



Une mangrove, des mangroves




ystérieuses,
fascinantes,
parfois
inquiétantes...
les mangroves

sont l'objet de tous les fantasmes et inspirent, depuis des siècles, écrivains et scientifiques. Il faut dire que ces forêts tropicales, d'apparence hostile, ne ressemblent à aucune autre. Elles poussent les pieds dans l'eau, exclusivement sur les littoraux, sont bercées par le rythme des marées et abritent des arbres, les palétuviers, capables de vivre dans l'eau salée et de respirer grâce à leurs racines aériennes. Implantées sous les tropiques, certaines mangroves sont toujours de luxuriantes forêts tandis que d'autres sont progressivement grignotées et détruites par les élevages de crevettes. Reconnue pour ses multiples services écosystémiques, la mangrove a aujourd'hui une importance écologique et sociale qui ne fait plus de doute.

FOCUS

Les mangroves au service des poissons coralliens

 Sardie jeune (*Lutjanus apodus*), espèce réticale de la zone Caraïbe utilisant la mangrove comme zone de nurserie.

Refuge, nurserie, garde-manger... Les mangroves rendent de nombreux services aux poissons des récifs coralliens. Néanmoins, certains mystères demeurent.

Les mangroves sont peuplées de nombreuses espèces de poissons de récifs coralliens.

Elles remplissent pour elles, tour à tour ou en même temps, plusieurs fonctions : celles de refuge ou d'habitat, de lieu de reproduction et de zone d'alimentation. Suivant les régions biogéographiques et les types de mangrove, les espèces coralliennes concernées peuvent varier de façon considérable. Cependant, à l'heure actuelle, les informations disponibles à ce sujet sont très parcellaires et peuvent parfois paraître contradictoires. Par ailleurs, plusieurs études ont démontré pour l'ensemble des océans que la présence de mangrove stimule l'abondance et la biomasse des poissons sur les récifs avoisinants, d'où le grand intérêt de préserver ces habitats. Mais là encore les processus liés à cet effet positif ne sont pas encore élucidés.

Le rôle de nurserie, c'est-à-dire de refuge, que peut jouer la mangrove pour les juvéniles de poissons coralliens a été observé pour la première fois dans les îles des Caraïbes de l'océan Atlantique. En particulier, les

66  - Sous les palétuviers, une vie insoupçonnée



juvéniles de plusieurs espèces de poissons-perroquets (*Scaridae*), de lutjans (*Lutjanidae*), de grogneurs (*Haemulidae*) ainsi que les juvéniles d'espèces emblématiques comme le mérour géant (*Epinephelus itajara*) colonisent certaines mangroves de cette région. Un rôle similaire a été observé dans les mangroves de l'Indopacifique pour les juvéniles de très grands mérours (exemples : *Epinephelus lanceolatus*, *Epinephelus coioides*), de plusieurs lutjans et de quelques *Haemulidae*. Toutefois, au vu de l'importance des mangroves dans l'Indopacifique, ce rôle de nurserie y reste mineur comparé à ce qui est observé dans l'Atlantique. Le rôle de nurserie des mangroves reste donc auxiliaire, même dans les îles des Caraïbes, où la plupart des espèces de poissons de récif peuvent se passer de la mangrove pour boucler leur cycle vital, exception faite pour le poisson-perroquet géant des Caraïbes (*Scarus guacamaia*).

Le rôle des mangroves comme lieu de reproduction de poissons de récif est assez mal documenté. Plusieurs espèces de lutjans

et d'*Haemulidae* se rassemblent près des mangroves pour pondre, mais ce n'est jamais un lieu exclusif de ponte pour ces espèces.

Plusieurs espèces de raies et de requins viennent aussi mettre bas dans les mangroves, comme le requin-marteau (*Sphyrna mokarran*), mais la mangrove n'est pas un passage obligatoire.

