

L'orientation chez les tortues marines

1. Introduction

Lorsqu'elles émergent du nid, les jeunes tortues rampent en direction de la zone de ressac, en dépit de changements de topographie de la plage ainsi que de conditions climatiques différentes. Les signaux principaux utilisés par les tortues pour s'orienter vers la mer sont visuels, comme semble l'indiquer leur inertie ou leur mauvaise orientation lorsqu'on leur masque les deux yeux. Dès qu'elles ont atteint la zone de ressac, une période de nage intense commence qui les emmènera vers le large. Cette nage frénétique aurait pour rôle de les éloigner des eaux continentales peu profondes où les prédateurs abondent vers des régions de l'océan où les pressions de prédation pourraient être moins fortes. Les signaux utilisés par les jeunes tortues pour se diriger en mer sont différents de ceux qu'elles utilisent pour gagner la zone de ressac à partir du nid. Les tortues utilisées dans les expériences évoquées ci-dessous sont des juvéniles appartenant aux espèces *Chelonia mydas* et *Caretta caretta*, obtenues à partir d'oeufs récoltés sur la côte atlantique de la Floride.

2. Orientation du nid vers la zone de ressac

Les signaux principaux utilisés sont visuels, mais les différents auteurs ne s'accordent pas sur leur importance relative, ainsi que sur celle des signaux accessoires comme la pente de la plage.

2.1 Système Phototrope Complexe ou « Circling System » (MROSOVSKY & al., 1968, 1973, 1985)

L'orientation des jeunes tortues vers la mer pourrait s'expliquer par un « circling system » : la réaction à la lumière entraînerait un mouvement de virage jusqu'à ce que les sous-composantes du système reçoivent la même quantité de lumière ; les données provenant du champ de vision temporal de l'oeil gauche ainsi que celles du champ nasal de l'oeil droit seraient contrebalancées par les données du champ de vision temporal de l'oeil droit et du champ nasal de l'oeil gauche. Il s'agirait d'un système phototrope complexe qui permettrait de faire des prédictions spécifiques sur la direction de virage des tortues quand une partie du champ visuel est stimulé ou masqué. Une autre explication serait que la direction d'intensité lumineuse maximale serait localisée instantanément et les tortues se dirigeraient alors dans cette direction (« Direction System »). Dans ce cas, une tortue avec une partie du champ visuel masqué devrait toujours être capable de localiser le vecteur de luminosité maximale et s'adapter à l'aveuglement partiel. Ces systèmes prédisent tous deux qu'une tortue non aveuglée se dirigera plus ou moins vers le centre d'un horizon éclairé.

Matériel et méthodes

Afin de déterminer lequel de ces deux systèmes les tortues utilisent pour se diriger vers la mer, des expériences d'aveuglement partiel à l'aide de caches ont été effectuées.

Résultats et discussion

Les résultats semblent indiquer qu'il s'agirait d'un système phototrope complexe. Les observations en désaccord avec ce système s'expliqueraient par la petitesse du champ nasal.

On observe également qu'il y a une constance dans la direction de virage ; même des heures après la pose des caches, il y a toujours des changements marqués dans la recherche de la mer. Pour les tortues en partie masquées, le fait de tourner est donc plus qu'un dérangement temporaire résultant de la pose des caches. Il faut noter que, pendant ces expériences, la plage avait été débarrassée de tout objet qui entravait l'accès à la mer, et leur effet sur l'orientation des tortues n'a donc pas été pris en compte.

2.2. Rôle de la luminosité des silhouettes et de la pente de la plage

(SALMON, 1992)

Selon LIMPUS, les tortues trouveraient l'océan non pas en se dirigeant vers l'horizon le plus brillant (MROSOVSKY & *al.*, 1972, 1985), mais en s'éloignant des horizons élevés de la terre. Elles pourraient également répondre à des signaux secondaires comme la pente de la plage.

Matériel et méthodes

Des expériences ont été menées dans une arène circulaire sans vitre, où il est possible de contrôler et de manipuler de façon précise les signaux visuels spécifiques (différences photiques, silhouettes de végétation, hauteur de l'horizon) et la pente, ainsi que leurs combinaisons.

Les jeunes tortues sont confinées au centre de l'arène mais sont libres de se diriger dans n'importe quelle direction.

Résultats et discussion

Les tortues préfèrent certains signaux à d'autres

En l'absence de lumière visible, ce qui n'est jamais le cas dans des conditions naturelles, elles s'orientent vers le bas de la pente. Dans les autres situations, les signaux visuels surpassent les signaux de pente qui ne contribuent alors que faiblement à l'orientation.

Lorsque les tortues sont soumises à des différences photiques, elles s'orientent d'autant plus vers le côté le plus illuminé que le contraste est grand avec l'autre côté.

