qu'un test t de student unilatéral gauche ou droite pour déterminer si une moyenne est significativement plus élevée qu'une autre.

2.3 CARTOGRAPHIE DES HABITATS ET CROISEMENT AVEC LES DONNEES BALISES:

La visualisation de la répartition spatiale des ressources benthiques est essentielle à la compréhension de l'utilisation de l'espace par les tortues vertes. Un protocole de cartographie a été mis en place durant cette étude afin de croiser les données habitats avec les déplacements

horizontaux fournies par les balises.

2.3.2 Détermination des zones d'étude:

La durée du terrain étant limitée à 25 jours, les zones d'étude ont été basées sur les localisations des tortues fournies par leurs balises. Celles de Lydie et de Cerise émettant encore lors de l'élaboration du protocole, leurs données GPS ont été utilisées dans cette étude jusqu'au 26 Mars 2014. D'après celles-ci, les tortues sont majoritairement présentes dans l'intégralité du lagon de Petite-Terre, dit "Zone Lagon" ainsi que dans deux zones principales à l'extérieur : "Zone Ouest" et "Zone Nord" (fig.3) :

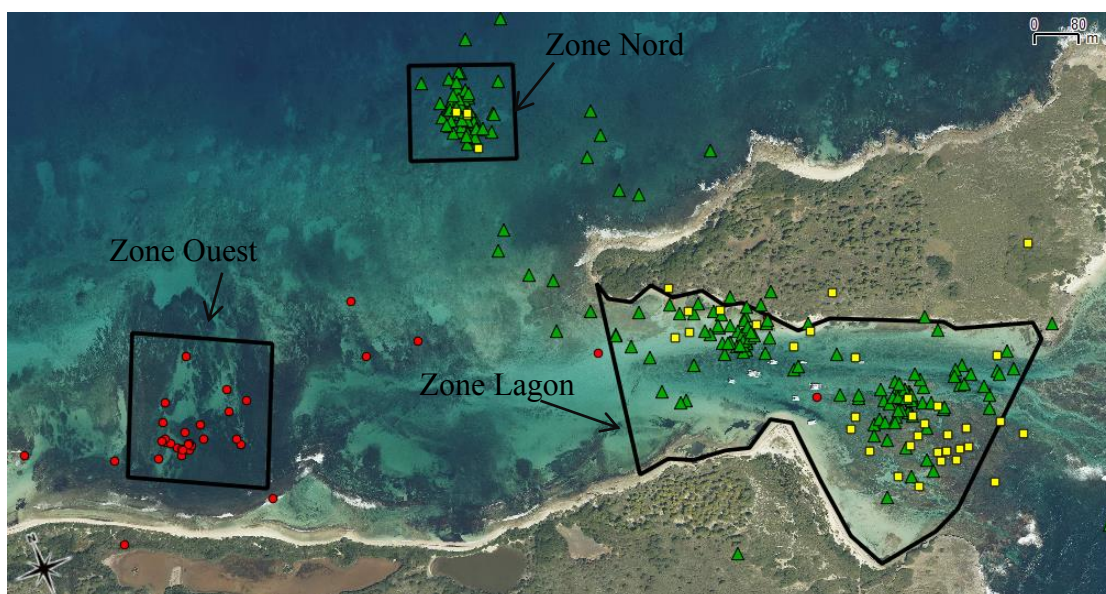


fig.3 Localisations GPS des trois tortues balisées et zones d'étude choisies (encadrées en noir). Les points rouges représentent les localisations de Cerise, les verts celles de Gourdeliane et les jaunes celles de Lydie.

2.3.3 Acquisition des données:

Le type de support de cartographie utilisé est une ortho photographie géo-référencée de Petite-Terre, datant de 2010 projetée en UTM⁴ 20 Nord et d'une résolution spatiale de 50 cm. Elle est utilisée dans le logiciel, QGIS2.0.1. Cette photographie date de 4 ans, il serait donc inadapté de baser la cartographie sur une photo-interprétation et sera donc basée uniquement sur des relevés de terrain.

2.3.3.1 Zone Lagon:

⁴ UTM : Abréviation pour Universal Transverse Mercator ou Transverse universelle de Mercator.

Les relevés de terrain s'effectuent le long de transects⁵ allant de Terre-de-Bas à Terre-de-Haut parallèles entre eux, distants de 20 m, dont le début et la fin sont matérialisés par des repères placés au niveau de la ligne de rivage.

La profondeur du lagon ne dépassant pas 5 m de profondeur, les données habitats peuvent alors relevées en nageant en PMT (Palme/Masque/Tubas) le long d'une corde plombée de 10kg, 8mm de diamètre et de 100 m de long (fig.4.a). Celle-ci est parcourue de colliers polyamides noirs et blancs placés en alternance tous les 5 m (fig.4.b et fig.4.c). Une information sur l'habitat est relevée à leur rencontre.

Un Canoë-Kayak biplace a été utilisé afin de permettre le déroulement de la corde pour ne pas risquer d'abîmer les fonds avec une hélice (fig.4.d).

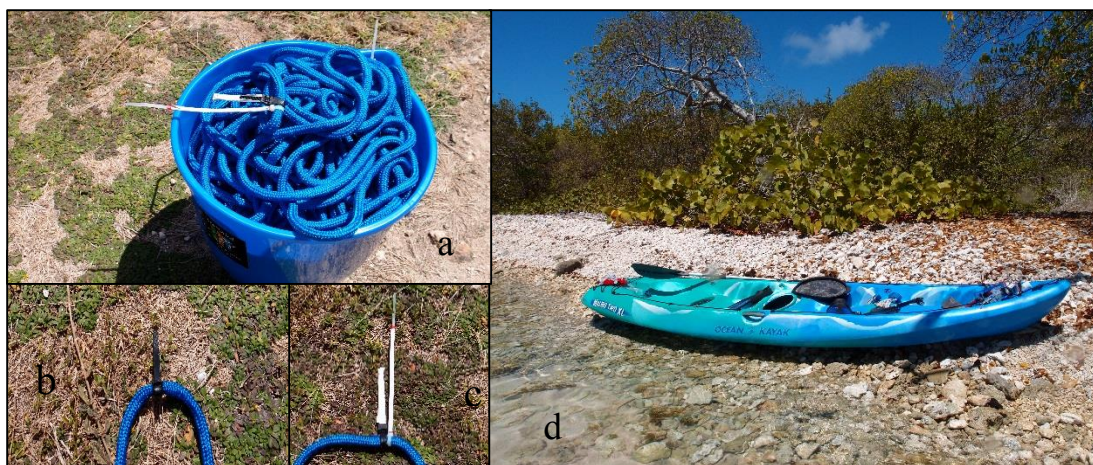


fig.4. Matériel utilisé pour les transects : a. corde plombée ; b. collier noir ; c. colliers blancs ; d. Canoë-kayak biplace. (crédit photos : Mélodie Causat)

- **Orientation des transects et placement des repères:**

Plusieurs facteurs doivent être pris en compte afin d'orienter les transects:

- l'emplacement des bateaux: les zones où il a des bateaux doivent être parcourues de 6h30 à 8h30, avant leur arrivée et à partir de 16h, leur heure de départ,
- le courant: un fort courant entraîne la corde dans le sens Est-Ouest. Il atteint 1,5 nœuds par houle modérée (Bouchon & *al.*, 1995) et peut devenir très fort par grosse mer. Des essais de déploiements ont permis de déterminer qu'un déploiement dans la diagonale du sens du courant est le plus efficace,
- la longueur du transect: plus un transect est long, plus il y a de possibilités qu'il ne soit pas droit.

Trois sous-zones ont été définies dans le but de limiter les effets de ces facteurs : Zone

⁵Un transect est une ligne virtuelle ou physique que l'on met en place pour étudier un phénomène où l'on comptera les occurrences (source: www.wikipedia.fr).

Pointe (ZP), Zone Ouest Pointe (ZOP) et Zone Est Pointe (ZEP) qui ont toutes un point de départ commun : le point 1 (fig.5). Ces 3 zones ont des orientations de déploiement permettant d'obtenir les transects les plus droits en fonction des conditions de terrain (Tableau 3).

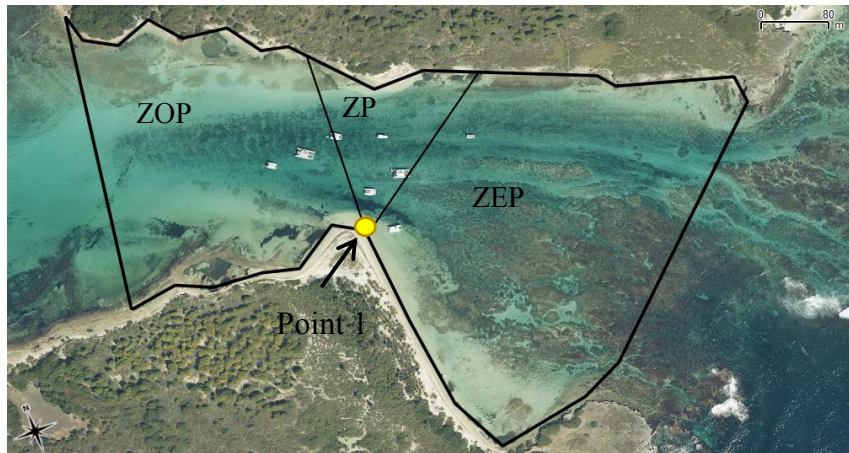


fig.5 Détails des sous-zones de la Zone Lagon, les encadrés noirs représentent leurs délimitations.

Tableau 3. Orientation des transects de chaque zone en fonction des facteurs extérieurs

Zones	Sens du courant		Distance	Nombre de bateaux	Orientation choisie
ZOP	Courant Ouest	Est-	Moyenne	Peu	N
ZEP	Courant Ouest	Est-	Grande	Beaucoup dans la zone des croisiéristes	70° N
ZP	Courant Ouest	Est-	Courte	Beaucoup	Radiales séparées entre elles de 30°

Matériel nécessaire :

Pour matérialiser les transects, des fers à bétons surmontés d'une bouteille en plastique peinte à l'intérieur en orange et des rubans (fig.6.a), une boussole, un décimètre et le GPS⁶ semi étanche eTrex® H de Garmin® (fig.6.b et c) sont utilisés. Trois repères sont placés au total pour un seul transect: deux alignés à une même extrémité et un autre à l'autre extrémité. Cette disposition permet un alignement.

⁶ GPS : Abréviation pour Global Positioning System.



fig.6 Matériel nécessaire pour placer les repères : a. Exemple de repères placés à Terre de Bas. ; b. Boussole et décimètre ; c. GPS semi étanche eTrex® H de Garmin® (crédit photo : Mélodie Causat)

Zone Ouest Pointe:

Les repères du premier transect sont placés en prenant comme départ un point GPS préenregistré à Terre de Bas (point 1), déterminé à partir de l'ortho photographie et un point de fin à Terre de Haut, placé à la boussole. Ceux des transects suivants ont été placés à l'aide d'une boussole et d'un décimètre à partir du premier transect et vers l'ouest de la manière suivante (fig.7) :

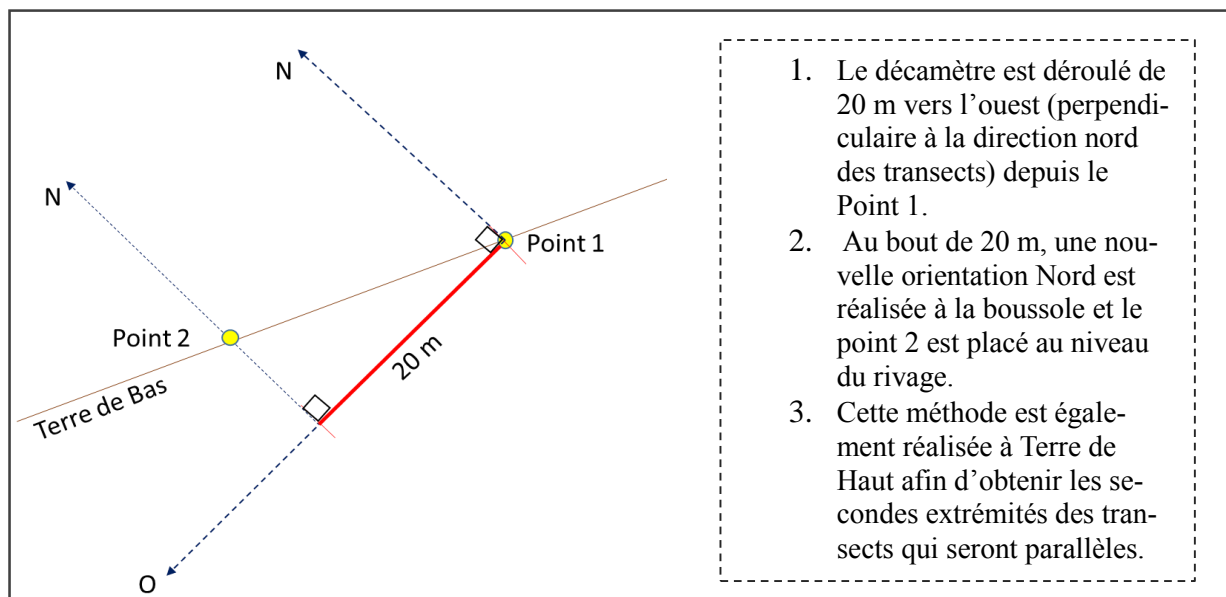


fig.7 Méthode de placement des repères des transects sur Terre de Bas dans la Zone Ouest Pointe.