Les mangroves représentent surtout un garde-manger pour certaines espèces récifales, essentiellement des espèces prédatrices. Par exemple, plusieurs espèces de carangues et de barracudas se rencontrent en mangrove ou à proximité. Ils viennent y chercher de petites espèces comme les *Ambassidae*, de petits poissons pélagiques comme des anchois (*Engraulidae*), des sardines (*Clupeidae*), des prêtres (*Atherinidae*), mais parfois aussi des espèces plus grandes comme les mulets (*Mugilidae*) ou les crocos (*Gerreidae*). D'autres poissons coralliens viennent manger les invertébrés, essentiellement des crustacés. Il s'agit surtout de poissons de taille moyenne vivant en bancs, tels que des *Lutjanidae*,

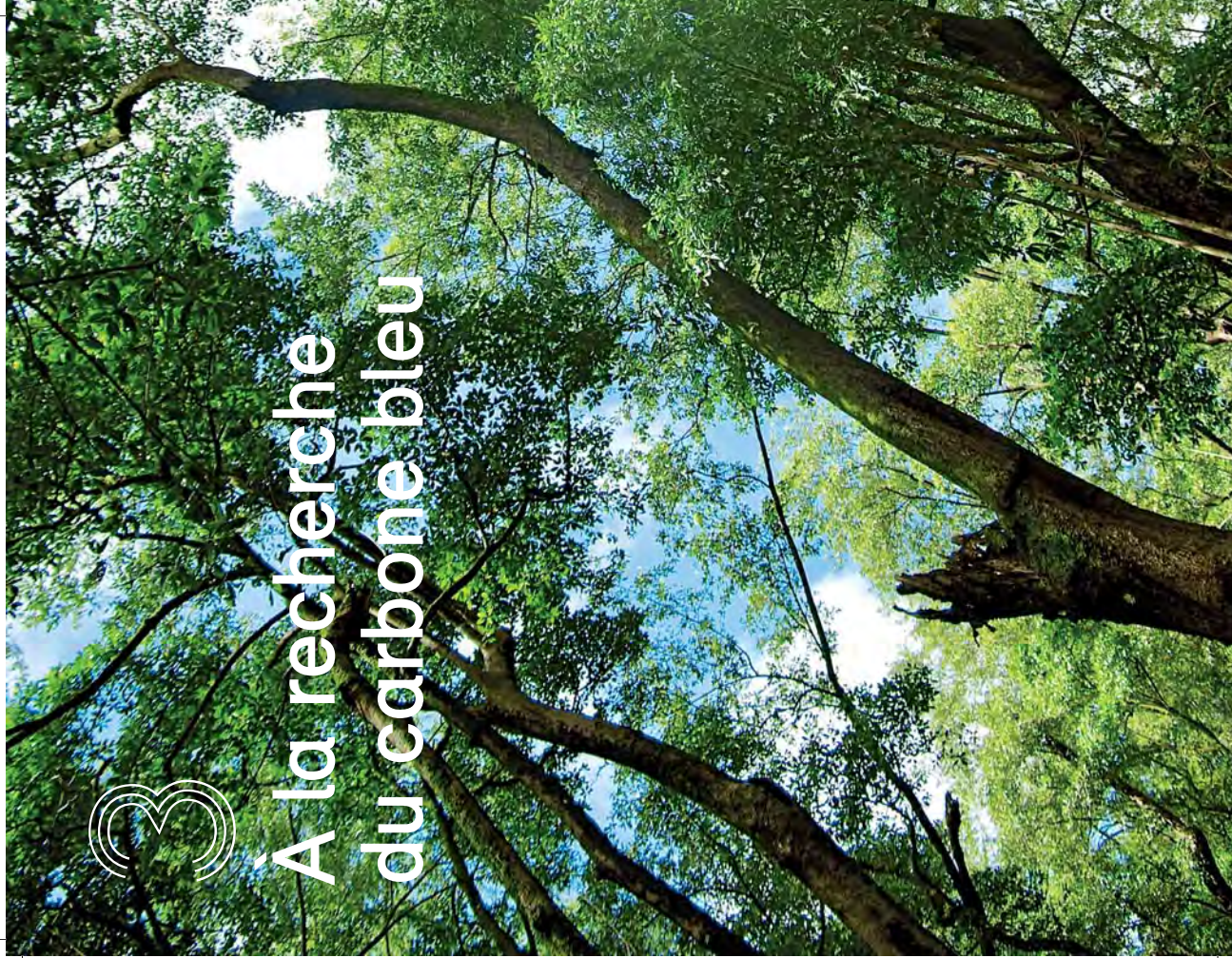
des *Sparidae* (famille des daurades) et des *Haemulidae*. Ces incursions alimentaires sont souvent saisonnières, mais certaines espèces peuvent résider en mangrove pour des périodes prolongées. Les espèces herbivores viennent rarement en mangrove pour se nourrir, une exception aux Caraïbes concernant certains poissons-perroquets, qui peuvent venir brouter les algues épiphytes sur les racines de palétuviers.

