



## MODULE 4.

# Écologie spatiale et migrations



KIT DE FORMATION  
BIOLOGIE ET CONSERVATION DES TORTUES MARINES  
EN AFRIQUE DE L'OUEST



## MODULE 4.

### ÉCOLOGIE SPATIALE ET MIGRATIONS DES TORTUES MARINES

#### DESCRIPTION DU MODULE

Les tortues marines sont de grandes migratrices et occupent de vastes zones géographiques, notamment des zones de reproduction, de croissance et d'alimentation qui sont souvent géographiquement distinctes.

Comprendre l'écologie spatiale des tortues et identifier les habitats critiques de développement et d'alimentation, les zones de haute et de basse densité et la manière dont elles sont reliées par la migration fait partie intégrante des processus de la conservation des tortues marines.

Nous cherchons à répondre à plusieurs questions pour chaque population qui doit être protégée ou conservée. Nous pouvons commencer par poser des questions simples comme "où se nourrissent-elles ?" ou "où pondent-elles leurs œufs ?", auxquelles il est possible de répondre par des observations directes dans les habitats d'alimentation ou sur les plages de nidification. Le niveau de complexité commence à augmenter lorsque nous voulons savoir, par exemple, où les tortues marines migrent après s'être reproduites ou quels sont les couloirs de migration qu'elles utilisent, car, pour répondre à ces questions, l'utilisation d'équipements spécialisés est nécessaire, comme les équipements de télémétrie. Dans ce module, nous répondons à certaines de ces questions, en discutant de ce que l'on sait actuellement, avec des exemples spécifiques de populations de la sous-région ouest-africaine.

#### QUESTIONS TRAITÉES

- a) Migration de développement
- b) Migrations reproductrices
- c) Mécanismes de dispersion, d'orientation et de navigation
- d) Connectivité entre les populations

#### DIAPPOSITIVES

- 3 - 10
- 11 - 16
- 17 - 22
- 23 - 29

#### DESCRIPTION DES OBJECTIFS

- ✓ Connaître les différents types de migrations effectuées par les tortues marines tout au long de leur cycle de vie
- ✓ Comprendre comment la distribution spatiale varie entre les différentes espèces de tortues marines
- ✓ Comprendre certains mécanismes de dispersion, de navigation et d'orientation utilisés par les tortues marines

Module 4. Écologie spatiale et migrations des tortues marines

- ✓ Connaître les schémas de connectivité entre les populations juvéniles et adultes dans la région et dans l'Atlantique

## GUIDE DE PRÉSENTATION

#	TITRE ET CONTENU
1.	<b>Présentation du module (couverture)</b>
2.	<b>Description des objectifs :</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Connaître les différents types de migrations effectuées par les tortues marines tout au long de leur cycle de vie.</li><li>• Comprendre comment la distribution spatiale varie entre les différentes espèces de tortues marines.</li><li>• Comprendre certains mécanismes de dispersion, de navigation et d'orientation utilisés par les tortues marines.</li><li>• Connaître les schémas de connectivité entre les populations juvéniles et adultes dans la région et dans l'Atlantique.</li></ul>
3.	<b>Migration de développement (séparateur)</b>
4.	<b>Cycle de vie</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Les tortues marines sont de grandes migratrices qui occupent de vastes zones au cours de leur cycle de vie ; les zones vitales pour ces animaux comprennent les zones d'alimentation (qui peuvent se trouver dans les zones néritiques ou océaniques) et les zones occupées par les tortues adultes pendant la période de reproduction, dans la zone néritique. Certaines tortues occupent des zones d'hivernage où elles semi-hibernent pendant les saisons froides, généralement dans les zones tempérées.</li><li>• D'une manière générale, toutes les tortues commencent leur vie sur la plage, dans un environnement terrestre, et leurs 2 à 20 premières années de vie, appelées années perdues, se déroulent en haute mer, dans des habitats océaniques. Ensuite, de nombreux juvéniles effectuent une nouvelle migration (que l'on peut qualifier de développementale) pour recruter dans les zones néritiques, où elles achèvent leur croissance et leur maturation, bénéficiant d'une plus grande variété de nourriture et d'habitats.</li><li>• À l'âge adulte, la plupart des espèces effectuent des migrations de reproduction, entre leurs zones d'alimentation et leurs zones de nidification, pour se reproduire.</li></ul>
5.	<b>Les années perdues</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• La durée de la phase des années perdues, pendant laquelle les tortues marines restent dans la zone océanique, est mal connue (mais dure généralement au moins 5 ans), de même</li></ul>

que les endroits exacts que les petites tortues utilisent. À tout moment, ces petites tortues peuvent se trouver n'importe où dans l'océan tropical ou tempéré, même à des milliers de kilomètres de la plage où elles ont éclos. Leur mouvement est largement modulé par les courants marins, car leur capacité de nage est encore assez limitée, surtout dans les premiers mois ou années.

- Dans l'Atlantique Nord, les jeunes tortues caouannes (*Caretta caretta*) et vertes (*Chelonia mydas*), par exemple, fréquentent principalement les zones de convergence des courants, comme la mer des Sargasses, profitant de l'abondance de nourriture qu'elles y trouvent et du camouflage offert par les algues flottantes. À ce stade, les tortues marines sont omnivores et se développent rapidement. Il est possible que des tortues juvéniles d'autres espèces profitent également des conditions offertes par cet écosystème diversifié, bien que leur présence ne soit pas bien documentée.