Zone Est Pointe:

Le premier transect commence au niveau du point 1 avec une orientation de 70° N. Les autres repères sont placés à l'aide d'une boussole et d'un décimètre en suivant le même schéma

que pour la Zone Ouest Pointe (en modifiant les calculs d'angle). Sur cette partie de Terre de Haut parcourue de falaises, seuls des rubans accrochés aux rochers par des colliers colson sont utilisés comme repères (fig.8). Des bouées intermédiaires (fig.9) ont été placées dans le lagon avant le début des transects car les distances à parcourir sont longues (500 m) et les repères sur l'autre île ne sont pas toujours visibles. Par ailleurs, certains transects de cette partie n'ont qu'un seul repère à terre et nécessitent le placement d'un flotteur à leur seconde extrémité.



fig.8 Ruban repère accroché sur les rochers de Terre-de-Haut (crédit photo : Mélodie Caussat)



fig.9 Bouée lestée servant de repère intermédiaire (crédit photo : Mélodie Caussat)

Zone Pointe:

Les transects de cette zone commencent tous au point 1 et ont une orientation permettant de passer entre les bouées d'amarrages des bateaux. Les repères ont tous été placés à la boussole.

- **Déroulement d'un transect:**

Matériel nécessaire:

- corde plombée + colliers contenue dans un seau à béton
- poids placés aux deux extrémités de la corde (qu'on appellera E1 et E2) (fig.10)
- canoë-kayak biplace + une (ou deux) pagaie(s)
- GPS semi-étanche eTrex® H de Garmin®
- ardoise de notation + crayon à papier
- appareil photo sous-marin
- palmes, masque, tubas



fig.10 Exemple de poids placés à une extrémité de la corde plombée (crédit photo : Mélodie Caussat)

Tous les transects ont été réalisés suivant le même protocole de déploiement et à l'aide de 4 équipiers aux rôles différents:

- **Personne 1:** munie d'une paire de gants, elle est chargée de dérouler la corde de la manière la plus tendue possible et de la remonter dans le seau une fois le déploiement terminé (fig.11),
- **Personne 2:** chargée de pagayer (fig.11),
- **Personne 3:** chargée de nager le long du déploiement afin de vérifier que la corde est droite, de l'arranger le cas échéant et de placer l'E2 au bout des 100 m afin qu'elle ne soit pas sur des coraux (fig.11),
- **Personne 4:** chargée de la notation des différents indicateurs sur une ardoise de plongée (fig.12)

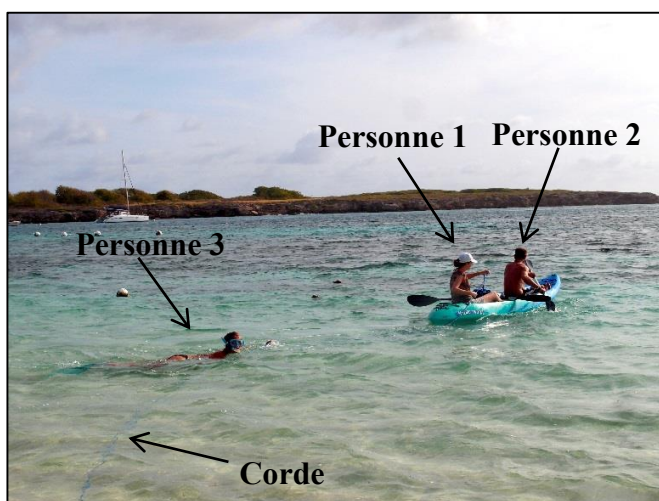


fig.11 Début du déroulement de la corde : la Personne 2 pagaie, la Personne 1 déroule la corde et la Personne 3 nage derrière afin de replacer la corde correctement.
(crédit photo : Mélodie Caussat)

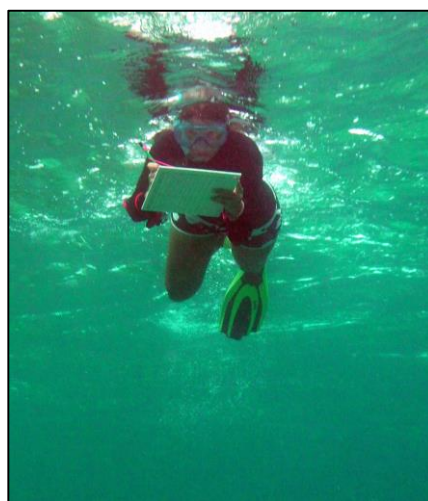


fig.12 La Personne 4, chargée de la notation des indicateurs, parcourt la corde une fois qu'elle est posée.
(crédit photo : Lowmay Findlay)

Déploiement de la corde:

1. L'E1 est posée au début du transect, au niveau de la ligne de rivage et le point GPS pris. Les Personnes 1 et 2 commencent le déploiement de la corde dans la direction des repères posés à l'autre extrémité. La Personne 3 suit alors le canoë et vérifie le bon placement de la corde (fig.11).
2. Arrivés à l'E2 de la corde, le poids est passé au nageur qui le place sous l'eau et le point GPS est pris. La Personne 4, restée au départ, commence alors le parcours de notation. Une fois les données notées, les kayakistes et le nageur reviennent au niveau de l'E1

afin de remonter la corde.

3. L'E1 est récupérée et placée sur le Canoë. La Personne 1 commence alors à remonter la corde (fig.13) avec l'aide du nageur qui vérifie qu'elle n'est accrochée nul part et qu'elle n'abîme pas le fond (fig.14). Quelques mètres avant l'E2, le nageur dit quand arrêter la remontée de la corde et quand commencer à la redéployer. Ce système permet de redéployer la corde sans déplacer l'ancien point de fin qui devient alors le nouveau point de départ: l'E2 devient l'E1 du prochain déploiement.

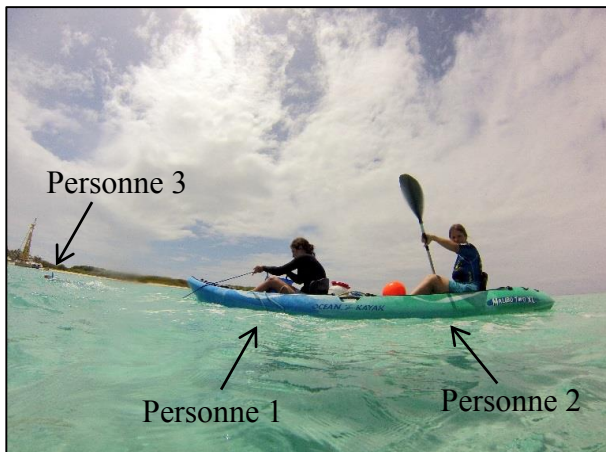


fig.13 Remontée de la corde par la Personne 1 aidée de la Personne 2 qui pagaie et de la Personne 3 qui est dans l'eau. (crédit photo : Florence Schinkus)

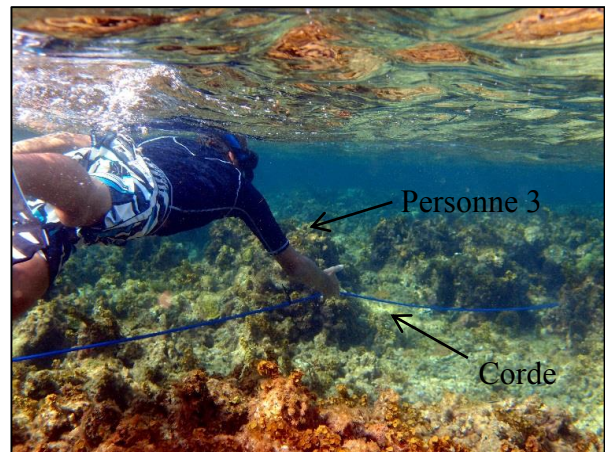


fig.14 La Personne 3 soulève la corde au fur et à mesure de la remontée afin de l'empêcher de s'accrocher au fond. (crédit photo : Mélodie Caussat)

Le nouveau déploiement se déroule alors de la même manière jusqu'à arriver à la fin du transect. Si lors du transect, le canoë est amené à passer sur une formation corallienne affleurant le transect est stoppé et repris de l'autre côté de cette formation.

2.3.3.2 Zones extérieures au lagon:

Comme les zones extérieures au lagon sont soumises à une forte houle et que la Zone Nord est profonde (8-10 m), un seul protocole, commun aux deux zones, a été envisagé. Les relevés sont possibles uniquement par mer calme et d'une heure à l'autre l'état de la mer peut se détériorer. Le protocole mis en place doit permettre de couvrir les zones d'étude tout en étant rapidement réalisable.

Protocole :

Les points GPS correspondant aux 4 extrémités des zones sont préenregistrés dans le

GPS puis marqués sur le terrain par des flotteurs. Un bateau à moteur tractant un nageur à l'aide d'une corde de 4 m y effectue des allers retours pendant lesquels l'observateur muni d'un appareil photo sous-marin scrute le fond et lâche la corde à chaque changement (fig.15). Le bateau vient alors à cet endroit, un point GPS est enregistré, le type d'habitat noté puis le tractage recommence jusqu'à avoir parcouru la totalité de la zone. Des photographies des habitats sont prises.

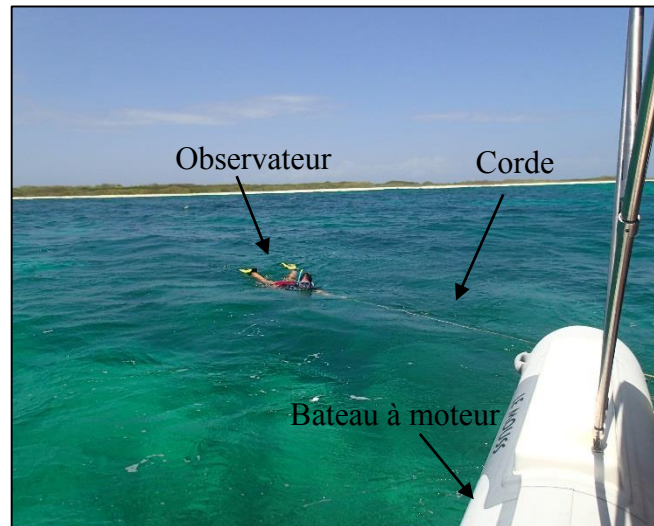


fig.15 Tractage d'un observateur. (crédit photo : Océane Beaufort)

2.3.4 Typologie des informations récoltées:

Dans cette étude, le choix de la typologie des informations s'est porté sur les catégories benthiques connues comme étant utilisées par les tortues vertes. La phanérogame sous-marine *Thalassia testudinum* (herbe à tortue) est considérée comme la principale espèce consommée par les tortues vertes dans la Caraïbe (Bjorndal, 1980 ; Bjorndal, 1982). Mais ce n'est pas le cas partout: par exemple en Floride, dans une zone de lagon les tortues vertes ont pour nourriture *Syringodium filiforme*, *Halodule wrightii*, *Halophila engelmanni*, des algues vertes et rouges (Mendoça, 1983). Il est donc important de savoir précisément l'emplacement et la composition des herbiers de phanérogames marines et des algues dans la réserve. Par ailleurs, des tortues ont été aperçues à Petite-Terre en repos dans des cavités formées par le récif, sur le sable ou des débris coralliens (Beaufort O.comm.pers).

De ce fait, 14 indicateurs⁷ ont été retenus lors d'une mission de repérage à Petite-Terre :

- Herbiers de phanérogames monospécifiques et mixtes : *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme*, *Halodule beaudetti*

⁷ Des fiches « indicateurs » sont disponibles en annexe 4.

- Alguerais: macroalgues calcifiées (ex. *Halimeda sp.* et macroalgues molles (ex *Dictyota sp.*)
- Débris coralliens
- Corail mort
- Turf algal
- Corail vivant
- Cyanoalgues
- Sable
- Beach Rock (ou grès de plage)⁸
- Autre substrat

Des informations plus précises ont été relevées pour les herbiers de phanérogames marines:

- Estimation semi-quantitative⁹ de la densité des herbiers: brins éparses, herbier clairsemé ou dense
- Estimation visuelle du broutage: brouté, non brouté.

- **Règle de notation :**

Les indicateurs majoritaires présents dans un intervalle de 3 m (1,50 m de part et d'autre de la corde plombée) sont cochés tous les 5 m le long des transects sur l'ardoise de notation (annexe 5). Les observations de tortues marines sont également notées si celles-ci sont dans un intervalle de 5 m (2,50 m de chaque côté de la corde). Plusieurs données sont relevées: l'heure d'observation, le nombre, l'espèce et l'activité (alimentation, repos ou transit). Ces informations ne seront pas l'objet d'une analyse dans cette étude.

