



HAL
open science

LA CARAPACE DES TORTUES MARINES : SOURCE PRÉCIEUSE D'INFORMATIONS

Stéphan Jacquet

► **To cite this version:**

Stéphan Jacquet. LA CARAPACE DES TORTUES MARINES : SOURCE PRÉCIEUSE D'INFORMATIONS. Subaqua, 2020. hal-02916381

HAL Id: hal-02916381

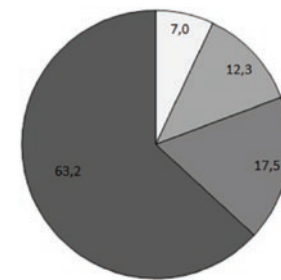
<https://hal.inrae.fr/hal-02916381>

Submitted on 17 Aug 2020

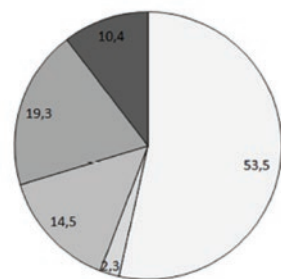
HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

La composition des microalgues ou diatomées colonisant la carapace des tortues est riche d'enseignements sur leur mode de vie. © O. C.-F.



- Microscopie**
- DIATOMÉES IDENTIFIÉES AU NIVEAU DU GENRE SANS CERTITUDE
 - DIATOMÉES IDENTIFIÉES AU NIVEAU DU GENRE
 - DIATOMÉES IDENTIFIÉES COMME NOUVELLES ESPÈCES OU PROCHES D'ESPÈCES EXISTANTES
 - DIATOMÉES IDENTIFIÉES AU NIVEAU DE L'ESPÈCE



- Analyse ADN**
- DIATOMÉES IDENTIFIÉES AU NIVEAU DE LA CLASSE
 - DIATOMÉES IDENTIFIÉES AU NIVEAU DE L'ORDRE
 - DIATOMÉES IDENTIFIÉES AU NIVEAU DE LA FAMILLE
 - DIATOMÉES IDENTIFIÉES AU NIVEAU DU GENRE
 - DIATOMÉES IDENTIFIÉES AU NIVEAU DE L'ESPÈCE

Comparaison du niveau d'identification (en pourcentages) atteint avec la microscopie (haut) et le métabarcoding (bas) des diatomées présentes dans les biofilms récoltés sur les carapaces de tortues. À noter que la classification d'un organisme s'écrit, du plus général au plus spécifique, ainsi : classe, ordre, famille, genre, espèce.



Les tortues participent au maintien et à l'entretien des prairies et des herbiers sous-marins. © O. C.-F.

LA CARAPACE DES TORTUES MARINES : SOURCE PRÉCIEUSE D'INFORMATIONS



S. JACQUET

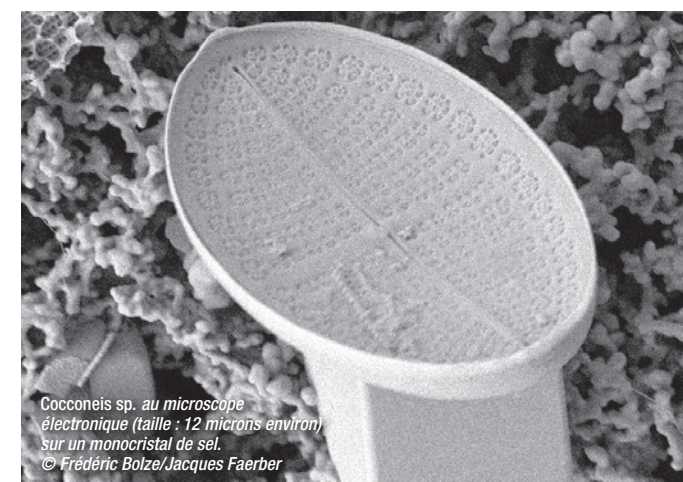
Il y a deux ans une étude scientifique s'intéressant aux comportements et déplacements des tortues marines a été publiée. Dans des travaux inédits, Sinziana Rivera⁽¹⁾ et ses collègues se penchaient sur la complémentarité de deux méthodes, classique (la microscopie) et récente (la biologie moléculaire), pour identifier les microalgues présentes sur la carapace des tortues. À l'époque, je n'y avais pas prêté attention, *mea culpa*, mais cette analyse particulièrement originale restant d'actualité, je vous en propose une synthèse ci-après.
Par Stéphane Jacquet. Photos Olivier Clot-Faybesse et Vincent Maran.