## 6. Modèles d'histoire de vie

- Après avoir atteint une certaine taille (et un certain âge), les petites tortues commencent à avoir de plus grandes capacités natatoires et de plongée, afin de se nourrir à différentes profondeurs. Elles ne sont également plus des proies faciles pour les poissons côtiers, et se déplacent vers des zones d'alimentation plus productives, celles-ci variant en fonction des espèces.
- Deux principaux types de cycles biologiques sont observés : le type 1 - strictement océanique (en pleine mer) et le type 2 - initialement océanique (en pleine mer) puis néritique (dans les zones côtières peu profondes).
- Les espèces de type 1 restent à toutes les étapes de leur vie exclusivement dans les eaux océaniques, ne revenant dans la zone néritique que pour se reproduire. C'est le cas de la tortue luth (*Dermochelys coriacea*) et de certaines populations de tortue olivâtre (*Lepidochelys olivacea*).
- Les espèces de type 2 passent les premières années de leur vie dans les eaux océaniques, puis lorsqu'elles atteignent une certaine taille, elles se déplacent vers les eaux néritiques, tant au stade juvénile qu'au stade adulte. On peut citer la tortue verte (*Chelonia mydas*), la tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*) et la tortue caouanne (*Caretta caretta*). Ce sont les espèces les plus communes dans la région de l'Afrique de l'Ouest. Toutefois, il convient de noter que de nombreux individus (peut-être même la majorité de la population capverdienne de la tortue caouanne) présentent un comportement particulier. Elles restent dans les habitats pélagiques et océaniques même après l'âge adulte, suivant ainsi un schéma d'histoire de vie de type 1. Il est possible qu'il en soit de même pour certaines tortues vertes (ce qui n'est démontré que dans des régions éloignées d'Afrique de l'Ouest).
- Il existe un troisième modèle (Type 3 - Néritique, non représenté) qui n'est adopté que par les tortues plates (*Natator depressus*) d'Australie, qui se développent et habitent exclusivement la zone néritique pendant toutes les étapes de leur vie.

## 7. Développement dans les zones océaniques

- La tortue luth (*Dermochelys coriacea*) et la tortue olivâtre (*Lepidochelys olivacea*) sont, comme déjà mentionné, les deux espèces de tortues marines qui se nourrissent de préférence dans les eaux océaniques. La tortue caouanne (*Caretta caretta*) est assez flexible dans les habitats qu'elle fréquente, et peut être trouvée dans les eaux océaniques ou néritiques.
- Dans ces vastes zones océaniques, quel que soit leur âge, les tortues marines cherchent à fréquenter les eaux qui offrent les conditions nécessaires à leur survie, comme une température de surface confortable et une bonne disponibilité de nourriture.
- La température de la surface de l'eau est un facteur limitant, principalement en raison du fait que les tortues marines sont des animaux poïkilothermes et qu'elles possèdent des limites physiologiques thermiques pour maintenir leur métabolisme en fonctionnement. Pour cette raison, la plupart des tortues se concentrent dans les zones tropicales ou tempérées chaudes, étant extrêmement rares (à l'exception de la tortue luth, qui peut maintenir une température interne bien supérieure à celle de l'eau qui l'entoure) aux latitudes plus élevées.
- Elles fréquentent principalement les zones de forte productivité, telles que les zones de convergence des courants dans la zone pélagique, mais peuvent également être observés dans les zones d'upwelling côtier, où la nourriture peut être abondante de façon saisonnière.

## 8. Recrutement dans les zones néritiques

- Le modèle d'histoire de vie caractérisé par un développement initial dans la zone océanique, suivi d'un développement ultérieur dans la zone néritique, est adopté par de nombreuses tortues caouannes, vertes et imbriquées.
- Chez ces espèces, la transition des courants océaniques vers les zones néritiques se produit après un nombre d'années très variable (pouvant aller d'environ 2 à 20 ans), en fonction des espèces, des populations et des individus. Les plus petites tortues qui recrutent dans les environnements côtiers ont généralement une longueur de carapace incurvée de 30 à 40 cm. Les plus petites tortues vertes des zones d'alimentation côtières d'Afrique de l'Ouest, par exemple, ont généralement une longueur de carapace incurvée de 35 cm.
- Les principaux habitats néritiques fréquentés par les tortues marines sont les zones de mangrove, les récifs coralliens et rocheux et les herbiers marins.

## 9. Changements ontogénétiques de l'habitat

- Lors du recrutement dans les habitats néritiques depuis la zone océanique, les tortues marines juvéniles peuvent subir des changements d'habitat ontogénétiques, ne s'installant pas toujours au même endroit pendant la période de développement, et pouvant se déplacer d'un site à l'autre jusqu'à ce qu'elles atteignent la maturité sexuelle.

- Ces changements sont souvent liés à une spécialisation du régime alimentaire, comme dans le cas des tortues vertes. Les juvéniles de cette espèce ont un régime omnivore pendant la phase océanique. Une fois dans la zone côtière, elles peuvent subir un changement ontogénétique dans leur régime alimentaire, avec une plus grande consommation d'algues dans un premier temps, puis une consommation plus importante d'herbiers marins. Cependant, ce n'est pas une règle qui s'applique à toutes les régions et populations, et il y a beaucoup de variabilité dans ces changements.

## 10. Modes de résidence

- Les études télémétriques, et plus récemment les techniques non invasives telles que l'utilisation de la photo-identification, parfois combinée à l'analyse des isotopes stables présents dans les tissus des animaux résidant dans les zones d'alimentation, suggèrent que les tortues marines peuvent occuper la même zone vitale pendant plusieurs années consécutives.
- Ces zones vitales peuvent être étendues et comprendre des centaines de kilomètres carrés, comme le montre l'étude par télémétrie de certaines tortues caouannes aux États-Unis. Celles-ci ont occupé des zones de plus de 2 000 km<sup>2</sup>, en se maintenant dans des eaux entre 18 et 29° C et entre 3 et 89 m de profondeur. Dans cette même étude, d'autres tortues ont effectué des migrations saisonnières en hiver vers des zones d'hivernage pour échapper aux eaux froides, montrant une fidélité impressionnante à leurs lieux de résidence.
- Le suivi des zones d'alimentation à l'aide de programmes de capture-recapture peut révéler des schémas d'occupation encore plus cohérents, avec peu ou pas de variations. Dans un exemple donné d'une zone d'alimentation dans l'océan Indien, une tortue verte juvénile se montre fidèle à son site de repos pendant plusieurs mois.
- Chez les tortues adultes, on constate également des schémas de fidélité aux zones d'alimentation, qui peuvent être visitées année après année, entrecoupées de migrations de reproduction.