2.3.5 Traitement des relevés de terrain :

Toutes les données d'habitats ainsi que les points GPS sont traitées dans un tableur Excel® et traitées sur le logiciel QGIS 2.0.1.

⁸ Beach rock (ou grès de plage): C'est une roche sédimentaire qui se forme dans la zone littorale, par cimentation rapide du sable ou des débris coquilliers ou coralliens sur une plage, parallèlement au rivage, au niveau de la zone de déferlement des vagues ou de balancement des marées. (source: www.wikipedia.fr)

⁹ Données semi-quantitatives : Ce sont des mesures obtenues au cours d'une observation et dont la signification réelle ne se rattache pas aux valeurs mais plutôt l'ordre de grandeur dans lequel ces valeurs se situent (Pagé & al.,1999)

3. RESULTATS :

3.1 RESULTATS DES DEPLACEMENTS HORIZONTAUX ET VERTICAUX :

3.1.1 Déplacements horizontaux :

La figure 16 représente les différents déplacements des tortues dans la réserve naturelle de Petite-Terre.

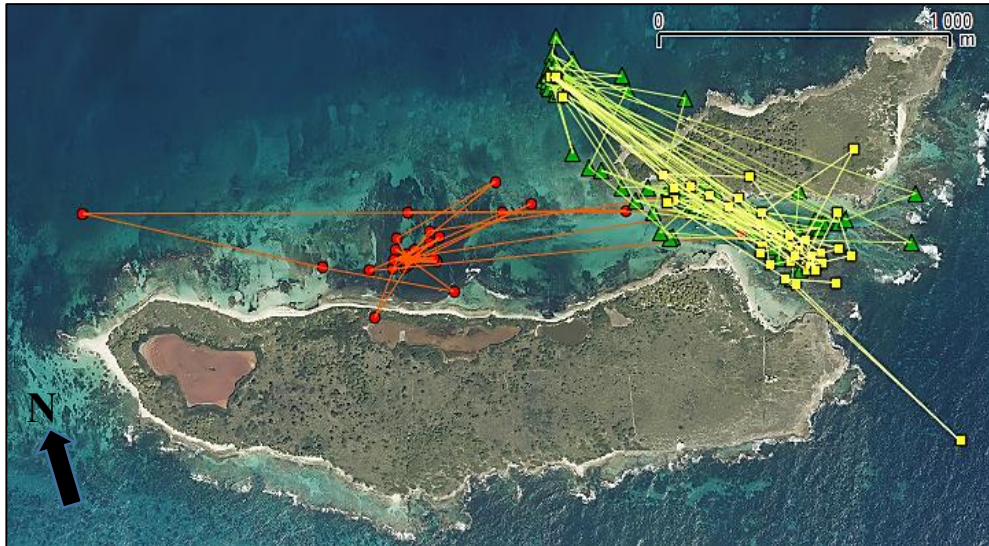


fig.16 Traces et localisations GPS de Gourdeliane (en vert), de Cerise (rouge) et de Lydie (jaune) durant le suivi.

3.1.1.1 Analyse générale des traces pour les trois tortues:

Tableau 4. Paramètres descriptifs des suivis GPS pour les 3 tortues

Tortues	Nombre total de localisations GPS	Durée du suivi (jours)	Distance totale parcourue (km)	Distance moyenne par jour (km)	Vitesse ¹⁰ moyenne (km.h ⁻¹)	Rayon maximal (km)
Gourdeliane	194	81	65,92	0,35 ± 0,30	0,05 ± 0,05	0,82
Cerise	38	106	12,58	0,34 ± 0,44	0,02 ± 0,03	1,16
Lydie	42	105	16,40	0,42 ± 0,32	0,02 ± 0,03	1,07

Gourdeliane a parcouru 5,2 fois plus de distance que Cerise et 4 fois plus que Lydie (Tableau 4). Cependant, elle a un nombre total de localisations environ 4,7 fois plus élevé que celui des deux autres tortues pour un nombre de jours de suivis plus faible (81 jours pour Gourdeliane et respectivement 106 et 105 pour Cerise et Lydie). La distance moyenne parcourue par jour est inférieure à 450 m pour les trois tortues. La vitesse moyenne de Gourdeliane est de 0,05 km.h⁻¹ (± 0,30) et est supérieure à 0,02 km.h⁻¹ (± 0,03), vitesse moyenne de Cerise et de Lydie. Cependant le calcul de vitesse est indicatif car il ne tient pas compte du

¹⁰ Les figures représentant les vitesses (km.h⁻¹) au cours du temps sont présentes en annexe 7.

trajet réel mais uniquement de la distance entre deux localisations.

3.1.1.2 Etude des déplacements depuis la zone de lâcher :

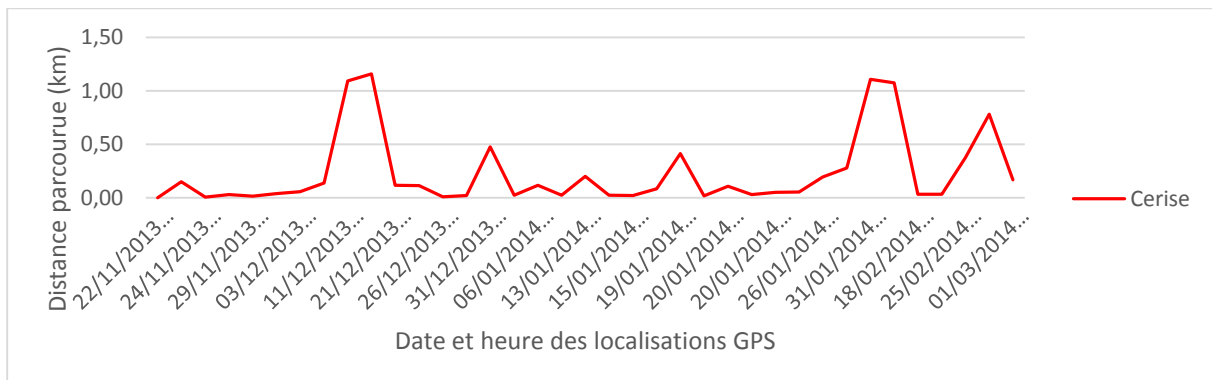


fig.17 Suivi de la distance parcourue (km) par Cerise depuis la zone de lâcher.

Les figures des suivis de distance parcourue par Lydie et Gourdeliane sont présentées en annexe 6. Durant toute la durée du suivi les trois tortues sont restées proches de leur point de départ. En effet, leur rayon d'exploitation ne dépasse pas 0,82 km pour Gourdeliane et respectivement 1,16 et 1,07 km pour Cerise et Lydie (Tableau 4). Cependant, on observe deux phases de déplacements vers des zones situées à environ 1,10 km pour Cerise (fig.17) : durant 2,8 jours, du 21/12/2013 à 11:54:35 au 24/12/2013 08:28:44 et durant 2,0 jours, du 28/02/2014 à 07:42:20 au 02/03/2014 à 07:51:08. Ces déplacements sont espacés entre eux de 65,9 jours et correspondent à 4 localisations GPS.

Durant la première phase, la tortue s'est déplacée depuis la Zone Ouest vers la Zone Lagon et est revenue à la Zone Ouest. Durant la seconde phase, elle s'est déplacée de la Zone Ouest vers la Zone Lagon puis vers la pointe de sable (fig.18).

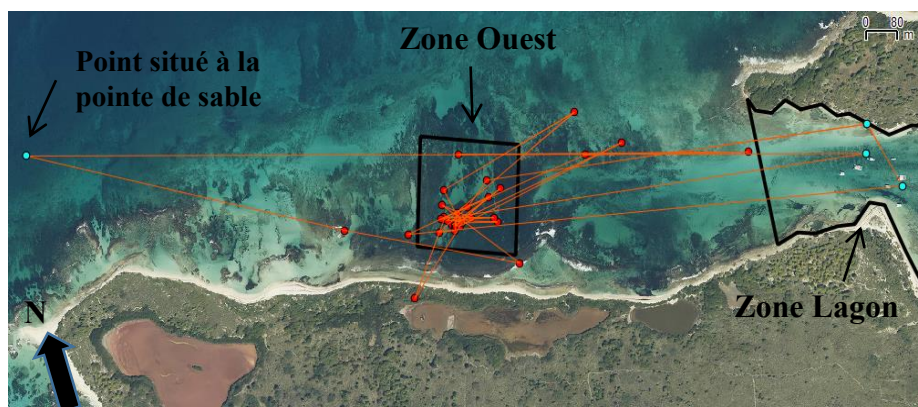


fig.18 Trajets de Cerise durant le suivi (en rouge), les 4 localisations GPS durant les deux phases sont représentées en bleu.

3.1.1.3 Analyse comparative Jour-Nuit de ces déplacements :

56,7 % des localisations de Gourdeliane sont de jour et 43,3% de nuit. Pour Cerise, 65,8 % des localisations sont de jour et 34,20 % de nuit et pour Lydie, 66,60 % des localisations sont de jour et 33,30 % de nuit. Pour Gourdeliane, 53 localisations sont exploitables de jour et 56 de nuit (Tableau 5). Aucune localisation n'est exploitable de jour pour Cerise et 8 de nuit. Lydie a 2 localisations de jour et de nuit exploitables. Il n'est donc pas possible de réaliser une analyse comparative des déplacements horizontaux jour-nuit chez Cerise et Lydie car le nombre de localisations est trop faible. L'analyse jour-nuit est donc réalisée uniquement pour Gourdeliane.

Tableau 5. Nombre de localisations GPS jour-nuit total et exploitable pour Gourdeliane, Cerise et Lydie.

Tortues	Nombre de localisations GPS Jour	Nombre de localisations GPS Nuit	Nombre de localisations de jour exploitables	Nombre de localisations de nuit exploitables
Gourdeliane	84	110	53	56
Cerise	13	25	0	8
Lydie	13	26	2	2

- **Analyse des distances moyennes parcourues et des vitesses pour Gourdeliane le jour et la nuit :**

Tableau 6. Approche jour/nuit des déplacements horizontaux de Gourdeliane et analyse statistique.

Tortue	Distance moyenne parcourue le jour (km)	Vitesse moyenne le jour (km.h ⁻¹)	Distance moyenne parcourue la nuit (km)	Vitesse moyenne la nuit (km.h ⁻¹)	Comparaison jour/ nuit	
					Distance moyenne (km.h ⁻¹)	Vitesse moyenne (km.h ⁻¹)
Gourdeliane	0,281 ± 0,269	0,063 ± 0,061	0,084 ± 0,083	0,024 ± 0,023	Test t unilatéral à droite : t=4,049 ; p<0,0001	Test t unilatéral à droite : t=2,958 p=0,002

La moyenne des distances parcourues le jour est significativement supérieure à celle parcourue de nuit (Test t: t=4,049 ; p<0,0001), de même que celle des vitesses qui est significativement supérieure à celle de la nuit (test t: t=2,958 ; p=0,002) (Tableau 6). Gourdeliane serait donc plus active le jour que la nuit.

- **Analyse des moyennes des localisations pour les trois tortues :**

Tableau 7. Statistiques descriptives générales des localisations des trois tortues et comparaison jour-nuit de celles-ci. Les latitudes et les longitudes sont en degrés décimaux.

Tortues	Jour		Nuit		Comparaison Jour/Nuit	
	Moyenne des latitudes	Moyenne des longitudes	Moyenne des latitudes	Moyenne des longitudes	Moyenne des latitudes	Moyennes des longitudes
Gourdeliane	16,177 ± 0,002	- 61, 112 ± 0,003	16,177 ± 0,002	-61,112 ± 0,004	Test t bilatéral: t = 0,373, p= 0,710	Test t bilatéral : t =1,065, p= 0,289
Cerise	16,176 ± 0,002	- 61, 118 ± 0,006	16,174 ± 0,001	-61,121 ± 0,001	Test t bilatéral : t=4,455 , p<0,0001	Test t bilatéral : t=2,667 , p=0,011
Lydie	16,177 ± 0,002	- 61, 113 ± 0,002	16,174 ± 0,001	-61,108 ± 0,001	Test t bilatéral: t=6,130, p<0,0001	Test t bilatéral: t=-8,599, p<0,0001

L'analyse des localisations de Gourdeliane montre que la moyenne des latitudes de jour n'est significativement pas différente à celle des latitudes de nuit (Test t : t = 0,373, p= 0,710) (tableau 7). La moyenne des longitudes n'est pas significativement différente de jour et de nuit (Test t: t =1,065, p= 0,289). Gourdeliane n'a donc pas de localisations significativement différentes de jour et de nuit.

L'analyse des localisations de Cerise montre que la moyenne des latitudes de jour est significativement différente que celle de nuit (Test t: t=4,455, p<0,0001). La moyenne des longitudes est également significativement différente de celle de nuit (Test t: t=2,667, p=0,011). Cerise a donc une localisation significativement différente le jour et la nuit : la nuit la moyenne des localisations se trouve 390 m au sud-ouest de celle de jour.