Elles s'éloignent des silhouettes situées sur l'horizon, mais cet effet disparaît lorsqu'on place les silhouettes plus en hauteur. Les tortues ne répondent donc pas seulement à l'assombrissement de n'importe quelle région du ciel, elles sont plutôt sensibles à des stimuli qui assombrissent des régions proches de l'horizon.

Sous des conditions de faible luminosité, les tortues s'éloignent d'horizons élevés, elles ne se dirigent pas vers des portions plus claires du ciel. Elles répondent plus aux effets de silhouettes sur l'horizon qu'aux différences photiques. Les silhouettes vers la terre sont en effet toujours élevées et sombres, alors que la vue vers la mer peut varier dans son intensité lumineuse.

Mais, sous d'autres conditions écologiques et pour d'autres espèces, les signaux photiques et de pente pourraient jouer un rôle plus important dans l'orientation.

3. Orientation en mer

Les signaux lumineux utilisés pour guider les jeunes tortues du nid vers la zone de ressac sont insuffisants pour guider les jeunes tortues dès qu'elles s'éloignent trop des côtes, car la différence de luminosité entre la terre et la mer disparaît après quelques kilomètres au large. Les tortues pourraient alors utiliser la houle et/ou les vagues de surface générées par le vent comme signaux d'orientation durant leur migration vers le large. L'imprégnation chimique des nouveau-nés pourrait également influencer le comportement d'orientation des juvéniles.

3.1. Influences de la houle et des vagues (SALMON & *al.*, 1989)

Les jeunes tortues sont incapables d'effectuer des plongées profondes et prolongées. Elles sont donc exposées pratiquement en continu à la houle et aux vagues pendant leur migration vers le large. Celles-ci pourraient dès lors leur servir de signaux d'orientation durant cette migration.

Matériel et méthodes

Afin de pouvoir mesurer l'orientation de la nage, les tortues étaient placées dans un harnais attaché par un monofilament à une bouée elle-même ancrée à la base d'une cage circulaire flottante. Le harnais n'empêchait pas la nage et la bouée était libre d'effectuer des rotations dans n'importe quelle direction, suivant l'orientation de nage de la tortue. Du côté opposé au point

d'attache du monofilament sur la bouée, se trouvait une petite diode émettant de la lumière rouge non visible par la tortue, mais bien par un observateur qui enregistrerait l'orientation de la bouée.

Ces expériences ont été menées à quatre distances différentes de la côte. A chaque test, la position du bateau, la direction du vent, les conditions météorologiques, la direction et la hauteur des vagues générées par le vent et la houle étaient mesurées. Les mesures indiquent que la houle vient toujours d'une direction E ou SE, alors que les vagues générées par les vents locaux sont plus variables et peuvent venir de n'importe quelle direction.

Résultats et discussion

Les tortues relâchées près des côtes (100 m) s'orientent toujours vers le large, quelle que soit la direction des vagues, du vent et de la houle.

Par contre, pour les tortues relâchées plus au large, la direction de nage est fortement corrélée avec la direction des vagues de surface et/ou de la houle, que cela se passe de jour ou de nuit : quand les vagues et la houle ont plus ou moins la même direction, les tortues nagent vers la direction générale des stimuli de surface ; par contre, quand les directions des stimuli diffèrent d'un angle de 45 à 100°, l'angle moyen de direction se situe entre les deux sources de stimuli. En l'absence de houle et de vagues, les tortues ne sont pas significativement orientées dans une direction précise.

Les tortues testées de nuit ne montrent pas de tendance à s'orienter vers l'horizon le plus lumineux, elles n'utilisent donc pas les signaux associés à la terre très longtemps après qu'elles soient entrées dans l'eau.

De plus, l'expérience de la reptation sur la plage et l'entrée dans la zone de ressac ne semblent pas essentielles pour une orientation normale dans l'eau.

La houle et les vagues pourraient donc servir de signaux d'orientation pour les tortues au moins pendant les premières vingt-quatre heures de nage. Certains auteurs suggèrent cependant qu'elles pourraient s'orienter en partie grâce aux champs magnétiques terrestres, comme c'est le cas pour la tortue *Terrapene carolina* (MATHIS A. & F.R. MOORE, 1988), quand la houle et les vagues sont insuffisantes (Gulf Stream trop éloigné).

3.2 Empreinte chémosensorielle (GRASSMAN, 1986)

Les hypothèses concernant l'empreinte chémosensorielle chez les tortues ont été développées pour la première fois vers la moitié des années 50, mais peu de recherches ont été effectuées dans ce domaine chez les tortues. Bien que l'imprégnation chimique par les nouveau-nés, nécessitant une mémoire à long terme, soit surtout utilisée des années plus tard par les adultes reproducteurs

pour retrouver la plage où ils sont nés, le même mécanisme pourrait influencer le comportement d'orientation des juvéniles. Il a été démontré que *Chelonia mydas* peut détecter des concentrations très faibles de substances chimiques organiques (de l'ordre de 0,000005 M) et se souvenir de celles-ci (MANTON, 1979).