## 11. Migrations de reproduction (séparateur)

## 12. Migrations de reproduction

- Les migrations de reproduction, des zones d'alimentation aux zones de nidification, commencent lorsque les tortues marines atteignent leur maturité sexuelle, l'âge variant de 12 à 50 ans.
- En raison du phénomène de philopatrie natale, par lequel les tortues marines adultes retournent à leur lieu de naissance pour se reproduire, les routes de migration entre les zones d'alimentation (souvent fixes) et les plages de nidification sont généralement bien établies. Ces itinéraires sont généralement étudiés à partir du suivi des animaux capturés dans les zones de reproduction, où ils sont les plus accessibles.

- La compréhension de la distribution spatio-temporelle des femelles pendant et après la reproduction est utile pour la conception, la mise en œuvre et la maintenance des aires marines protégées.

### 13. Mouvements entre les nidifications

- Au cours d'un cycle de reproduction, une tortue marine peut pondre plusieurs fois, généralement à des intervalles de 10 à 15 jours. La plupart des femelles des différentes espèces semblent faire preuve d'une grande fidélité à leur plage de nidification. Il existe cependant une certaine variabilité entre les individus et entre les espèces (par exemple, la tortue luth change de site de nidification plus fréquemment que la plupart des autres espèces).
- Pendant la période entre deux pontes consécutives, les tortues ne se nourrissent généralement pas. Elles se déplacent uniquement dans la région de la plage de ponte, en attendant que l'ovogenèse se produise, et s'accouplant peut-être aussi.
- L'étude des mouvements à petite échelle des adultes dans cet intervalle de temps est importante car, outre leur valeur intrinsèque, elle permet de comprendre comment les animaux sont répartis le long de la zone côtière et d'identifier les menaces auxquelles ils peuvent être exposés dans ces zones.
- Par exemple, certaines tortues vertes de l'archipel des Bijagós, en Guinée-Bissau, présentent des comportements différents entre deux pontes consécutives. Elles peuvent explorer les eaux entre les îles et pondre sur plusieurs îles géographiquement proches, toujours pondre sur la même île, ou même choisir des plages alternatives plus éloignées après avoir pondu plusieurs fois sur la même île. Les données disponibles montrent que la grande majorité des femelles restent la plupart du temps dans un rayon de seulement 2 à 10 kilomètres de la plage de ponte.

### 14. Stratégies de migration post-reproductive

- Une fois que toutes les pontes d'une saison sont terminées, la femelle ne reste normalement pas près de la zone de reproduction, elle part presque immédiatement pour retourner dans sa zone d'alimentation.
- Les routes adoptées lors de la migration de retour peuvent varier selon les espèces et les individus. Certains animaux peuvent voyager en pleine mer et se nourrir dans la zone pélagique, comme certaines tortues caouannes qui pondent leurs œufs au Cap-Vert.
- D'autres femelles utilisent des couloirs de migration dans la zone proche de la côte, utilisant probablement la topographie côtière comme aide à la navigation. Un exemple de cette stratégie est donné par certaines femelles tortues vertes qui pondent en Guinée-Bissau. Une fois la saison de reproduction terminée, celles-ci se dirigent vers le Sénégal ou la Mauritanie en suivant la côte.

### 15. Migration post-reproductive : tortue caouanne (Cap-Vert)

- La pose d'émetteurs satellites sur des individus reproducteurs de tortue caouanne au Cap-Vert a révélé des informations fascinantes sur le comportement migratoire de cette espèce dans la région. On sait déjà, par exemple, que les femelles (et peut-être aussi les mâles) de différentes tailles ont tendance à adopter des stratégies migratoires différentes. Les femelles adultes de petite taille explorent la zone pélagique entre le Cap-Vert et l'Afrique de l'Ouest continentale, tandis que les tortues de grande taille ont tendance à s'installer dans des zones plus côtières, sur les plateaux continentaux.
- Cependant, malgré cette variabilité, on sait que la majeure partie de la population adulte de tortues caouannes qui se reproduit au Cap-Vert utilise la zone océanique, étant capable d'explorer aussi bien de vastes zones que des zones d'upwelling à l'étendue restreinte.
- Les tortues caouannes qui restent dans la zone océanique effectuent des plongées courtes (d'une durée d'environ 8 minutes) et peu profondes (jusqu'à environ 9 mètres), se nourrissant dans la zone épipélagique, qui est riche en nourriture, ce qui leur permet d'économiser de l'énergie pour se nourrir.
- Les tortues caouannes néritiques se nourrissent dans la zone benthique et ont tendance à faire des plongées profondes (jusqu'à environ 40 mètres) et longues (jusqu'à environ 35 minutes).