L'analyse des localisations de Lydie montre que la moyenne des latitudes de jour est significativement différente que celle de nuit (Test t: t=6,130, p<0,0001). La moyenne des longitudes est également significativement différente de celle de nuit (Test t: t=-8,599, p<0,0001). Lydie a donc une localisation significativement différente le jour et la nuit : la nuit la moyenne des localisations se trouve 631 m au sud-est de celle de jour.

- **Analyse de la surface exploitée par les trois tortues:**

Les résultats des déplacements sont fournis en annexe 8. Gourdeliane semble exploiter deux zones principales : la Zone Ouest et la Zone Lagon. Elle fréquente de jour et de nuit la Zone Ouest tandis qu'elle semble être au niveau de la Zone Ouest Pointe du lagon le jour et dans la

Zone Est Pointe la nuit. Cerise ne semble pas exploiter majoritairement une zone durant le jour tandis que la nuit ses localisations sont concentrées au niveau de la Zone Ouest. Lydie semble utiliser deux zones : la Zone Nord et la Zone Lagon. Le jour, elle exploite la Zone Nord, La Zone Lagon (ZOP et ZP). La nuit elle exploite uniquement la ZEP.

3.2.2 Déplacements verticaux :

3.2.2.1 Analyse des profondeurs de plongées :

Tableau 8. Paramètres descriptifs des profondeurs utilisées par Gourdeliane, Cerise et Lydie durant leur suivi.

Tortues	Nombre de données total	Profondeur moyenne (m) et écart-type	Nombre de données de jour exploitables	Moyenne des profondeurs de plongée le jour (m) + écart-type	Nombre de données de nuit exploitables	Moyenne des profondeurs de plongée la nuit (m) + écart-type
Gourdeliane	509	8,81 ± 4,63	233	10,45 ± 4,67	276	7,17 ± 4,59
Cerise	1224	6,95 ± 4,60	504	6,73 ± 4,62	720	7,17 ± 4,58
Lydie	782	6,16 ± 4,54	168	7,64 ± 6,11	614	4,68 ± 2,97

3.2.2.1.1 Gourdeliane:

- **Analyse de la fréquence des profondeurs:**

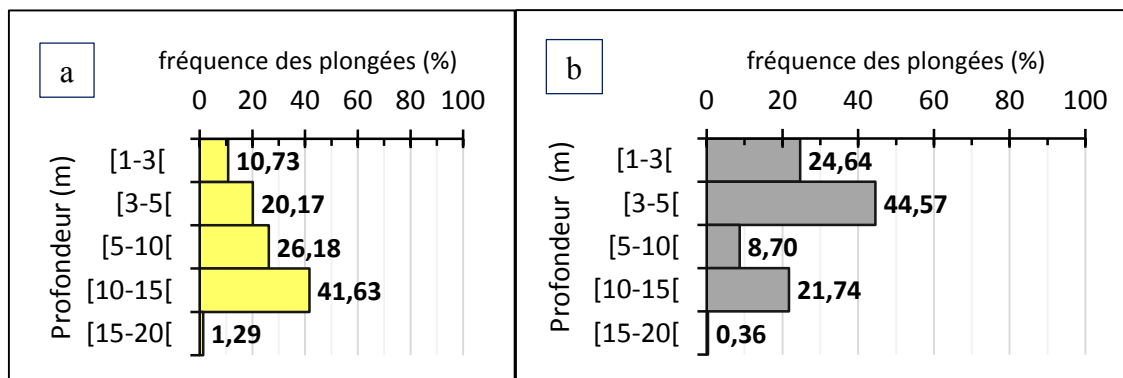


fig.19 Fréquence des profondeurs atteintes par Gourdeliane : a. le jour ; b. la nuit.

Gourdeliane plonge à une profondeur moyenne de 8,81 m (\pm 4,63) (Tableau 8) et sa profondeur maximum est de 20 m. De jour, 98,71 % des plongées de Gourdeliane sont comprises dans l'intervalle de profondeur [5-15[m, tandis que la nuit les plongées sont principalement dans l'intervalle [1-5[m (69,21 %) (fig.19). La zone des [15-20[m est plus fréquentée de jour (1,29 % des plongées de jour et 0,36 % des plongées de nuit). La moyenne de profondeur des plongées de jour est de 10,45 m (\pm 4,67) et de 7,17 m (\pm 4,59) la nuit (Tableau 8). L'analyse statistique de celles-ci montre que Gourdeliane plonge à une profondeur moyenne de jour qui est significativement supérieure à celle de la nuit ($t=7,447$, $p<0,0001$).

- **Analyse de la proportion de temps passé par classe de profondeur :**

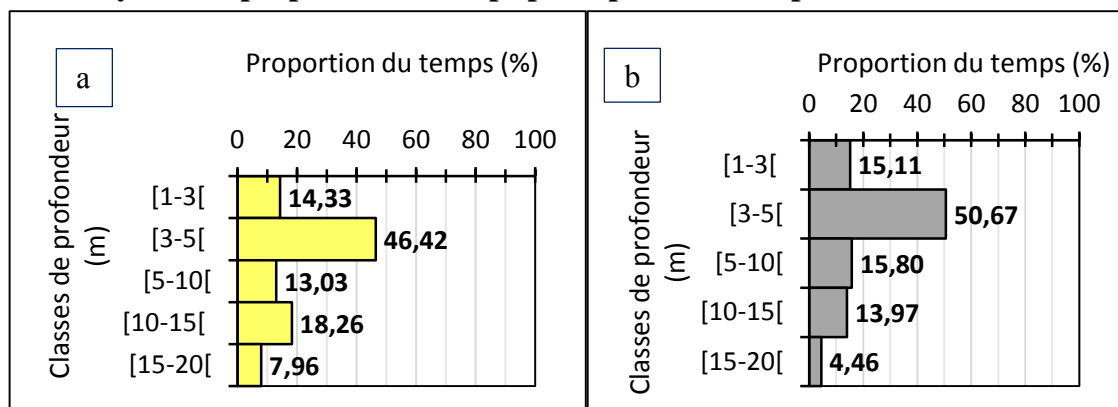


fig.20 Proportion du temps passé par classe de profondeur par Gourdeliane : a. le jour ; b. la nuit.

Gourdeliane passe la majeure partie de son temps de jour (46,42 %), comme de nuit (50,67 %), dans la zone des [3-5[m (fig.20) et fréquente les autres intervalles de profondeur de manière homogène. Il n'y a pas de changements significatifs dans le temps passé par profondeur le jour et la nuit.

3.2.2.1.2 Cerise:

- **Analyse de la fréquence des profondeurs :**

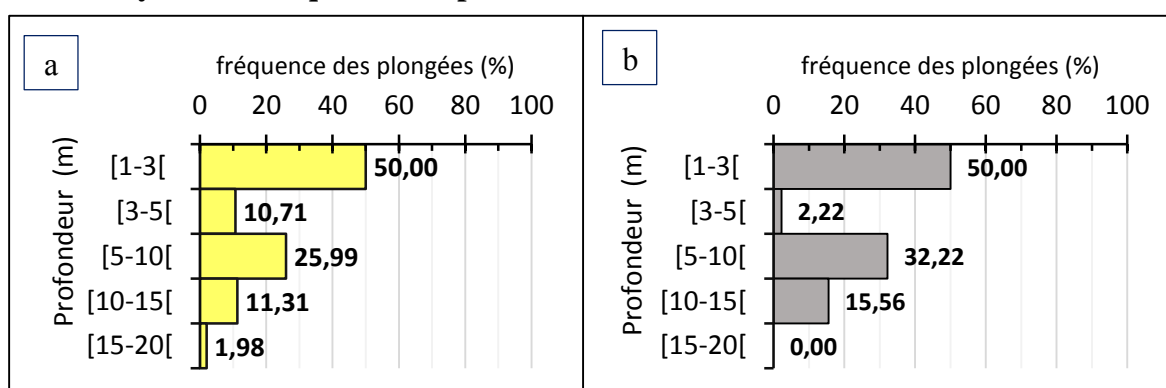


fig.21 Fréquence des profondeurs atteintes par Cerise : a. le jour ; b. la nuit.

Cerise plonge à une profondeur moyenne de 6,95 m (\pm 4,60) (Tableau 8) et plonge à une profondeur maximum de 15 m. De jour et de nuit, 50,00 % des plongées sont comprises dans l'intervalle [1-3[m (fig.21) et la majeure partie des autres plongées dans l'intervalle [5-10[m : 25,99 % de jour et 32,22 % de nuit. La moyenne de profondeur des plongées de jour est de 7,30 m (\pm 5,08) et de 7,39 m (\pm 4,76) la nuit (Tableau 8). Le test de student bilatéral entre ces deux moyennes montre que celles-ci ne sont pas significativement différentes ($t=-1,644$; $p=0,101$). Il n'y a donc pas de changements significatifs dans les profondeurs utilisées de jour et de nuit pour Cerise.

- **Analyse de la proportion du temps passé par classe de profondeur:**

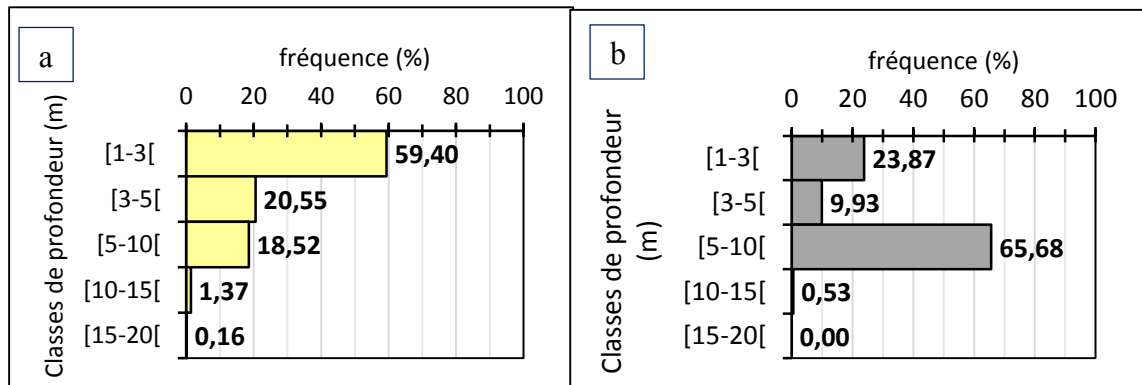


fig.22 Proportion du temps passé par classe de profondeur par Cerise : a. le jour ; b. la nuit.

Cerise passe 98,47 % de son temps de jour et 99,47 % de son temps de nuit dans la zone des [1-10[m de profondeur (fig.22). Elle est préférentiellement dans l'intervalle [1-3[m de jour (59,40 %) et dans celui des [5-10[m de nuit (65,68 %).

3.2.2.1.3 Lydie:

- **Analyse de la fréquence de profondeurs :**

Lydie plonge à une profondeur moyenne de 6,16 m (\pm 4,54) (Tableau 8) et plonge à une profondeur maximum de 15 m.

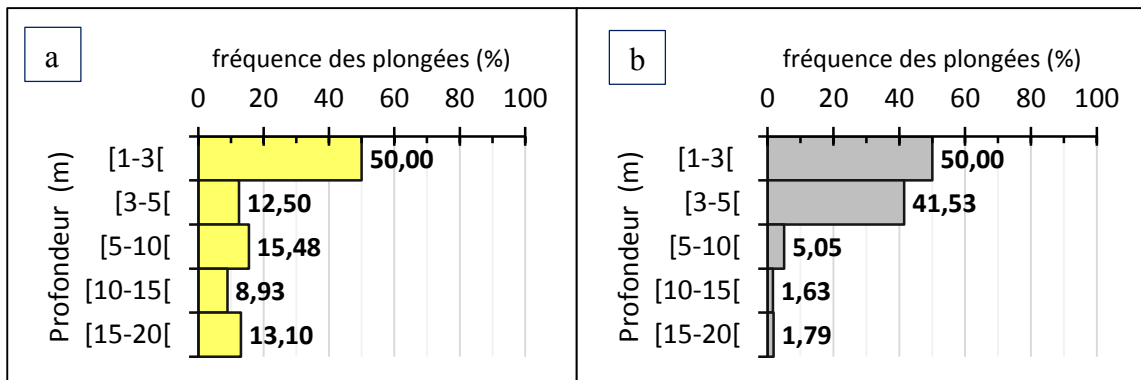


fig.23 Fréquence des profondeurs atteintes par Lydie : a. le jour ; b. la nuit

La moitié des plongées de jour et de nuit (50,00 %) de Lydie sont dans l'intervalle [1-3[m (fig.23). De jour, les autres intervalles sont utilisés de façon homogène alors que la nuit, 41,53 % des plongées sont dans l'intervalle de [3-5[m. La zone de [15-20[m est plus fréquentée le jour (13,10 %) que la nuit (1,79 %). La moyenne de profondeur des plongées de jour est de 7,64 m (\pm 6,11) et de 4,68 m (\pm 2,97) la nuit (Tableau 8). Le test de student unilatéral à droite entre ces deux moyennes montre que Lydie plonge à une profondeur moyenne de jour significativement supérieure à celle de nuit ($t=8,808$; $p < 0,0001$).