Les tortues marines sont partout présentes dans la ceinture tropicale et subtropicale. Au-delà de leur grâce et du plaisir qu'elles procurent aux plongeurs qui ont la chance de les croiser, elles jouent des rôles écologiques majeurs : maintien et entretien des prairies ou herbiers sous-marins, participation à la (bonne) santé des récifs coralliens, prédation des méduses (régulation des populations), etc. Ces reptiles marins constituent également un fantastique bio-indicateur de l'état de santé des écosystèmes. Dès lors, étudier leur biologie et leur écologie revêt un enjeu d'importance pour mieux comprendre leur éthologie (comportement), et ce, d'autant plus, que les différentes populations de tortues ont régressé dramatiquement au cours des dernières décennies. Parmi les fautifs, évidemment ai-je envie de dire, l'Homme qui détruit leur environnement, surpêche, pollue... mais aussi le changement climatique qui vient en rajouter une couche en modifiant significativement l'environnement ! Aujourd'hui, le constat est sans appel : six des sept espèces de tortues marines sont classées par l'IUCN (Union internationale pour la conservation de la nature) comme étant menacées ou en danger d'extinction !

Le comportement des tortues marines a déjà été beaucoup étudié en termes de migration, alimentation et patterns (stratégie, manière, type) de reproduction, notamment pour aider à mieux les protéger et pour la mise en place des différentes mesures de conservation. Parmi les outils qui ont été utilisés dans ce but, on peut citer la surveillance visuelle des plages, le comptage des œufs, le suivi dans l'eau par « snorkeling » ou PMT, la télémétrie (notamment satellitaire).

MIEUX APPRÉHENDER LES DÉPLACEMENTS DES TORTUES GRÂCE AUX DIATOMÉES

Plus original est le suivi qui peut être fait en étudiant la microflore présente sur la carapace de ces animaux. Certains micro-organismes ont la capacité de s'agréger et de constituer ce que l'on appelle des biofilms. Il s'agit d'une sorte de tapis, adhésif et protecteur, de taille variable constitué par une communauté plus ou moins complexe de plusieurs cellules, adhérant entre elles et à une surface (naturelle ou artificielle). Les diatomées sont, parmi les microalgues, les championnes du monde de la formation de biofilms sur tout type de support et dans tout type de milieu. La carapace des tortues ne leur a donc pas échappé tout comme aux chercheurs qui ont pu constater que ces diatomées colonisent effectivement volontiers les écailles kératineuses de ces reptiles, y sont nombreuses et



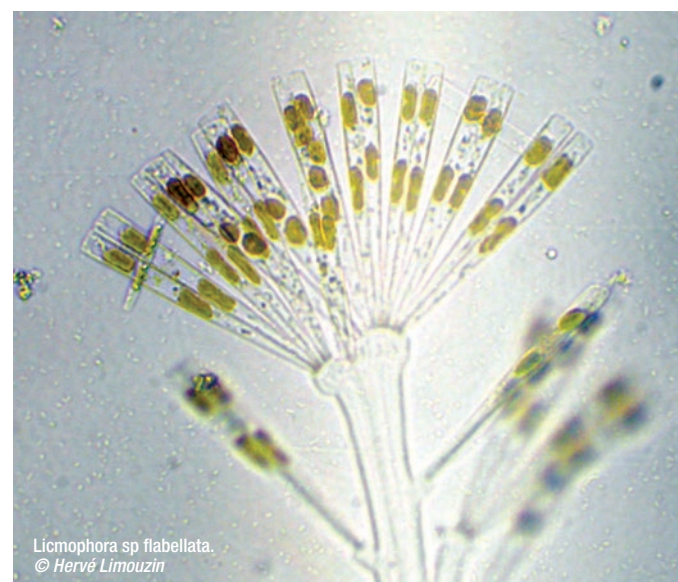
Cocconeis sp. au microscope électronique (taille : 12 microns environ) sur un monocristal de sel.
© Frédéric Bolze/Jacques Faerber