### 16. Migration post-reproductive : tortue verte (Guinée-Bissau)

- Les mouvements de tortues vertes qui se reproduisent en Guinée-Bissau, obtenus à partir de plusieurs études de télémétrie, montrent des modèles comportementaux intéressants pour la conservation de ces animaux dans la région, étant donné l'existence de plusieurs stratégies de migration, ainsi que de corridors migratoires.
- Les études les plus récentes suggèrent que, en termes de stratégies de migration, environ un quart des femelles restent dans la région de Bolama-Bijagós, s'alimentant entre 40 et 90 km des plages de ponte. D'autres femelles (également environ 1/4) migrent sur des distances comprises entre 300 et 400 km vers la Gambie et le Sénégal, tandis que les femelles restantes se déplacent sur plus de 1000 km vers le nord de la Mauritanie (environ la moitié des femelles de la population). Les migrations les plus lointaines prennent environ un mois à couvrir. Il existe également un cas (non représenté sur la figure) d'une tortue qui a migré de Bijagós au Ghana.
- Certaines tortues migrent le long de la côte et d'autres passent plus au large. Il existe un point de confluence qui est utilisé par de nombreuses tortues sur le promontoire du Cap-Vert, où se trouve la ville de Dakar.
- Les tortues vertes de Guinée-Bissau assurent la connectivité entre certaines des principales aires marines protégées de la région (notamment le Parc National Marin de João Vieira et Poilão, le Parc National du Delta du Saloum, l'Aire Marine Protégée de Joal Fadiouth et le Parc National du Banc d'Arguin), ce qui souligne l'importance de la collaboration au

niveau régional pour la conservation, non seulement de cette espèce, mais aussi de tous les animaux migrateurs et de leurs habitats.

### 17. Mécanismes de dispersion, d'orientation et de navigation (séparateur)

### 18. Dispersion initiale

- Les migrations des tortues marines au cours des différentes étapes de leur cycle de vie impliquent des mouvements qui peuvent couvrir des dizaines de milliers de kilomètres, et se déroulent souvent en pleine mer. Ces mouvements sont continuellement soumis à l'influence des courants, qui peuvent facilement les faire dévier de la route prévue. La capacité des tortues marines à s'orienter en pleine mer et à se diriger vers une plage éloignée, à des milliers de kilomètres de leurs zones d'alimentation, est l'un des aspects les plus fascinants de leur biologie.
- Après l'éclosion, les tortues marines utilisent la lumière de la lune ou des étoiles, qui se reflète dans la mer, pour guider leur déplacement de la plage à l'océan. Une fois en contact avec l'eau, les nouveau-nés peuvent détecter la direction du mouvement des vagues et utiliser cette information pour nager perpendiculairement aux crêtes des vagues, ce qui les amène à se diriger vers le large, où ils commencent à utiliser le champ magnétique terrestre pour maintenir une direction choisie.

### 19. Dispersion océanique

- Pour se disperser dans l'Atlantique Nord, les nouveau-nés et les juvéniles (et éventuellement certains adultes) profitent des différents courants majeurs qui s'y produisent : le Gulf Stream permet aux nouveau-nés qui partent du continent américain d'atteindre les Açores. De là, ils utilisent le courant des Canaries pour se déplacer vers le sud, en traversant la côte occidentale de l'Afrique jusqu'à ce qu'ils passent les îles Canaries et le Cap-Vert. Au sud de cet archipel, le courant change de cap et retourne dans l'océan Atlantique vers l'ouest, en direction des eaux des Caraïbes et de la côte est des Amériques.

### 20. Dispersion active

- Les chercheurs ont réussi à placer pour la première fois des émetteurs sur des tortues caouannes de l'Atlantique ouest, âgées de quelques mois seulement (maintenues en captivité). Comme prévu, le Gulf Stream, qui est dominant dans la région et qui est chaud et fort, a été le principal moteur de la dispersion initiale, les tortues marines se déplaçant dans les eaux côtières à des profondeurs de plus de 200m.
- Mais étonnamment, les jeunes n'étaient pas limités à la dérive passive et unidirectionnelle à laquelle on pourrait s'attendre une fois qu'ils sont arrivés dans les grands courants associés aux gyres de l'océan Atlantique Nord. Les trajectoires des tortues marines étudiées ont

montré qu'elles peuvent choisir d'autres trajectoires, moins évidentes, pour atteindre les zones de croissance dans les archipels de Madère, des Açores et du Cap-Vert.

- Les jeunes fréquentent, par exemple, les zones situées entre les tourbillons océaniques, ce qui leur permet de nager activement vers des endroits où ils peuvent éviter les températures létales ou non bénéfiques pour leur croissance, leur alimentation et leur survie.

## 21. Orientation magnétique

- La capacité d'orientation magnétique semble être, au moins en partie, innée. On pense que cette capacité d'orientation magnétique pourrait être due à la présence de magnétite près du cerveau des tortues marines, une substance que l'on retrouve également, par exemple, chez les pigeons voyageurs et autres animaux migrateurs.
- Des études dans lesquelles des tortues marines nouvellement écloses ont été exposées, en laboratoire, à des champs magnétiques similaires à ceux que l'on trouve dans différentes zones de l'océan Atlantique (et à différentes distances des plages où elles sont nées) ont montré qu'elles s'orientent dans la direction appropriée, selon les flux migratoires typiques de cette espèce. Ceci montre que, dès leur plus jeune âge, les tortues marines ont une capacité d'orientation informée par des indices magnétiques.

## 22. Navigation

- Les tortues sont apparemment capables de mémoriser les caractéristiques magnétiques des zones dans lesquelles elles sont nées et vivent, ce qui leur permet ensuite de relocaliser ces zones grâce à des mécanismes encore mal compris.
- Un exemple fascinant qui démontre cette capacité à combiner orientation et navigation est fourni par les tortues qui pondent leurs œufs sur des îles océaniques, comme l'île de l'Ascension dans l'Atlantique Sud. La migration des tortues vertes entre leurs zones d'alimentation au large des côtes du Brésil et la plage où elles pondent leurs œufs sur l'île isolée de l'Ascension implique la traversée de plus de 2 000 kilomètres d'océan ouvert. De petites erreurs dans le calcul de la direction à prendre depuis les zones d'alimentation jusqu'à l'île entraîneraient de grandes déviations de la route de migration, avec une perte de temps (et d'énergie) : entre 77 km (erreur de 2°) et 192 km (erreur de 5°). Les chercheurs pensent que l'utilisation d'une boussole seule est insuffisante pour guider les tortues vers des points aussi précis au milieu de l'océan. Ils suggèrent que les tortues utilisent d'abord l'orientation magnétique pour trouver la bonne direction pour se rapprocher de l'île, puis affinent leur recherche en combinant d'autres repères sensoriels.
- Ces repères sensoriels, utilisés principalement à proximité de la destination cible, peuvent inclure des informations chimiques (il existe des preuves solides que l'olfaction joue un rôle important), visuelles (utilisation des contours et des contrastes dans le paysage) et la perception d'éléments de l'hydrodynamisme océanique (direction des vagues et courants).
- Même avec ces stratégies, une recherche active peut être nécessaire pour trouver la destination cible. Ceci a été démontré lors d'une étude où une tortue verte a été déplacée