- **Analyse de la proportion du temps passé par classe de profondeur:**

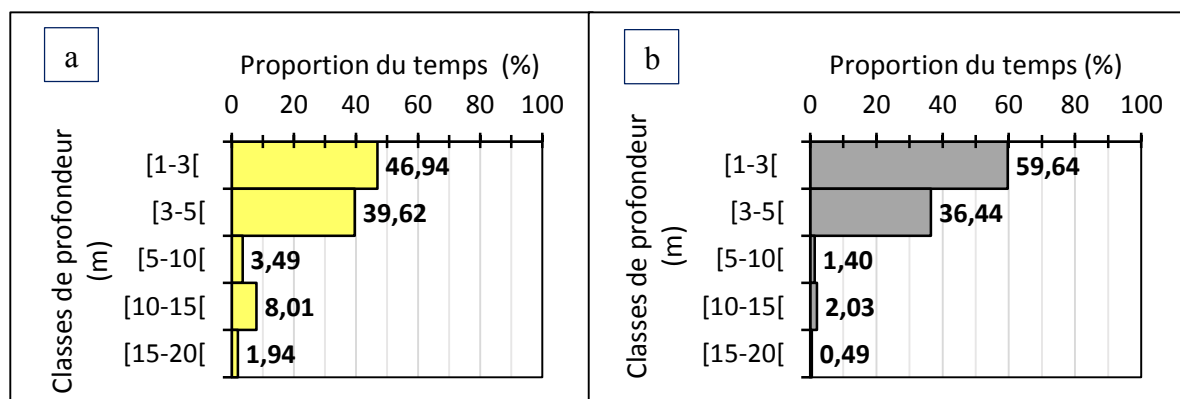


fig.24 Proportion du temps passé par classe de profondeur par Lydie : a. le jour ; b. la nuit

Lydie passe 86,56 % de son temps de jour et 96,08 % de nuit dans l'intervalle de profondeur [1-5[m (fig.24). Le reste de son temps est utilisé de façon homogène dans les autres intervalles de profondeur. Cependant la zone des [10-15[m est plus utilisée de jour (8,01 %) que de nuit (1,67 %).

3.2.2.2 Analyse des durées de plongée :

Tableau 9. Paramètres descriptifs des durées de plongées de Gourdeliane, Cerise et Lydie durant leur suivie.

Tortues	nombre de plongées	Durée moyenne des plongées (min) + écart-type	Nombre de plongées le jour	Durée moyenne des plongées le jour (min) + écart-type	Nombre de plongée de nuit	Durée moyenne des plongées de nuit (min) + écart-type
Gourdeliane	1508	15,10 ± 16,83	702	14,56 ± 15,09	806	15,66 ± 16,56
Cerise	2574	15,68 ± 16,49	848	16,16 ± 17,91	1696	15,22 ± 15,07
Lydie	1490	19,07 ± 21,14	690	18,17 ± 20,50	800	19,97 ± 21,77

- **Gourdeliane :**

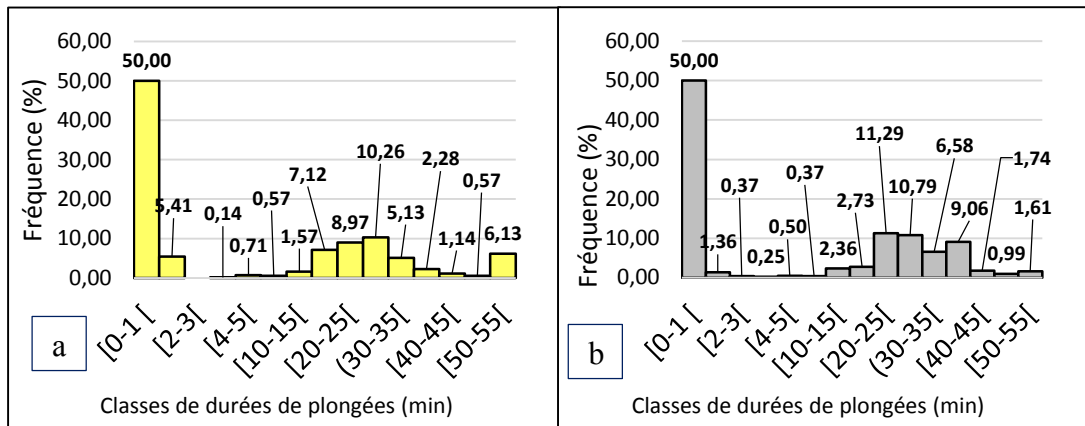


fig.25 Durée des plongées (min) de Gourdeliane : a. le jour ; b. la nuit.

La durée moyenne des plongées de Gourdeliane est de 15,10 min ($\pm 16,83$) (tableau 9). La durée maximum de plongée est de 50 minutes de jour et de nuit. De nuit et de jour la moitié des plongées (50%) ont un temps compris entre 0 et 1 min puis la majorité du reste des plongées dure plus de 15 min de jour (34,47%) et la nuit (42,06%) (fig.25). La durée de plongée majoritaire est de 20 à 30 min de jour (19,23%) et de nuit (22,08%).

Le test de student bilatéral entre la moyenne de durée de plongée de jour (14,56 min $\pm 15,09$) et celle de nuit (15,66 min $\pm 16,56$) montre que celles-ci ne sont pas significativement différentes ($t=-1,268$; $p=0,205$). Par ailleurs, la fréquence des plongées <20 min (courtes) n'est pas significativement différente le jour et la nuit (test t student bilatéral : $t=-0,71$; $p=0,471$). Il n'y a pas de différence de comportement entre le jour et la nuit selon les données recueillies.

- **Cerise :**

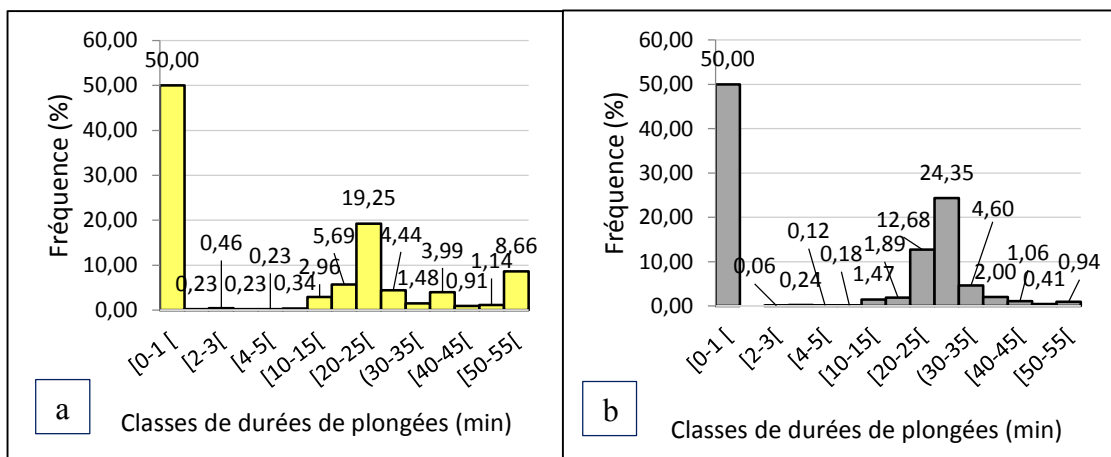


fig.26 Durée des plongées (min) de Cerise : a. le jour ; b. la nuit.

La durée moyenne des plongées de Lydie est de 15,68 min ($\pm 16,49$) (tableau 9) et la durée maximum de 50 min (le jour et la nuit). 50,00 % des plongées de jour et de nuit durent entre 0

et 1 min. 39,86 % des plongées de jour et 46,05 % des plongées de nuit durent plus de 20 min. La majorité de ces plongées longues durent entre 20 et 25 min le jour (19,25 %) et entre 25 et 30 min la nuit (24,35 %) (fig.26).

La durée moyenne des plongées de jour est de 16,16 min ($\pm 17,91$) et celle de nuit est de 15,22 min ($\pm 15,07$). Le test de student bilatéral entre ces deux moyennes montre qu'elles ne sont significativement pas différentes ($t=1,392$; $p=0,164$). Cependant, la fréquence des plongées de durée <20 min est significativement supérieure de jour que de nuit (test t de student unilatéral à droite : $t=2,692, p=0,004$).

• **Lydie :**

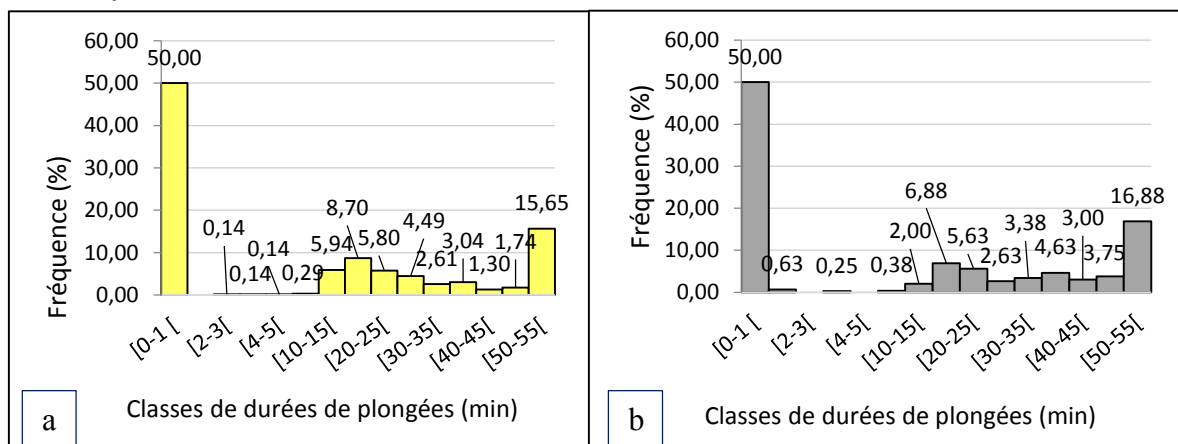


fig.27 Durée des plongées (min) de Lydie : a. le jour ; b. la nuit.

La durée moyenne des plongées de Lydie est de 19,07 min ($\pm 21,14$) (tableau 9) et la durée maximum est de 50 min (le jour et la nuit). La moitié des plongées le jour et la nuit ont une durée comprise entre 0 et 1 min (fig.27). De jour et de nuit, respectivement 39,88 % et 34,64 % des plongées ont une durée supérieure à 20 min. De plus, 15,65 % de jour et 16,88 % de nuit de ces plongées longues ont une durée comprise dans l'intervalle [50-55] min.

La durée moyenne des plongées de jour est de 18,17 min ($\pm 20,50$) et celle de nuit est de 19,97 min ($\pm 21,77$). Le test de student bilatéral entre ces deux moyennes montre qu'elles ne sont significativement pas différentes ($t=-1,632$; $p=0,103$). Cependant, la fréquence des plongées de durée <20 min est significativement supérieure de jour que de nuit (test t de student unilatéral à droite : $t=3,660; p=0,000$).

3.2 CARTOGRAPHIE :

3.2.1. Réussite du protocole :

Les protocoles ont tous pu être réalisés lors des missions terrain. Cependant la mise en place du protocole dans la Zone Ouest a dû être stoppée lors de deux essais à cause de la dangerosité de la houle (fig.28.a). Un autre protocole a donc été mis en place, moins précis, qui permettait de parcourir plus rapidement la zone de déferlement des vagues. Ce protocole diffère de celui de la Zone Nord uniquement par la position de l'observateur qui, au lieu d'être tracté dans l'eau, observe les changements d'habitats depuis le bateau à l'aide d'une lunette de calfat¹¹ (fig.28.b).



fig.28 Protocole Zone Ouest : a. houle présente lors du parcours ; b. modification du protocole et utilisation de la lunette de calfat. (crédit photos : Océane Beaufort)

- Bilan de l'effort :

Tableau 10. Bilan de l'effort nécessaire à la récolte de données dans la Zone Lagon.

Zone	Nombre de transects	Nombre d'heures passées dans l'eau	Durée moyenne d'un transect (h)	Distance totale parcourue (m)	Distance moyenne des transects (m)
Lagon	34	45,5	1,23	9540	280,6

Au total 25 jours de terrain ont été nécessaires pour réaliser la cartographie des trois zones. 34 transects ont été réalisés dans la Zone Lagon (fig.). La longueur moyenne des transects est de 280,6 m et ils ont été réalisés en moyenne en 1,23 h. Au total 45,5 heures ont été passées dans l'eau à récolter les données et une distance totale de 9540 m a été parcourue (tableau 10).

Les zones extérieures au lagon ont chacune été parcourues en 1 heure (fig.).