Matériel et méthodes

Les substances chimiques organiques qui ont été utilisées dans les expériences d'imprégnation sont la morpholine et le 2-phénylethanol, qui ne sont pas présents à l'état naturel dans l'eau de mer, ce qui permet un contrôle précis de la concentration de substances chimiques introduites.

Les oeufs récoltés ont été divisés en sept groupes suivant le traitement appliqué :

- Deux groupes recevaient une imprégnation de morpholine ou de 2-phénylethanol au nid et dans le conteneur où ils sont placés après l'éclosion ;
- Deux groupes recevaient une imprégnation seulement au nid ;
- Deux groupes recevaient une imprégnation seulement dans le conteneur après l'éclosion ;
- Un groupe témoin.

Chaque tortue était ensuite placée au centre d'un conteneur où elle avait le choix entre quatre compartiments : deux contenant de l'eau de mer, un contenant de l'eau de mer et de la morpholine et un contenant de l'eau de mer et du 2-phénylethanol, dont les positions changeaient au cours de l'expérience pour éliminer les biais dus aux positions des compartiments (chaque tortue était testée deux fois).

Résultats et discussion

Les réponses des tortues sont corrélées avec les substances chimiques auxquelles elles ont été exposées avant et après l'éclosion. Les tortues exposées aux substances chimiques seulement dans le nid ou seulement dans le conteneur ne répondent pas à ces substances dans les tests expérimentaux.

L'environnement chémosensoriel du nid et celui auquel les tortues sont exposées après l'éclosion affectent leur comportement ultérieur. L'imprégnation nécessite une exposition relativement longue.

Le processus d'empreinte chémosensorielle consisterait en un processus d'imprégnation pendant une période critique prolongée ou en un mécanisme de développement psychobiologique qui diffère, par sa longueur, de l'imprégnation proprement dite.

4. Conclusions

Les jeunes tortues de mer *Chelonia mydas* et *Caretta caretta* utilisent des signaux d'orientation différents suivant qu'elles rampent du nid vers la zone de ressac ou qu'elles nagent vers le large. Sur la plage, les signaux principaux d'orientation sont visuels : silhouettes élevées en direction de la terre et différences photiques entre la terre et la mer. Mais des signaux secondaires comme la pente de la plage peuvent également contribuer de façon moins importante à l'orientation. Pour gagner le large, elles s'orientent grâce à la direction de la houle et des vagues pendant les premières heures de nage. Elles pourraient également s'orienter grâce à l'imprégnation chimique qu'elles reçoivent dans le nid et après l'éclosion, ainsi qu'aux champs magnétiques terrestres si la houle et les vagues sont absentes ou trop faibles.

5. Bibliographie

- FRICK J. (1976). — Orientation and behaviour of hatchling green turtles (*C. helonia mydas*) in the sea. *Anim. Behav.*, **24** : 849-857.
- GRASSMAN M.A., OWENS D.E., McVEY J.P. & MARQUEZ M.R. (1984). — Olfactory-based orientation in artificially imprinted sea turtles. *Science*, N.Y., **224** : 83-84.
- GRASSMAN M. (1986). — Chemosensory imprinting in juvenile green sea turtles, (*Chelonia mydas*). *Anim. Behav.*, **35** : 929-931.
- MATHIS A. & MOORE F.R. (1988). — Geomagnetism and the homeward orientation of the box turtle, *Terrapene carolina*. *Ethology*, **78** : 265-274.
- MROSOVSKY N. & SHETTLEWORTH S.J. (1968). — Wavelength preferences and brightness cues in the water finding behaviour of sea turtles. *Behaviour*, **32** : 211-257.
- MROSOVSKY N. & SHETTLEWORTH S.J. (1973). — Further studies of the sea-finding mechanism in green turtle hatchlings. *Behaviour*, **SI** : 195-208.
- MROSOVSKY N. & KINGSMILL S.F. (1985). — How turtles find the sea. *Z. Tierpsychol.*, **67** : 237-256.
- SALMON M. & LOHMANN K.J. (1989). — Orientation cues used by hatchling loggerhead sea turtles (*Caretta caretta* L.) during their offshore migration. *Ethology*, **83** : 215-228.
- SALMON M., WYNEKEN J., FRITZ E. & LUCAS M. (1992). — Searching by hatchling sea turtles : role of brightness, silhouette and beach slope as orientation cues. *Behaviour*, **122** : 56-77.

Frédéric HOURLAY