à 245 km de sa plage d'origine sur la petite île d'Europa dans l'océan Indien. Confrontée à des vents contraires et à une certaine désorientation, la tortue a mis 59 jours et 3 515 km pour effectuer ce voyage de seulement 500 km à vol d'oiseau.

### **23. Connectivité entre les populations (séparateur)**

### **24. Philopatrie natale**

- Si la télémétrie a permis d'élucider la connectivité migratoire entre les différentes zones vitales des individus, l'utilisation de marqueurs tels que l'ADN mitochondrial a permis d'élucider la connectivité entre les populations.
- Les séquences nucléotidiques de certaines régions de l'ADN mitochondrial (ADNmt - hérité maternellement), qui se traduisent par des haplotypes, nous permettent de confirmer l'existence de la philopatrie natale dans les populations de tortues marines. C'est-à-dire qu'elles retournent à leur lieu de naissance pour se reproduire.
- D'autre part, le recrutement dans les habitats néritiques est relativement aléatoire, et des individus provenant de populations-sources distinctes peuvent se retrouver dans la même zone d'alimentation. L'étude de la composition génétique des individus de ces populations mixtes et sa comparaison avec la composition génétique des populations-sources adultes potentielles peut être utilisée pour déduire les voies possibles de migration de développement. C'est également grâce à l'analyse de l'ADN que l'on peut estimer la proportion de tortues ayant différentes origines mélangées dans la même zone d'alimentation.
- Il est important de mentionner que toutes les tortues marines ne présentent pas un comportement philopatric. Certains animaux errants permettent d'augmenter le flux génétique et, par conséquent, la diversité génétique des populations.

### **25. Connectivité atlantique : tortues vertes (Guinée-Bissau)**

- Les scientifiques ont cherché à savoir où se trouvent les zones de croissance des tortues vertes qui éclosent dans l'archipel des Bijagós. Pour ce faire, ils ont analysé le patrimoine génétique de la population de Guinée-Bissau et l'ont comparé au patrimoine génétique des stocks de juvéniles échantillonnés dans plusieurs zones de l'océan Atlantique.
- Les résultats indiquent que près d'un tiers des tortues vertes juvéniles observées en croissance le long des côtes sud-américaines, notamment au Brésil, en Uruguay et au nord de l'Argentine, proviennent de la population guinéenne. En de nombreux endroits de la côte atlantique de l'Afrique, la proportion de tortues originaires de Guinée-Bissau est même beaucoup plus élevée.

### **26. Connectivité atlantique : tortues vertes (Cap-Vert)**

- Les tortues vertes juvéniles du Cap-Vert ont été soumises à une étude similaire, révélant qu'un pourcentage surprenant des juvéniles étudiés (38%) était susceptible de provenir des plages de la région du Suriname en Amérique du Sud.
- Les résultats ont confirmé que les juvéniles de cette espèce sont capables de réaliser de grandes migrations transatlantiques, parcourant en moyenne 3 000 km entre leurs zones d'éclosion et les zones de croissance. Plus tard, les tortues doivent effectuer la migration inverse vers leur zone natale pour se reproduire.
- Les autres populations sources identifiées étaient celles de l'île de l'Ascension et de la Guinée-Bissau.

#### **27. Connectivité atlantique : tortues imbriquées (Cap-Vert)**

- Dans l'Atlantique, il existe des populations reproductrices de tortues imbriquées (*Eretmochelys imbricata*) de taille importante du côté américain (comme sur plusieurs îles des Caraïbes, au Panama ou au Brésil). Du côté africain, la nidification est éparse et peu fréquente, avec seulement deux populations identifiées, toutes deux situées sur les îles du Golfe de Guinée (Bioko, São Tomé et Príncipe), mais très petites, de quelques dizaines d'individus seulement.
- On pourrait s'attendre à ce que la population de juvéniles de cette espèce au Cap-Vert comporte une majorité de tortues d'origine américaine, mais l'analyse des données d'ADN mitochondrial a révélé que 68% de ces animaux provenaient d'une population inconnue au moment de l'étude, puisqu'elle était composée d'un haplotype encore inconnu. Dans une autre étude réalisée peu après, dans laquelle l'ADN mitochondrial de la population de tortues imbriquées de l'archipel de Sao Tomé et Príncipe a été analysé, cet haplotype a été identifié, montrant qu'il s'agissait de la principale population d'origine des juvéniles du Cap-Vert.
- Ce type d'étude est d'une grande importance car il établit le lien entre les zones d'alimentation et de développement des juvéniles, et les zones de reproduction des adultes, permettant ainsi d'établir des priorités pour la gestion et la conservation de d'une espèce et de ses habitats (ici la principale population de tortues imbriquées de la côte atlantique du continent africain).