¹¹ Lunette de calfat (ou bathyscope): C'est un instrument optique de marine, permettant, depuis la surface, de regarder sous l'eau en éliminant les reflets et déformations induites par les vaguelettes et la réfraction de la lumière sur l'interface eau/air. (source : www.wikipedia.fr)

- Recouvrement des points de localisations des tortues par la cartographie :

Au total, 93,30 % des localisations de Gourdeliane, 73,68 % de celles de Cerise et 92,86 % des localisations de Lydie ont été recouvertes par la cartographie (Tableau 11).

Tableau 11. Bilan du nombre de points de localisation GPS recouverts par la cartographie.

Tortues	Nombre total de localisations GPS	Nombre de localisations GPS cartographiées	Recouvrement des localisations des tortues par la cartographie (%)
Gourdeliane	194	181	93,30
Cerise	38	28	73,68
Lydie	42	39	92,86

3.2.2 Carte des habitats des tortues marines :

- Cartographie :
- Surface et proportion des indicateurs :

3.2.3 Association des données sur les localisations des déplacements horizontaux avec la cartographie des habitats :

Références bibliographiques

Ballorain K. (2010). Ecologie trophique de la tortue verte *Chelonia mydas* dans les herbiers marins et algues du sud-ouest de l'océan Indien. Thèse de Doctorat de l'Université de la Réunion, Biologie de l'Environnement et des Populations : 286 pp.

Bjorndal K. A. (1980). Nutrition and grazing behavior of the green turtle, *Chelonia mydas*. *Marine Biology* 56, 147-154.

Bjorndal K. A. (1982). The consequences of herbivory for the life history pattern of the Caribbean green turtle. In *Biology and conservation of sea turtles*. Bjorndal KA (Ed), Smithsonian Institution Press, Washington DC, USA, 111-116.

Bjorndal K. A. (1997). Foraging ecology and nutrition of sea turtles, In *The Biology of Sea Turtles*, Lutz and Musick (Eds). CRC Marine Science Series, 199-231.

Bjorndal K.A & Bolten A.B . (1988). Growth rates of immatures green turtles (*Chelonia mydas*) in the southern Bahamas. *Copeia*, 1988, 407.

Bouchon C., Bouchon-Navarro Y., Chauvaud S. & Louis M. (1995). L'environnement marin et côtier des îles de Petite-Terre. Rapport CEMINAG (Centre d'Etudes Appliquées au Milieu Naturel Antilles-Guyane), Faculté des Sciences Exactes et Naturelles, Université Antilles-Guyane, 21 pp.

Boulon R.H.jr. (1984). Some notes on the population biology of green (*Chelonia mydas*) and hawksbill (*Eretmochelys imbricata*) turtles in the northern U.S. Virgin Island : 1981-83. Unpubl. Final Report to NMFS-SEFC under NMFS-DOC grant No. NA82-GA-A-00044.

Chevalier J. & Lartigues A. (2001). Les tortues marines des Antilles.

Delcroix E., Guiougou F., Bedel S., Santelli G., Goyeau A., Malglaive L., Guthmuller T., Boyer J., Guilloux-Glorieux S., Créantor F., Malterre P., Le Quellec F., Dumont R., Saint-Auret A., Coudret J., Flereau J., Valentin M., Berry G., De Proft P., Mege S., Rinaldi R., Mazéas F., Marcel B., Fabregoul A. & Girondot M. (2011). Le Programme « Tortues marines Guadeloupe » : Bilan de 10 années de travail partenarial. *Bull. Soc. Herp. Fr* : (2011) 139-140, 21-35.

Delcroix E. (2013). Suivi télémétrique de tortues vertes (*Chelonia mydas*) en alimentation dans les eaux de la Guadeloupe - Etude préliminaire.

Hirth H.F. (1997). Synopsis of the biological data on the green turtle *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758). Biological Report 97(1), Fish and Wildlife Service, U.S. Department of interior.

Lahanas P.N., Bjorndal K.A., Bolten A.B., Encalada S.E., Miyamoto M.M., Ververde R.A. & Bowen B.W. (1998). Genetic composition of green turtle (*Chelonia mydas*) feeding ground population : evidence for multiple origins. *Marine Biology* (1998) 130 : 345-352.

Pagé J., Boisclair G., Mathieu R. (1999). Guide des sciences expérimentales: Méthodes et démarches : 216 pp.

SWOT Report volume VI. (2011). The green turtle. Arlington, VA, USA : 60 pp.

Taquet C., Taquet M., Dempster T., Soria M., Ciccione S., Roos D. & Dagorn L. (2006). Foraging of the green sea turtle *Chelonia mydas* on seagrass beds at Mayotte Island (Indian Ocean), determined by acoustic transmitters. Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol. 306 : 295-302.

Taquet C. (2007). Diversité et différenciation génétiques des populations de tortues vertes (*Chelonia mydas*) dans les sites de ponte et d'alimentation du sud-ouest de l'océan Indien : Application aux stratégies de conservation de l'espèce. Thèse de Doctorat de l'Université de la Réunion, Biologie Marine, 226 pp.

ANNEXES

Liste des annexes :

Annexe 1 : sigles et abréviations.

Annexe 2 : lexique.

Annexe 3 : fiche espèce tortue verte (*Chelonia mydas*).

Annexe 4 : fiche indicateurs.

Annexe 5 : ardoise de notation.

Annexe 6 : suivi de la distance depuis la zone de lâcher de Gourdeliane et Lydie.

Annexe 7 : vitesses des trois tortues au cours du temps.

Annexe 8 : surface exploitée le jour et la nuit par Gourdeliane, Cerise et Lydie.

Annexe 1 : sigles et abréviations

- **ONF:** Office National des Forêts
- **SEATAG:** Suivi de l'Écologie en Alimentation des Tortues marines de l'Archipel Guadeloupéen
- **CCL:** Curved Carapace Length
- **CCW:** Curved Carapace Width
- **SIG:** Système d'Informations Géographiques
- **ZP:** Zone Pointe
- **ZOP:** Zone Ouest Pointe
- **ZEP:** Zone Est Pointe
- **GPS :** Global Positioning System.
- **PMT :** Palmes/Masque/Tubas

Annexe 2 : Lexique

- **Transect :** Un transect est une ligne virtuelle ou physique que l'on met en place pour étudier un phénomène où l'on comptera les occurrences.
- **Beach rock (ou grès de plage):** C'est une roche sédimentaire qui se forme dans la zone littorale, par cimentation rapide du sable ou des débris coquillers ou coralliens sur une plage, parallèlement au rivage, au niveau de la zone de déferlement des vagues ou de balancement des marées.
- **Lunette de Calfat (ou bathyscope) :** C'est un instrument optique de marine, permettant, depuis la surface, de regarder sous l'eau en éliminant les reflets et déformations induites par les vaguelettes et la réfraction de la lumière sur l'interface eau/air.

(Source: www.wikipedia.fr)

- **Données semi-quantitatives:** Les données semi-quantitatives sont des mesures obtenues au cours d'une observation et dont la signification réelle ne se rattache pas aux valeurs mais plutôt l'ordre de grandeur dans lequel ces valeurs se situent. (Source : Pagé J. & al., 1999)

Nom vernaculaire aux Antilles Françaises: Tôti blan ou tôti vè

Critères de reconnaissance :

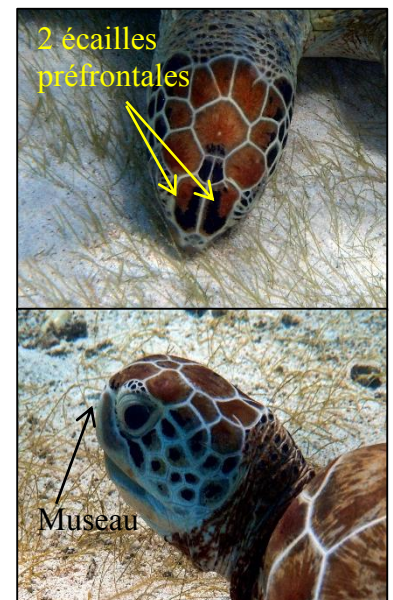
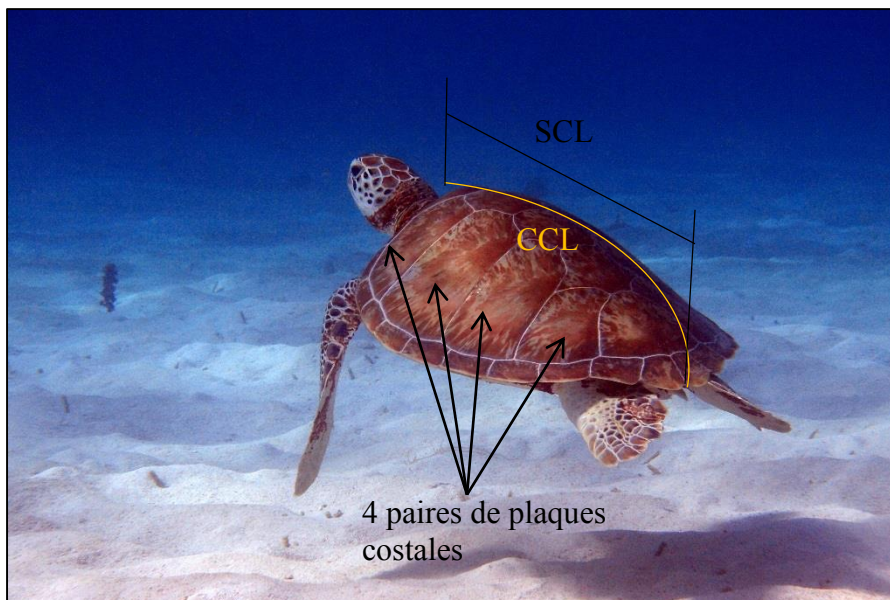
- 2 écailles préfrontales
- 4 paires de plaques costales
- Tête petite, museau court et arrondi
- Dossière fortement bombée vers l'avant, constituée d'écailles juxtaposées
- Petites dentelures sur bord de la mâchoire inférieure

Classification :

Famille : Cheloniidae

Genre : *Chelonia*

Espèces : *mydas*



Aire de répartition globale: Entre 40°N et 40°S, elle est présente dans tous les océans, à l'exception des eaux polaires.

Caractéristiques physiques :

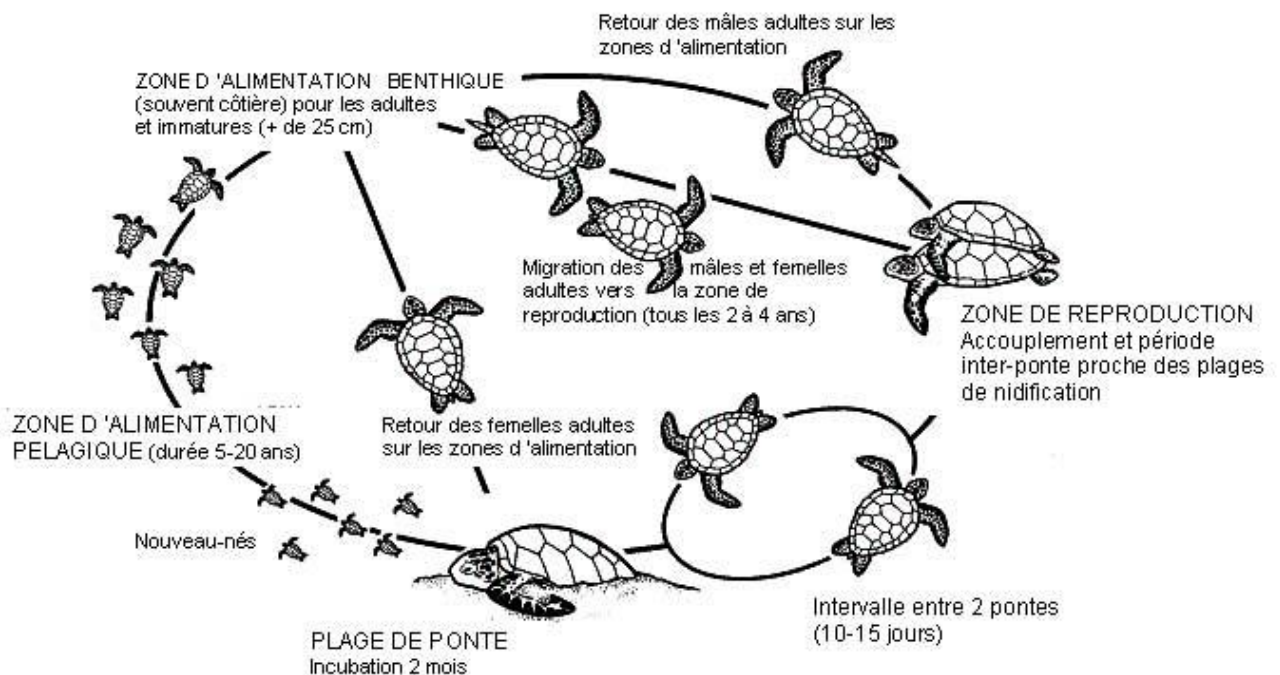
Taille: Adulte la carapace mesure entre 78 et 139 cm (CCL) pour les femelles et entre 71 et 104 cm (CCL) pour les mâles

Masse corporelle: de 130 à 250kg

Couleur: au stade juvénile elle est striée de marques claires, celle des sub-adultes est acajou clair (écailles entourées de jaunes sur les sutures) et adulte elle présente une couleur plutôt brun olivâtre.