Enfin, la mangrove joue un rôle indirect pour les communautés de poissons récifaux, cet effet étant fortement dépendant du type de mangrove et de la distance entre mangrove et récif. Il est ainsi possible de citer des apports de nutriments qui favorisent la production primaire sur les récifs, le blocage des eaux turbides qui autrement gêneraient le développement des coraux et des faune et flore associées, ou encore l'exportation de proies, allant de larves de crustacés jusqu'à de petites espèces de poissons pélagiques comme certains anchois.

67  - Sous les palétuviers, une vie insoupçonnée



À la recherche du carbone bleu



Le carbone est un des éléments de référence du vivant. C'est aussi un élément mobile qui s'échange plus ou moins rapidement entre différents « réservoirs » : l'air, les végétaux, les animaux, le sédiment et l'eau. La mangrove, à l'interface de ces grands réservoirs, a une place stratégique dans ces échanges. Mais comment circule le carbone à travers les forêts de palétuviers, la vase et les eaux littorales ? Quelles réserves de carbone les mangroves peuvent-elles contenir ? Et comment réagissent-elles à l'augmentation du CO₂ libéré dans l'atmosphère par les activités humaines ? Voilà des questions qui sont au cœur de l'actualité et intéressent tout particulièrement les chercheurs. Bien que de nombreuses incertitudes persistent, ils ont d'ores et déjà démontré que les mangroves sont d'importantes réserves de carbone bleu et qu'elles joueraient un rôle non négligeable dans le cycle de cet élément à l'échelle mondiale.

FOCUS

La ville de Cayenne, en Guyane, est entourée d'une mangrove, dont la surface fluctue cycliquement au gré de la dynamique littorale. Cette mangrove est le réceptacle naturel des pollutions urbaines, qu'elle retient au moins temporairement, participant ainsi à la protection des eaux côtières.

Les mangroves, indicatrices du « bon état écologique » de l'eau.

Pollution, déforestation, barrage... La mangrove est soumise à de nombreuses pressions, et son étude pourrait aider à évaluer l'impact des activités humaines sur la qualité de l'eau.

Contrairement à ce qui se passe au niveau mondial, les mangroves des départements français d'outre-mer (DOM) occupent une superficie stable depuis ces vingt dernières années. Néanmoins, les pressions s'exerçant sur ces forêts peuvent être élevées et font l'objet d'une attention croissante. Par leur situation particulière, les mangroves voient transiter ou sont le réceptacle d'une grande partie des pollutions anthropiques d'origines terrestre et côtière transportées par l'eau. Par ailleurs, d'autres types de pressions liées aux activités humaines modifient le fonctionnement des mangroves, ce qui permet d'envisager, au-delà de l'aspect « conservation », de les utiliser comme des indicateurs biologiques des pressions anthropiques, en particulier pour la qualité des eaux.

La Directive-cadre européenne sur l'eau (DCE) a pour objectif le maintien ou la restauration du « bon état écologique » des masses d'eau. C'est dans ce cadre qu'il a été décidé de développer des outils de bioindication spécifiques aux mangroves. Un groupe de travail, réunissant des experts scientifiques des mangroves et des personnels impliqués dans leur gestion, a été

constitué en 2015. L'objectif était de disposer pour la période 2022-2027 d'outils opérationnels de suivi et de diagnostic de ce milieu.

Experts et gestionnaires ont établi la liste hiérarchisée des pressions s'appliquant aux mangroves pour chaque département de l'outre-mer français : dégradations physiques, pollutions chimiques, enrichissements en nutriments ou matière organique, modifications de l'hydrologie, hypersédimentation. Les paramètres biologiques susceptibles de répondre à ces pressions et de les caractériser ont également été identifiés.

De manière à prendre en compte la diversité de ces pressions et de leurs impacts potentiels, un ensemble de paramètres a été identifié, reflétant l'état de la structure et du fonctionnement de l'écosystème mangrove, à différents niveaux de complexité biologique.

Deux compartiments de la mangrove sont ainsi auscultés : le peuplement de palétuviers, analysé par télédétection et par inventaire forestier, et le sédiment, dont le fonctionnement biologique est pris en compte par différentes approches (inventaire de la faune benthique, génétique, activité enzymatique, empreinte chimique, remaniement sédimentaire). Différentes



méthodes sont testées et un ensemble de paramètres est analysé sur le terrain, sur des sites contrastés du point de vue des pressions. A terme, les méthodes et paramètres retenus le seront en fonction de leur sensibilité aux pressions et de leur facilité de déploiement, et un « outil d'alerte », susceptible de constituer la base d'un réseau de surveillance, sera construit. D'autres paramètres serviront à la construction d'outils de diagnostic, mis en œuvre à la suite d'une alerte.