#### **28. Distances de migration**

- Comme on le voit dans les exemples cités, les tortues marines juvéniles peuvent s'installer dans des zones de croissance très éloignées des zones où elles se reproduiront plus tard, et on observe la même chose pour les zones de reproduction et d'alimentation des adultes. Les distances parcourues peuvent dépendre de l'espèce, du stade du cycle de vie et de la stratégie d'alimentation pendant la migration.
- Par exemple, les animaux qui n'ont pas besoin d'effectuer des migrations régulières entre les zones de reproduction et d'alimentation (comme les tortues juvéniles qui ne se

reproduisent pas encore) peuvent s'alimenter plus loin de leurs plages d'origine que les adultes, qui doivent retourner sur leur plage d'origine assez fréquemment, généralement tous les 2 à 4 ans. En revanche, les tortues adultes qui se nourrissent le long de leurs itinéraires de migration (comme la tortue luth) ne sont pas aussi limitées en termes de dépenses énergétiques et peuvent effectuer des voyages plus longs.

- Les tortues luths juvéniles et adultes parcourent les plus longues distances et peuvent traverser régulièrement des bassins océaniques, n'étant limitées que par leur tolérance à la température de l'eau. Les distances maximales de migration estimées à partir des données de télémétrie pour les tortues marines adultes sont indiquées sur la diapositive.
- En Afrique de l'Ouest, les distances parcourues par les femelles adultes après la nidification ne sont que de 40 à 50 km pour les tortues imbriquées de Poilão, de 50 à 2000 km pour les tortues vertes de Poilão et jusqu'à 1400 km pour les tortues caouannes du Cap-Vert.

### **29. La tortue Yoshi**

- La plus longue distance enregistrée jusqu'à présent grâce à la télémétrie est celle d'une tortue caouanne appelée Yoshi, qui a été sauvée sur la côte atlantique de l'Afrique alors qu'elle ne pesait que 2 kg et qui a été maintenue en captivité dans un centre de sauvegarde de la faune sauvage en Afrique du Sud pendant 20 ans. Pendant cette période, elle a pris 180 kg et a atteint la maturité sexuelle, ce qui explique qu'elle ait été libérée.
- Le suivi a révélé une trajectoire inattendue : en 30 mois, la tortue s'est rendue en Australie, parcourant quelque 40 000 km (44 km par jour). Sa destination n'est pas connue après l'arrêt de l'émetteur satellitaire, mais on pense que c'est en Australie que cette tortue est née, et qu'après avoir atteint sa maturité sexuelle, elle est revenue sur le continent australien, vraisemblablement pour se reproduire.

### **30. Des questions ?**

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES PERTINENTES

- Arthur, K. E., Boyle, M. C., & Limpus, C. J. (2008). Ontogenetic changes in diet and habitat use in green sea turtle (*Chelonia mydas*) life history. *Marine Ecology Progress Series*, 362, 303-311. [Lien](#)
- Avens, L., & Lohmann, K. J. (2003). Use of multiple orientation cues by juvenile loggerhead sea turtles *Caretta caretta*. *Journal of Experimental Biology*, 206(23), 4317-4325. [Lien](#)
- Bolten, A. B., Lutz, P. L., Musick, J. A., & Wyneken, J. (2003). Variation in sea turtle life history patterns: neritic vs. oceanic developmental stages. *The biology of sea turtles*, 2, 243-257. [Lien](#)
- Davenport, J. (1997). Temperature and the life-history strategies of sea turtles. *Journal of Thermal Biology*, 22(6), 479-488. [Lien](#)
- Eder, E., Ceballos, A., Martins, S., Pérez-García, H., Marín, I., Marco, A., & Cardona, L. (2012). Foraging dichotomy in loggerhead sea turtles *Caretta caretta* off northwestern Africa. *Marine Ecology Progress Series*, 470, 113-122. [Lien](#)
- Fuxjager, M. J., Eastwood, B. S., & Lohmann, K. J. (2011). Orientation of hatchling loggerhead sea turtles to regional magnetic fields along a transoceanic migratory pathway. *Journal of Experimental Biology*, 214(15), 2504-2508. [Lien](#)
- Girard, C., Sudre, J., Benhamou, S., Roos, D., & Luschi, P. (2006). Homing in green turtles *Chelonia mydas*: oceanic currents act as a constraint rather than as an information source. *Marine Ecology Progress Series*, 322, 281-289. [Lien](#)
- Godley, B. J., Almeida, A., Barbosa, C., Broderick, A. C., Catry, P. X., Hays, G. C., ... & Godley, B. J. (2003). Using Satellite Telemetry to Determine Post-Nesting Migratory Corridors and Foraging Grounds of Green Turtles Nesting at Poilão, Guinea Bissau. *Methodology*, 5(7). [Lien](#)
- Godley, B. J., Barbosa, C., Bruford, M., Broderick, A. C., Catry, P., Coyne, M. S., ... & Witt, M. J. (2010). Unravelling migratory connectivity in marine turtles using multiple methods. *Journal of Applied Ecology*, 47(4), 769-778. [Lien](#)
- Hawkes, L. A., Witt, M. J., Broderick, A. C., Coker, J. W., Coyne, M. S., Dodd, M., ... & Godley, B. J. (2011). Home on the range: spatial ecology of loggerhead turtles in Atlantic waters of the USA. *Diversity and Distributions*, 17(4), 624-640. [Lien](#)
- Hawkes, L. A., Broderick, A. C., Coyne, M. S., Godfrey, M. H., Lopez-Jurado, L. F., Lopez-Suarez, P., ... & Godley, B. J. (2006). Phenotypically linked dichotomy in sea turtle foraging requires multiple conservation approaches. *Current Biology*, 16(10), 990-995. [Lien](#)
- Hays, G. C., Fossette, S., Katselidis, K. A., Mariani, P., & Schofield, G. (2010). Ontogenetic development of migration: Lagrangian drift trajectories suggest a new paradigm for sea turtles. *Journal of the Royal Society Interface*, 7(50), 1319-1327. [Lien](#)
- Hays, G. C., & Scott, R. (2013). Global patterns for upper ceilings on migration distance in sea turtles and comparisons with fish, birds and mammals. *Functional Ecology*, 27(3), 748-756. [Lien](#)
- Hays, G. C., Cerritelli, G., Esteban, N., Rattray, A., & Luschi, P. (2020). Open ocean reorientation and challenges of island finding by sea turtles during long-distance migration. *Current Biology*, 30(16), 3236-3242. [Lien](#)
- Haywood, J. C., Fuller, W. J., Godley, B. J., Margaritoulis, D., Shutler, J. D., Snape, R. T., ... & Broderick, A. C. (2020). Spatial ecology of loggerhead turtles: Insights from stable isotope markers and satellite telemetry. *Diversity and Distributions*, 26(3), 368-381. [Lien](#)
- Jensen, M. P., Dalleau, M., Gaspar, P., Lalire, M., Jean, C., Ciccione, S., ... & Bourjea, J. (2020). Seascape Genetics and the Spatial Ecology of Juvenile Green Turtles. *Genes*, 11(3), 278. [Lien](#)
- Lohmann, K., & Lohmann, C. (1996). Orientation and open-sea navigation in sea turtles. *The Journal of Experimental Biology*, 199(1), 73-81. [Lien](#)
- Lohmann, K. J., Hester, J. T., & Lohmann, C. M. F. (1999). Long-distance navigation in sea turtles. *Ethology, Ecology & Evolution*, 11(1), 1-23. [Lien](#)
- Lohmann, K. J., Lohmann, C. M., Ehrhart, L. M., Bagley, D. A., & Swing, T. (2004). Geomagnetic map used in sea-turtle navigation. *Nature*, 428(6986), 909-910. [Lien](#)