Dimorphisme sexuel : le mâle possède une queue plus longue, contenant le pénis. L'orifice cloacal de la femelle est situé vers la base de la queue.

Cycle de vie :



Alimentation :

Jeune : La tortue verte est carnivore et se nourrit d'organismes planctoniques (invertébrés, alevins..).

Sub-adulte et adulte : Elle devient herbivore et se nourrit de phanérogames marines mais également d'algues. C'est la seule tortue herbivore aux stades sub-adulte et adulte.

Statut de protection :

Mondial : "En danger d'extinction" selon l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN)

Guadeloupe: Depuis 1991, un arrêté préfectoral protège intégralement toutes les espèces de tortues marines sur l'ensemble de l'archipel.

Bibliographie :

Ballorain K. (2010). Ecologie trophique de la tortue verte *Chelonia mydas* dans les herbiers marins et algues du sud-ouest de l'océan Indien. Thèse de Doctorat de l'Université de la Réunion, Biologie de l'Environnement et des Populations : 286 pp.

Hirth H.F. (1997). Synopsis of the biological data on the green turtle *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758). Biological Report 97(1), Fish and Wildlife Service, U.S. Department of interior.

Lescure J. (2001). Les tortues marines : Biologie et Statut. In : Proceedings of the first Mediterranean Conference on Marine Turtles. Rome.

Taquet C. (2007). Diversité et différenciation génétiques des populations de tortues vertes (*Chelonia mydas*) dans les sites de ponte et d'alimentation du sud-ouest de l'océan Indien : Application aux stratégies de conservation de l'espèce. Thèse de Doctorat de l'Université de la Réunion, Biologie Marine, 226p.

Herbiers à phanérogames marines

Association plus ou moins dense de trois espèces de phanérogames marines sous forme d'herbier mono spécifique ou mixte :

Herbiers mono spécifiques :

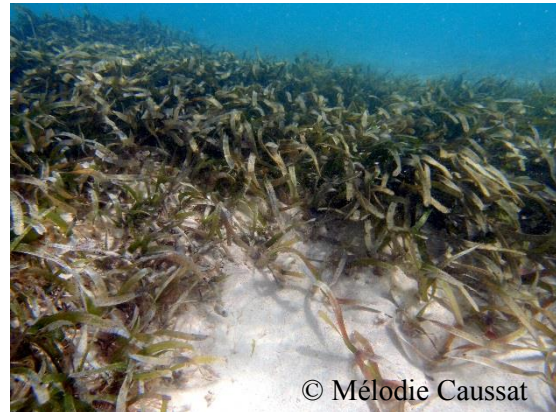
***Thalassia testudinum* (Banks & Solander ex König) ou herbe à tortue:**

Critères de reconnaissance:

- Feuilles aplaties en formes de rubans, de couleur verte aux extrémités arrondies
- Taille des Feuilles: 10-60 cm
- Rhizomes rampant sur fond sableux

Biotope:

- Fonds de sable ou débris coralliens
- Profondeur : 1- 30 m



Hily C., Duchêne J., Bouchon C., Bouchon-Navaro Y., Gigou A., Payri C. & Védie F. (2010). Les herbiers de phanérogames marines de l'outre-mer français. Hily C., Gabrié C., Duncombe M. coord. IFRECOR, Conservatoire du littoral : 140 pp.

Prouzet A. & Goyeau A. (2013). *Thalassia testudinum* (Banks & Solander ex König). http://doris.ffesm.fr/fiche2.asp?fiche_numero=1965 (Consulté le 27 avril 2014).

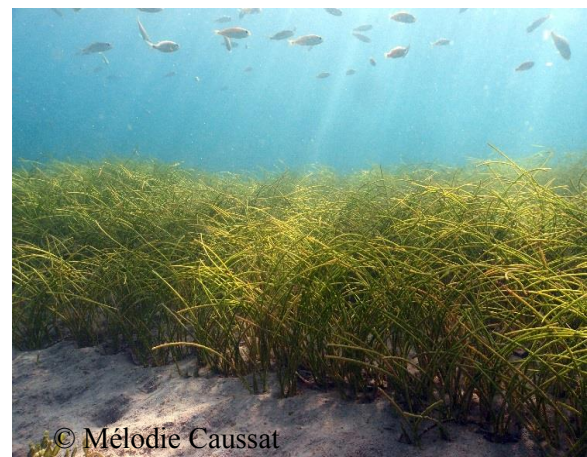
***Syringodium filiforme* (Kützinger, 1860) ou herbe à lamentin:**

Critères de reconnaissance:

- Feuilles très fines, cylindriques de couleur verte, qui ressemblent à des tiges
- Taille des Feuilles: 10-30 cm

Biotope:

- Fonds de sable ou sable avec débris coralliens
- Profondeur: 0-10 m



Hily C., Duchêne J., Bouchon C., Bouchon-Navaro Y., Gigou A., Payri C. & Védie F. (2010). Les herbiers de phanérogames marines de l'outre-mer français. Hily C., Gabrié C., Duncombe M. coord. IFRECOR, Conservatoire du littoral : 140 pp.

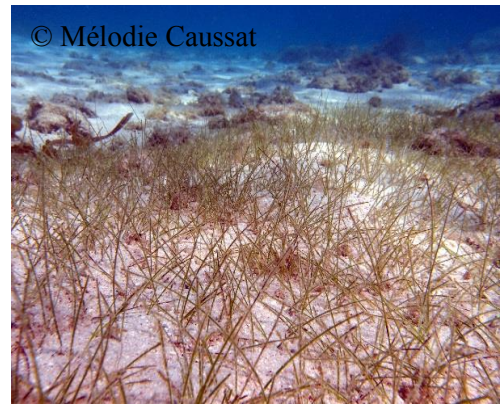
Halodule beaudetti (den Hartog)

Critères de reconnaissance:

- Feuilles plates de couleur verte d'environ 0,25 cm de large
- Taille des Feuilles: 4-33 cm

Biotope:

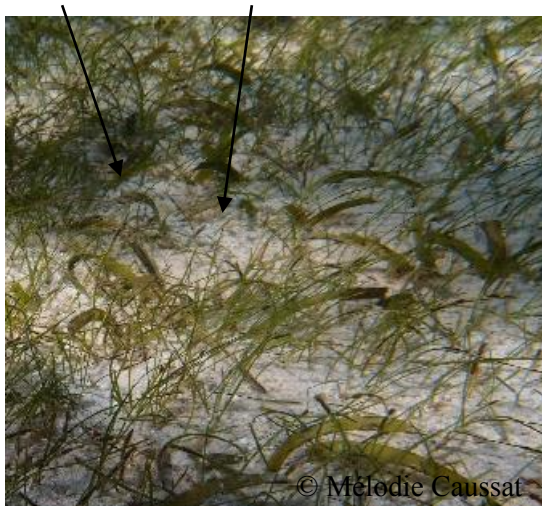
- Fonds de sable ou de vase, espèce eurytherme, souvent au bord des plages où il y a une nappe phréatique.
- Profondeur: 0-3 m



Hily C., Duchêne J., Bouchon C., Bouchon-Navaro Y., Gigou A., Payri C. & Védie F. (2010). Les herbiers de phanérogames marines de l'outre-mer français. Hily C., Gabrié C., Duncombe M. coord. IFRECOR, Conservatoire du littoral : 140 pp.

Herbiers mixtes :

t.testudinum et *s.filiforme*



s.filiforme et *h.beaudetti*



Macroalgues

- **Algues calcifiées:**

Halimeda sp.

Critères de reconnaissance:

Algues possédant des lames calcifiées et de couleur verte

Biotope :

Elles poussent en récifs, zone de sable, débris coralliens ou autre substrats durs.



***Penicillus dumetosus* (J.V.Lamouroux) Blainville, 1830 ou Pénicille brosse boule**

Critères de reconnaissance:

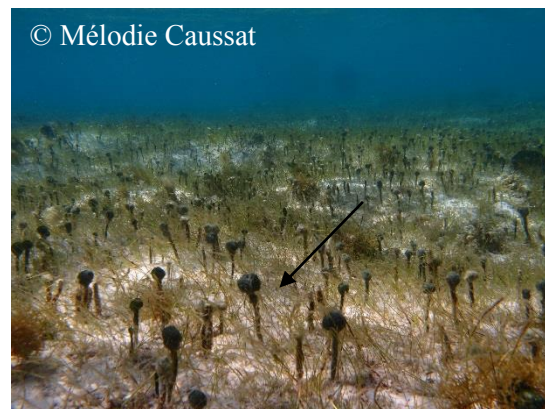
- Balle sphérique verte de filaments soudée à un court pédoncule ancré dans le sable.

- Taille : 5-15 cm

Biotope:

- Pousse sur les zones de sable, notamment dans les herbiers de phanérogames marines.

- Profondeur : 2-15 m



Humann P. (1999). Invertébrés coralliens, identification, Floride-Caraïbes-Bahamas. 321 pp.

- **Algues molles :**

Exemples d'espèces pouvant être rencontrées :

Dictyota sp.

Critères de reconnaissance:

- Plusieurs espèces difficiles à distinguer visuellement. Elles ont toutes des lames fourchues formant des tapis recouvrant le substrat.

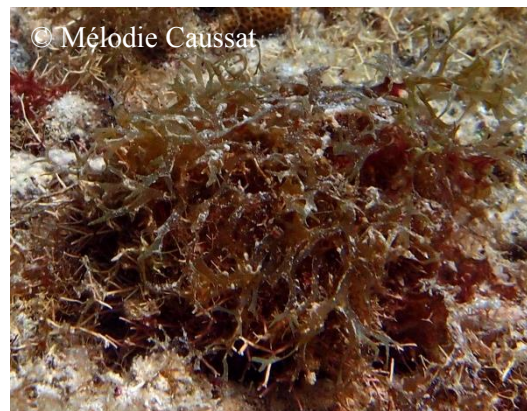
- Taille: 10-45 cm

- Couleur : Brun clair et/ou vert à bleu vert.

Biotope:

- Substrats rocheux

- Profondeur : 0-60 m



***Turbinaria turbinata* (Linnaeus) (Kuntze, 1898) ou Turbinaire à Clous.**

Critères de reconnaissance:

- Colonne centrale à ramifications portant aux extrémités des bouquets de lames coniques. Elle reste en position verticale et est de couleur brune.
- Taille: 10-40 cm

Biotope:

- Zones intertidales, lagon peu profond, et arrière récif à mouvements d'eau modéré et fort.
- Profondeur: 0-6m



Humann P. (1999). Invertébrés coralliens, identification, Floride-Caraïbes-Bahamas. 321 pp.

Corail vivant

Exemples d'espèces pouvant être rencontrées :

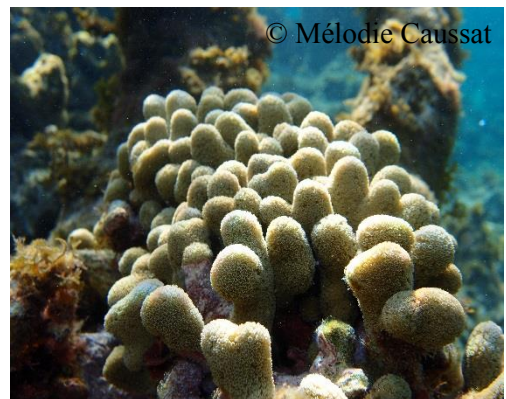
***Porites* sp.**

Critères de reconnaissance:

- Branches en forme de doigts, fortement compactes dont la couleur varie du beige au brun.
- Taille branches : 30-120 cm
- Diamètre base : 12-36 mm

Biotope:

- zone récifale
- Profondeur : 1-50 m



***Millepora complanata* (Lamarck, 1816), corail de feu feuillu**

Critères de reconnaissance:

- Lames droites qui s'étendent à partir d'une base encroûtante de couleur ocre à moutarde. Le bord des lames est blanc.
- Taille branches : 3-40 cm

Biotope:

- Au sommet des récifs peu profond.
- Profondeur : 0-15 m



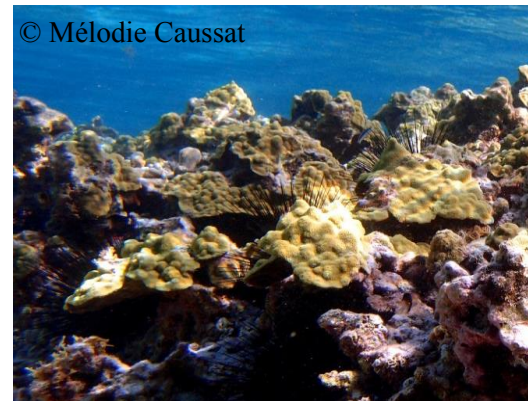
***Porites atreoides* (Lamarck, 1816), Porite étoilé**

Critères de reconnaissance:

- Colonies s'encroûtant en eau peu profondes et agitées de couleur jaune ou vert-jaune. Sa surface est grumeleuse.
- Taille : 15-60 cm

Biotope:

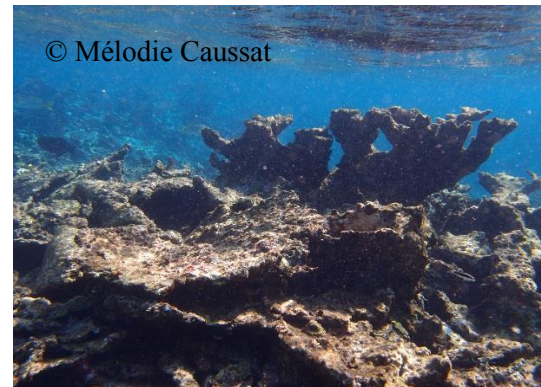
- Tous les environnements récifaux
- Profondeur : 1-50 m



Humann P. (1999). Invertébrés coralliens, identification, Floride-Caraïbes-Bahamas. 321 pp.