Les experts et les gestionnaires ont proposé une interprétation de la définition du « bon état écologique » de la mangrove sous la forme d'une liste de descripteurs : dynamique non perturbée de la structure forestière, croissance non perturbée des palétuviers, bonne capacité

régénérative de l'écosystème mangrove, stabilité de l'abondance et de la diversité des espèces, non-perturbation des caractéristiques fonctionnelles du sédiment et absence de signe d'eutrophication.

S'y ajoutent deux critères de vulnérabilité à moyen terme : vulnérabilité de la mangrove vis-à-vis de l'évolution du niveau de la mer et vulnérabilité de la mangrove dans les scénarios d'occupation des sols. Des métriques seront construites pour chaque descripteur à partir des paramètres retenus, et des valeurs seuils du « bon état » seront définies.

Les premières études dans ce cadre visent d'être réalisées en Guyane (2017), et d'autres seront menées prochainement aux Antilles et à Mayotte (2018).

97 — 4 — Au service de la dépollution

FOCUS

À Mayotte, une expérimentation de dépollution grandeur nature

Afin de tester en conditions réelles l'utilisation de la mangrove pour traiter les eaux usées domestiques, un système expérimental *in situ* a été mis en place sur l'île de Mayotte.

Mayotte est une île française de l'océan Indien, caractérisée par une forte densité de population et un climat tropical à deux saisons, sèche et humide, très contrastées. Mayotte ne compte pas de cours d'eau permanent dans lequel des eaux usées traitées pourraient être rejetées, et le grand lagon entourant l'île est une zone de forte biodiversité, protégée et fragile. Dans ce contexte, il a été jugé particulièrement intéressant d'utiliser la mangrove, qui tapisse le fond des baies de l'île, pour recevoir ces eaux avant leur écoulement naturel au lagon.

Un dispositif expérimental, faisant intervenir le rôle filtrant de la mangrove, est ainsi en place à Mayotte depuis 2008. Les eaux usées domestiques issues d'un lotissement (village de Malamani) y sont collectées, filtrées et prétraitées dans un décanteur-digester avant d'être rejetées en mangrove par l'intermédiaire de tuyaux. Les rejets se font sur des parcelles délimitées (675 m²), à raison de 10 m³ d'eaux usées une fois par vingt-quatre heures, durant la marée basse. La dynamique de l'écosystème est suivie, avec une attention particulière portée à la végétation, à la faune et aux communautés bactériennes.

102 — 4 — Au service de la dépollution



Un réseau de tuyaux permet le rejet des eaux usées en mangrove après leur prétraitement en décanteur. L'azote excédentaire apporté dans le milieu est en grande partie absorbé par les palétuviers, alors que le phosphore est stocké dans le sédiment. Site expérimental de Malamani, Mayotte.

la densité de ces communautés n'a pas diminué. Ces modifications peuvent être liées directement aux eaux usées, mais aussi indirectement aux changements de l'environnement dus à la croissance des arbres : diminution de la luminosité et de la température sous les arbres, augmentation de la production de litière. Ces modifications d'habitat changent également la composition des communautés de microalgues, qui sont présentes à la surface des sédiments et constituent des ressources alimentaires pour une partie de la faune. Des modifications comparables ont été observées concernant les communautés bactériennes.

Malgré ces impacts divers, huit années de rejets d'eaux usées prétraitées n'ont cependant pas induit de dysfonctionnement majeur de la mangrove. Par ailleurs, en la traversant, les eaux usées perdent jusqu'à 60 % de leur teneur en azote, qui est absorbé par la végétation, et

l'essentiel de leur phosphore, qui est retenu dans le sédiment. Il est remarquable aussi de noter que si le milieu s'est rapidement modifié avec les apports d'eaux usées, il semble revenir très vite à son état initial (rééquilibrage des communautés de crabes, retour à une couleur « normale » de la végétation, etc.) lorsque cessent ces rejets, traduisant une réelle résilience de la mangrove.

On pourrait redouter que, sur le très long terme, une poursuite des rejets conduise à un déséquilibre plus marqué du milieu comme une mortalité des palétuviers et la disparition accrue d'espèces de crabes, associées à une baisse de la bioturbation et à une hypoxie des sédiments. Dans le cadre d'une utilisation opérationnelle de ce traitement, une rotation des parcelles de mangrove serait donc préconisée, et un suivi attentif des populations de crabes, comme de l'ensemble de l'écosystème serait bien sûr indispensable.