LES TORTUES MARINES

Il existe un peu plus de 300 espèces de tortues sur notre planète. Environ 250 vivent en eau douce, milieux humides et palustres, 60 sont exclusivement terrestres et seulement sept sont marines. Il s'agit de la tortue luth, la tortue caouanne, la tortue imbriquée, la tortue verte, la tortue à dos plat, la tortue olivâtre et la tortue de Kemp. Les six dernières appartiennent à la famille des cheloniidés et ont une carapace sans carène couverte d'écailles et une ou deux griffes sur les nageoires. Seule la tortue luth fait partie de la famille des dermochélyidés, caractérisée par l'absence de corne et d'écailles sur sa carapace. La tortue verte dont il est question dans cet article, *Chelonia mydas*, est la plus grande des cheloniidés (80 à 130 cm), pèse entre 160 et 250 kg et elle est végétarienne à l'état adulte (se nourrissant essentiellement de plantes marines qui donnent à sa chair la couleur verte imputable à son régime alimentaire).



Une tortue verte (*Chelonia mydas*) à la carapace bien recouverte de diatomées, en séance de nettoyage. © V. M.



Licmophora sp. flabellata.
© Hervé Limouzin

Qu'elle fasse une pause entre deux broutages de l'herbier, à l'image de cette paisible *Chelonia mydas*... © V. M.



diversifiées. Et ce qui est remarquable avec les diatomées, c'est que leur présence, leur diversité et leur quantité traduisent souvent de manière notable leur environnement et ses variations (en termes de lumière, de turbulence, de qualité et quantité de nutriments, etc.). On dit d'ailleurs d'elles que ce sont d'excellents indicateurs écologiques ! Vous voyez où je veux en venir ?

Ceci étant dit, il faut pouvoir identifier les diatomées avec précision. Quand on sait qu'il en existe plusieurs dizaines de milliers d'espèces, on comprend que la tâche peut être fastidieuse et seulement réservée à une élite de taxonomistes spécialisés. En plus de l'expertise nécessaire pour reconnaître ces microalgues, il faut aussi avoir en tête que ce type d'analyse est relativement long et, avec les yeux rivés au microscope en permanence, pénible. Mais aujourd'hui encore, cette méthode est la plus utilisée car on ne peut toujours pas se passer de l'œil humain, pas plus du cerveau auquel il est relié...

Au cours de ces dernières années, une nouvelle technique est venue compléter l'observation microscopique : le métabarcoding (lire par ailleurs). À partir de l'observation directe et de l'analyse de l'ADN des diatomées récupérées sur la carapace de sept tortues vertes, *Chelonia mydas*, dans la baie N'Gouja Bay, du parc naturel marin de Mayotte (France), les chercheurs ont pu rapporter une somme de résultats tout à la fois originale et utile. L'analyse en microscopie a révélé jusqu'à 57 espèces (on parle plutôt de taxons ici) de diatomées. Dont 20 taxons en moyenne pour chaque tortue avec la dominance d'un taxon qui semble

LE DNA BARCODING

Il s'agit d'une technique de catalogage et d'identification moléculaire permettant la caractérisation génétique d'un individu ou d'un échantillon d'individus à partir d'une courte séquence d'ADN (DNA en anglais), jouant le rôle de marqueur distinctif, et choisie en fonction du groupe étudié. Elle aide aujourd'hui aussi bien à classer des individus d'espèces inconnues qu'à distinguer de nouvelles espèces ou détecter l'origine et l'identité d'un échantillon. Le métabarcoding désigne l'étude de tout un assemblage de populations (bactéries par exemple) dans un échantillon environnemental (provenant de la mer, du sol, des sédiments, d'excréments...). Il permet par exemple d'étudier les micro-organismes du microbiote intestinal (barcoding de l'ADN microbien), les larves de poissons coralliens autour d'un récif corallien, ou encore les diatomées présentes sur les carapaces des tortues ! Il permet aussi des comparaisons rapides entre sites à partir d'assemblages complexes d'espèces, sans avoir besoin de les connaître, mais nécessite des moyens d'analyse biomoléculaire, et ne donne pas les mêmes informations qu'un inventaire classique. Seule ombre au tableau, l'exploitation des résultats du barcoding moléculaire repose nécessairement sur des bases de références construites à l'aide de spécimens identifiés par des taxonomistes compétents, ce qui n'existe pas toujours.