Corail mort

Corail dont il ne reste plus que le squelette calcaire et qui est généralement recouvert d'algues.



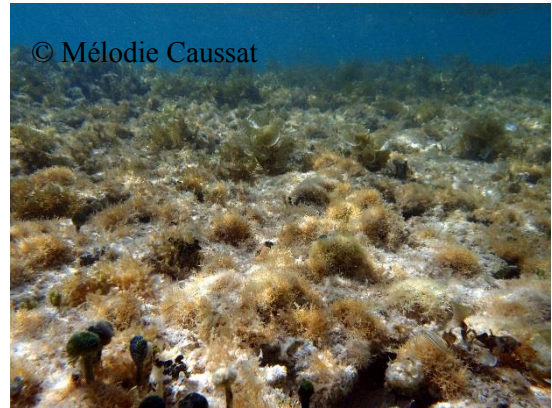
Cyanoalgues

Les Cyanoalgues se reconnaissent généralement par leur aspect filamenteux, formant des plaques de couleur rouge, marron, voir verte.



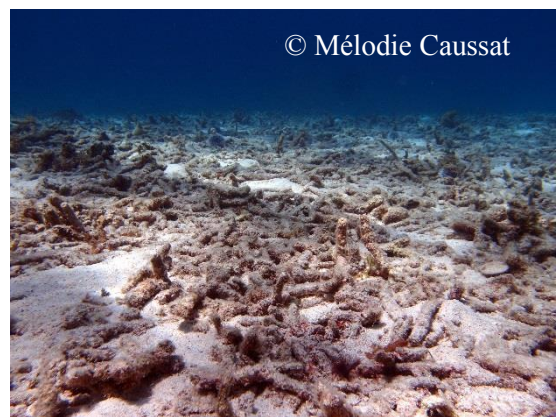
Turf algal

Assemblage de différentes espèces d'algues qui forme un gazon.



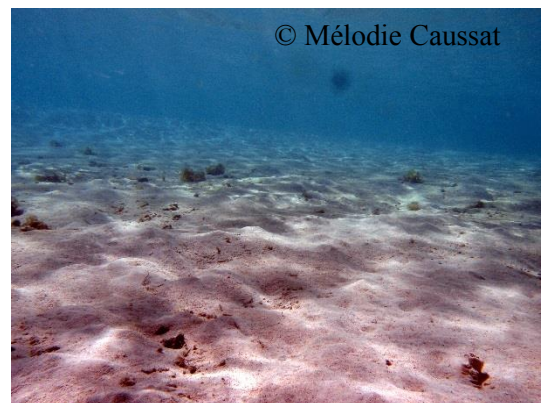
Débris coralliens

Substrat constitué de fragments de coraux morts cassés de tailles variables.



Sable

Le sable est un matériau granulaire constitué de petites particules provenant de la désagrégation d'autres roches. (source : www.wikipedia.fr)



Beach rock (grès de plage)

Forme des dalles disposées parallèlement au rivage, au niveau de la zone de déferlement des vagues ou de marée.

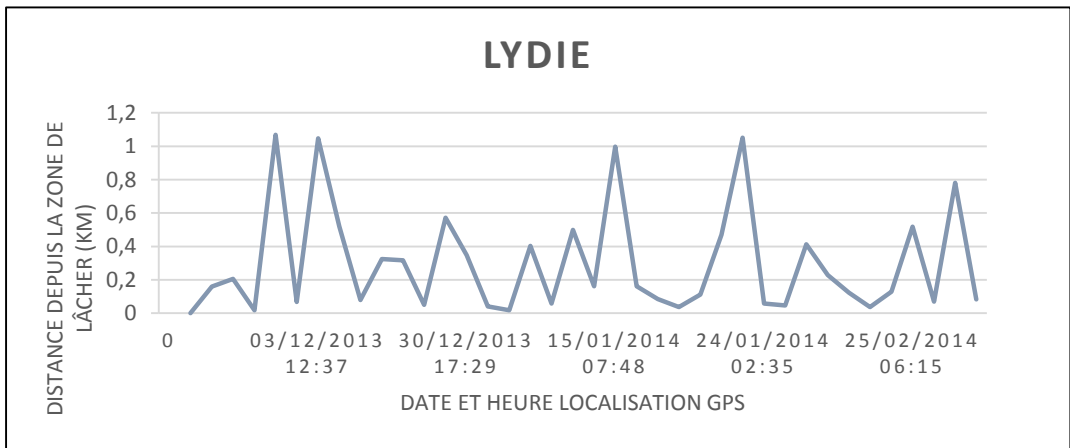
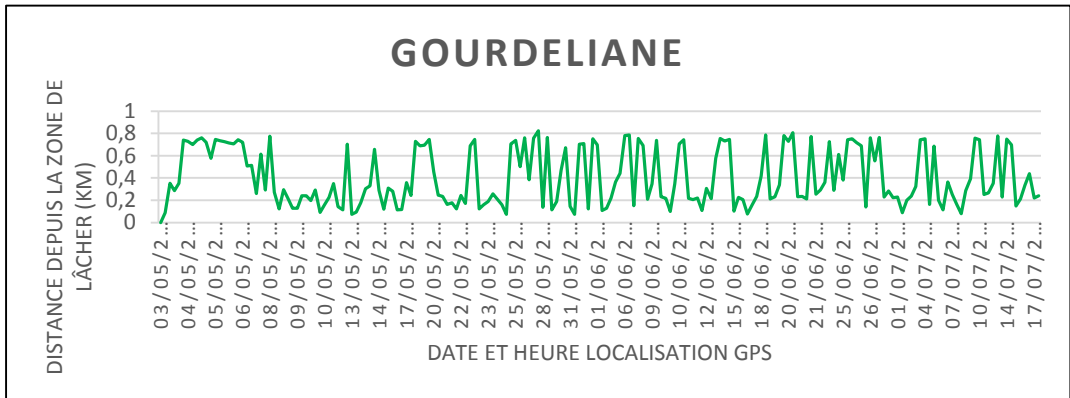


Recouvrement: Clairsemé (C) ou Dense (D)

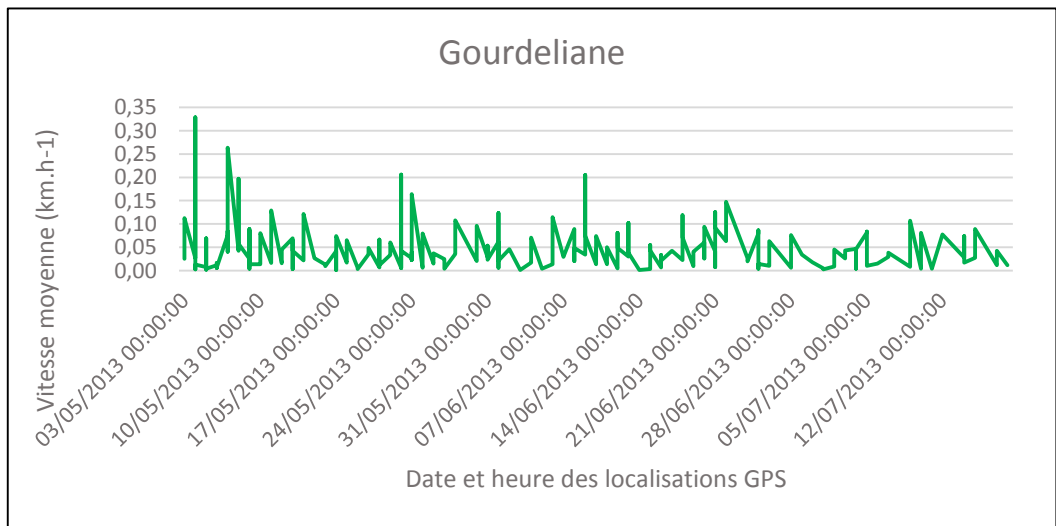
N° transect: _____
 Date: _____
 Participants: _____
 HDD: _____ HDF: _____

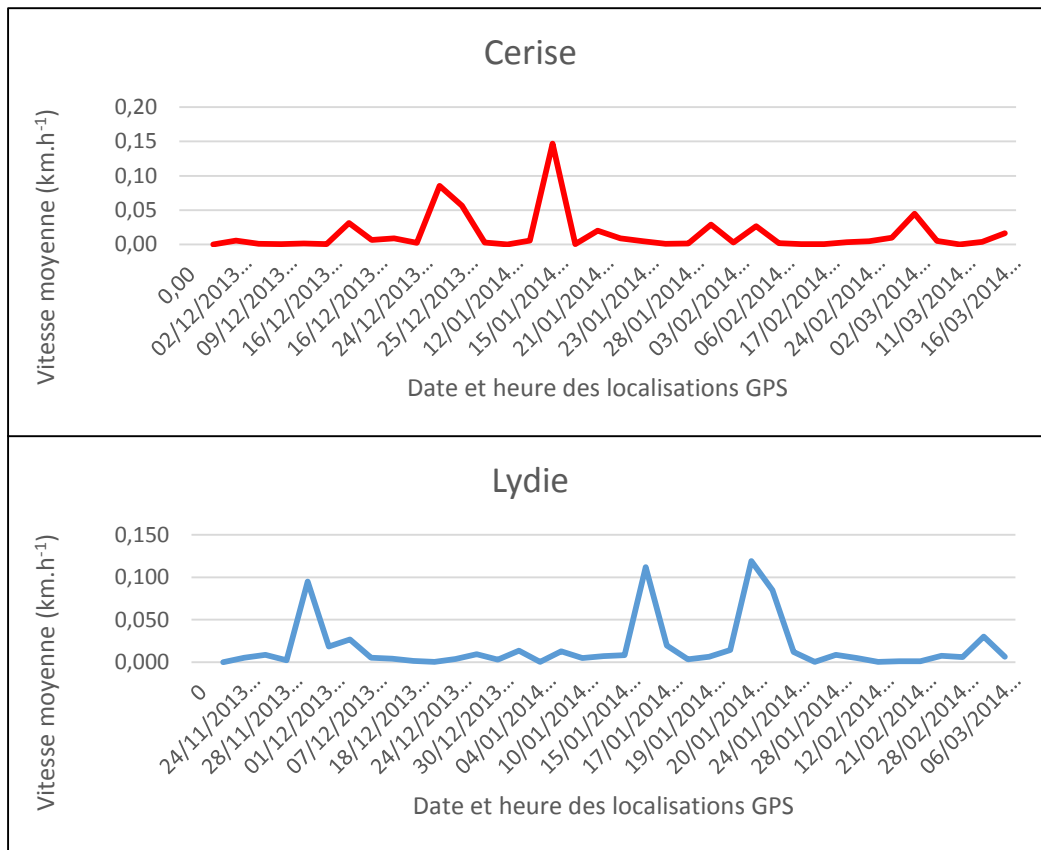
GPS	D. (m)	Corail vivant	Herbier (+ recouvrement)			Corail mort	Turf	Alguerais		Sable	Débris coralliens	Cyano.	Tortues (nombre + sp.)				Remarque	
			T	S	H			Alim.	Repos				Transit	Heure				
	0-5							Calci.	Molles									
	5-10																	
	10-15																	
	15-20																	
	20-25																	
	25-30																	
	30-35																	
	35-40																	
	40-45																	
	45-50																	
	50-55																	
	55-60																	
	60-65																	
	65-70																	
	70-75																	
	75-80																	
	80-85																	
	85-90																	
	90-95																	
	95-100																	

Annexe 6 : Suivi de la distance depuis la zone de lâcher de Gourdeliane et Lydie



Annexe 7 : Vitesses des trois tortues au cours du temps





Annexe 8 : Surface exploitée le jour (jaune) et la nuit (gris) par : a. Gourdeliane ; b. Cerise ; c. Lydie.