#### Module 4. Écologie spatiale et migrations des tortues marines

- Lohmann, K. J., Luschi, P., & Hays, G. C. (2008). Goal navigation and island-finding in sea turtles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 356(1-2), 83-95. [Lien](#)
- Luschi, P., Hays, G. C., Del Seppia, C., Marsh, R., & Papi, F. (1998). The navigational feats of green sea turtles migrating from Ascension Island investigated by satellite telemetry. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 265(1412), 2279-2284. [Lien](#)
- Mansfield, K. L., Wyneken, J., Porter, W. P., & Luo, J. (2014). First satellite tracks of neonate sea turtles redefine the 'lost years' oceanic niche. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1781), 20133039. [Lien](#)
- Mansfield, K. L., Mendilaharsu, M. L., Putman, N. F., Dei Marcovaldi, M. A., Sacco, A. E., Lopez, G., ... & Swimmer, Y. (2017). First satellite tracks of South Atlantic sea turtle 'lost years': seasonal variation in trans-equatorial movement. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1868), 20171730. [Lien](#)
- Mansfield, K. L., Wyneken, J., & Luo, J. (2021). First Atlantic satellite tracks of 'lost years' green turtles support the importance of the Sargasso Sea as a sea turtle nursery. *Proceedings of the Royal Society B*, 288(1950), 20210057. [Lien](#)
- McClellan, C. M., & Read, A. J. (2007). Complexity and variation in loggerhead sea turtle life history. *Biology letters*, 3(6), 592-594. [Lien](#)
- Monzón-Argüello, C., López-Jurado, L. F., Rico, C., Marco, A., López, P., Hays, G. C., & Lee, P. L. (2010). Evidence from genetic and Lagrangian drifter data for transatlantic transport of small juvenile green turtles. *Journal of Biogeography*, 37(9), 1752-1766. [Lien](#)
- Monzón-Argüello, C., Rico, C., Marco, A., López, P., & López-Jurado, L. F. (2010). Genetic characterization of eastern Atlantic hawksbill turtles at a foraging group indicates major undiscovered nesting populations in the region. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 387(1-2), 9-14. [Lien](#)
- Monzón-Argüello, C., Loureiro, N. S., Delgado, C., Marco, A., Lopes, J. M., Gomes, M. G., & Abreu-Grobois, F. A. (2011). Príncipe island hawksbills: genetic isolation of an eastern Atlantic stock. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 407(2), 345-354. [Lien](#)
- Patrício, A. R., Formia, A., Barbosa, C., Broderick, A. C., Bruford, M., Carreras, C., ... & Godley, B. J. (2017). Dispersal of green turtles from Africa's largest rookery assessed through genetic markers. *Marine Ecology Progress Series*, 569, 215-225. [Lien](#)
- Patrício, A. R., Beal, M., Barbosa, C., Diouck, D., Godley, B. J., Madeira, F. M., ... & Catry, P. (2022). Green turtles highlight connectivity across a regional marine protected area network in West Africa. *Frontiers in Marine Science*, 9, 812144. [Lien](#)
- Putman, N. F., & Naro-Maciél, E. (2013). Finding the 'lost years' in green turtles: insights from ocean circulation models and genetic analysis. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1768), 20131468. [Lien](#)
- Putman, N. F., & Mansfield, K. L. (2015). Direct evidence of swimming demonstrates active dispersal in the sea turtle "lost years". *Current Biology*, 25(9), 1221-1227. [Lien](#)
- Putman, N. F., Seney, E. E., Verley, P., Shaver, D. J., López-Castro, M. C., Cook, M., ... & Mansfield, K. L. (2020). Predicted distributions and abundances of the sea turtle 'lost years' in the western North Atlantic Ocean. *Ecography*, 43(4), 506-517. [Lien](#)
- Scott, R., Marsh, R., & Hays, G. C. (2014). Ontogeny of long distance migration. *Ecology*, 95(10), 2840-2850. [Lien](#)
- Varo-Cruz, N., Hawkes, L. A., Cejudo, D., López, P., Coyne, M. S., Godley, B. J., & López-Jurado, L. F. (2013). Satellite tracking derived insights into migration and foraging strategies of male loggerhead turtles in the eastern Atlantic. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 443, 134-140. [Lien](#)

## CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES

1. "Chelonia mydas", Joana Hancock
2. "Chelonia mydas", Joana Hancock
3. "Chelonia mydas", Rita Patrício (avec permission)
5. "Loggerhead", Institut de recherche sur le poisson et la faune sauvage du FWC (CC BY-NC-ND 2.0)
6. "océan ouvert", "lagune d'herbes marines", Joana Hancock
7. "Température moyenne annuelle de la surface de la mer selon l'Atlas mondial des océans 2005", "Moyenne annuelle de la surface de la mer en carbone inorganique dissous (DIC)" Plumbago (CC-BY-SA-3.0)
8. "Scout Key : écosystème de mangrove, Florida Keys", Phil's 1stPIX (CC BY-NC-SA 2.0) ; "Le récif de corail aux îles Andaman", Ritiks (CC BY-SA 3.0) ; "seagrass", Joana Hancock
10. "Chelonia mydas on reef", Joana Hancock ; Carte dans : Hawkes, L. A., Witt, M. J., Broderick, A. C., Coker, J. W., Coyne, M. S., Dodd, M., ... & Godley, B. J. (2011). Home on the range : écologie spatiale des tortues caouannes dans les eaux atlantiques des États-Unis. Diversity and Distributions, 17(4), 624-640 (publié en accès libre)
11. "Chelonia mydas", Rita Patrício (avec permission)
12. "Chelonia mydas - plage", "Chelonia mydas - mer", Joana Hancock
13. Cartes avec l'aimable autorisation de Rita Patrício ; "Chelonia mydas", Joana Hancock.
14. Cartes avec l'aimable autorisation de Rita Patrício
15. Cartes et figures en : Hawkes, L. A., Broderick, A. C., Coyne, M. S., Godfrey, M. H., Lopez-Jurado, L. F., Lopez-Suarez, P., ... & Godley, B. J. (2006). La dichotomie liée au phénotype dans la recherche de nourriture des tortues marines nécessite des approches de conservation multiples. Current Biology, 16(10), 990-995 (publié en accès libre)
16. Cartes avec l'aimable autorisation de Rita Patrício
17. "Tortues vertes en pleine mer", Monument national marin de Papahānaumokuākea (CC BY 2.0)
18. "Chelonia mydas hatchling at beach", "Chelonia mydas hatchling at sea", Sabine Bean (avec permission) ; "Chelonia mydas juvenile at sea", Joana Hancock
19. "Tortues vertes en pleine mer", Papahānaumokuākea Marine National Monument (CC BY 2.0) ; "Algues", Axel Kristinsson (CC BY 2.0)
20. Des chiffres dans : Mansfield, K. L., Wyneken, J., Porter, W. P., et Luo, J. (2014). Les premières traces satellitaires de tortues marines nouveau-nées redéfinissent la niche océanique des "années perdues". Proceedings of the Royal Society B : Biological Sciences, 281(1781), 20133039 (publié en accès libre).
21. Figure dans : Fuxjager, M. J., Eastwood, B. S., & Lohmann, K. J. (2011). Orientation des tortues caouannes en éclosion vers des champs magnétiques régionaux le long d'une voie migratoire transocéanique. Journal of Experimental Biology, 214(15), 2504-2508 (publié en accès libre) ; "Caretta caretta hatchlings", Joana Hancock
22. "Ascension Island", figure dans : Lohmann, K. J., Luschi, P., & Hays, G. C. (2008). Navigation par but et recherche d'île chez les tortues marines. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 356(1-2), 83-95 ; "Europa Island", figure dans : Girard, C., Sudre, J., Benhamou, S., Roos, D., & Luschi, P. (2006). Homing chez les tortues vertes Chelonia mydas : les courants océaniques agissent comme une contrainte plutôt que comme une source d'information. Marine Ecology Progress Series, 322, 281-289.
23. "Chelonia mydas avec étiquette", Joana Hancock
24. "Chelonia mydas - adulte", Joana Hancock ; "Chelonia mydas - éclosion", Sabine Bean (avec autorisation), "Chelonia mydas - juvénile", Jenni Choma (avec permission).
25. "Carte de dispersion de Chelonia mydas dans l'Atlantique", Rita Patrício (avec permission) ; "Chelonia mydas hatchlings", Joana Hancock

#### Module 4. Écologie spatiale et migrations des tortues marines

26. "Nage de *Chelonia mydas*", Joana Hancock. Figure dans : Monzón-Argüello, C., López-Jurado, L. F., Rico, C., Marco, A., López, P., Hays, G. C., & Lee, P. L. (2010). Preuve, à partir de données génétiques et de dériveurs lagrangiens, du transport transatlantique de petites tortues vertes juvéniles. *Journal of Biogeography*, 37(9), 1752-1766 (publié en accès libre)
27. " Illustration de la forme de croissance de l'espèce *Millepora alcicornis* visualisée dans les communautés coralliennes de l'archipel du Cap-Vert ", Rui Freitas, in Lopes, Evandro & Freitas, Rui & Siva, Osvaldina. (2016). Les coraux du Cap-Vert : un patrimoine à protéger. RILP : REVISTA INTERNACIONAL EM LÍNGUA PORTUGUESA. III. 45-64.
28. Illustrations de Renata Reynaud
29. "Suivi de Yoshi", Aquarium de Two Ocean
30. "*Chelonia mydas*", Paulo Catry (avec permission)
32. "*Chelonia mydas*", Joana Hancock

Illustrations de Renata Reynaud. Icônes disponibles sur [www. thenounproject.org](http://www.thenounproject.org)

## INFORMATIONS TECHNIQUES

Titre du module :

Écologie spatiale et migrations

Auteurs :

Joana Hancock et Paulo Catry

Ispa - Instituto Universitário

Corrections :

Ana Rita Patrício, Daniel Lopes et Julie Mestre

Illustrations :

Renata Reynaud

Web Designer :

Daniel Lopes

Date de publication :

Mai 2022

©ISPA

©PRCM