...ou un survol du récif, la présence des tortues marines est un indicateur positif de la bonne santé des écosystèmes sous-marins. © O. C.-F.



caractéristique des biofilms trouvés sur les tortues, à savoir *Labellicula lecohuiana*, suivi de près par *Nitzschia inconspicua* (voir figure page 19). Comparativement, l'analyse métagénomique révélait près de 650 génotypes ou OTUs (Unités taxonomiques opérationnelles) différents. Trouver dix fois plus de différences (57 vs 650) peut sembler énorme mais c'est un résultat courant quand on compare les méthodes classiques à celles qui permettent aujourd'hui de séquencer l'ADN à haut débit. Toutefois, l'assignation taxonomique de ces OTUs révélait un chiffre beaucoup plus proche des méthodes classiques, à savoir 19 espèces et 26 genres.

■ COMPLÉMENTARITÉ DES TECHNIQUES D'ÉTUDE

Un premier bilan souligne que si ces deux méthodes (microscopie et analyse ADN) donnent des résultats différents, elles peuvent surtout être complémentaires. De nombreuses hypothèses peuvent être avancées pour expliquer les différences observées. Ainsi, les analyses ont d'abord mis en lumière que les diatomées trouvées avaient une origine benthique (venant du fond, des sédiments) avec un faible taux d'accrochage suggérant que ces tortues se déplaçaient lentement (aller vite favoriserait le décrochage des microalgues). Ce schéma général n'était toutefois pas applicable à toutes les tortues, l'une d'elles en particulier disposant d'un cortège de taxons plutôt résistants à la vélocité et suggérant que cet animal était à l'évidence un individu différent des autres, bougeant plus (vite) que ses congénères. Le caractère épibiotique (vivant à la surface d'un substrat sans en dépendre) de ces diatomées, avec comme représentant majeur *L. lecohuiana*, révélait aussi leur mode d'alimentation qui est celui de brouter les herbiers, entraînant la (re)mise en suspension du sable qui retombe sur leur carapace. Les tortues étaient donc adultes car végétariennes (elles ne sont carnivores que pendant leur plus jeune âge).

Si la grande majorité des diatomées avaient une origine marine, la seconde espèce la plus observée, *Nitzschia inconspicua*, est connue pour être euryhaline, que l'on trouve dans des eaux troubles. Cela suggérerait que les tortues se déplacent dans des masses d'eau de salinité très variable et donc dans une grande variété d'habitats (proche de la côte, au large, très en profondeur, etc.).

La conclusion est laissée à Frédéric Rimet, ingénieur d'études à l'origine de l'étude : « Le métabarcoding est très intéressant pour la précision taxonomique qu'il propose, le haut débit qui y est associé et la régularité de l'identification. Il doit être utilisé parallèlement à la microscopie, qui continue à donner des informations simples mais critiques sur la taille des cellules, leur morphologie et donc leur écologie. Plus que jamais dans cette étude portant sur la tortue verte marine, nous avons vu combien ces deux technologies sont utiles et complémentaires. » 🌟

(1) Sinziana Rivera est doctorante au Centre alpin de recherche sur les réseaux trophiques des écosystèmes limniques (CARRTEL) à Thonon-les-Bains. Les travaux scientifiques à la base de cet article ont été publiés, en anglais, sous l'intitulé : Rivera et al. (2018) DNA metabarcoding and microscopic analyses of sea turtles biofilms: Complementary to understand turtle behavior. PLoS ONE 13(4): e0195770.



Outre les microalgues, d'autres organismes peuvent coloniser une carapace, par exemple des anatifes ou crustacés cirripèdes. © O. C.-F.



Étudier et protéger les tortues, deux actions à mener si l'on veut continuer à en profiter. © O. C.-F.