103 — 4 — Au service de la dépollution



Crevettes, mangroves et satellites, une histoire indonésienne

La culture des crevettes compromet la gestion durable des mangroves, particulièrement en Indonésie. Les satellites à très haute résolution aident à mesurer l'ampleur des dégâts.

Jusqu'à présent, il était assez difficile de rendre compte en détail des impacts des activités d'aquaculture (crevettes et poissons) sur l'appauvrissement de la biodiversité végétale et animale, la pollution des sédiments et des eaux ou encore sur la dégradation des modes de vie des populations tirant subsistance de la mangrove. Seuls des ratios entre surface convertie en bassins aquacoles et surface de mangrove étaient fournis par l'analyse d'images satellitaires à moyenne résolution spatiale, dont la taille des pixels au sol (supérieure à 5 mètres) ne permettait pas toujours de discriminer avec fiabilité la nature du terrain. Les années 1980 et 1990 ont vu les bassins de crevettes se développer en Indonésie malgré une rentabilité limitée à quelques années. Des milliers d'hectares de bassins ont été abandonnés depuis et des programmes de plantation de palétuviers ont alors été réalisés pour compenser la destruction initiale de la mangrove. Mais le succès ou l'échec de ces programmes dits de restauration restaient non documentés. Or, depuis 2001, des images de résolution spatiale métrique et submétrique sont acquises par plusieurs satellites. Ceci permet d'avoir un regard plus fin sur les processus de transformation des régions de

124 — 5 — Des femmes et des hommes en mangrove



Jeune plantation de *Rhizophora* dans un bassin aquacole abandonné, estuaire de la rivière Perancak, Bali, Indonésie.

LA SITUATION DES MANGROVES EN INDONÉSIE

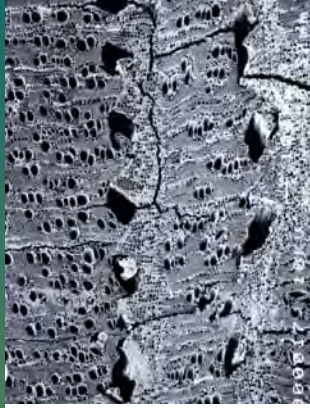
forte capacité d'expansion et de colonisation naturelle des palétuviers quand des ouvertures dans les digues existent, même dans les aires plantées. Enfin, il s'avère que les plantations sont réalisées au détriment de tout bon sens écologique, c'est-à-dire avec une trop forte densité et trop souvent avec des palétuviers de la famille des *Rhizophoracées*, plus faciles à planter, sans considération pour les espèces natives dominantes de la région. Bref, le fonctionnement des estuaires de mangrove continue à être fortement perturbé, avec un risque croissant de déclin des plantations monospécifiques de palétuviers et une absence de régénération des espèces locales.

Les mangroves naturelles en Indonésie ont payé un lourd tribut à l'aquaculture. Le manque de considération environnementale et la vision à court terme des politiques de gestion côtière font des activités industrielles d'aquaculture un risque majeur pour le devenir des environnements de mangrove et des populations de ces littoraux. Une prise de conscience rapide et internationale est nécessaire pour assurer le futur de ces mangroves.

L'Indonésie a détruit 8 000 km² de ses mangroves. La disparition n'est pas uniforme au travers de l'archipel indonésien puisque sur l'île de Java, 75 % de la superficie des mangroves a été perdue contre 3 % dans les provinces indonésiennes de Papouasie en Nouvelle-Guinée occidentale. Avec une espérance d'exploitation limitée à cinq ans environ en raison des difficultés à gérer les épidémies virales, les pratiques extensives et intensives d'aquaculture sont peu durables ; elles sont le premier facteur de recul des mangroves indonésiennes (devant les plantations de palmiers à huile). Et ce sont près de 6 000 km² de mangrove qui pourraient encore être détruits dans le cadre d'un plan d'extension de la crevetteculture, ne prenant pas en compte dans ses coûts celui de la destruction des services écosystémiques rendus par les mangroves. Les régions littorales, encore presque intactes, des provinces de Papua et de Papua de l'Ouest risquent d'être les chaînes impactées.

125 — 5 — Des femmes et des hommes en mangrove

Fragment de charbon de bois de palétuvier (*Avicennia marina*) datant du 3^{ème} millénaire avant notre ère, vu au microscope électronique à balayage (MEB). Site archéologique de Tell Abraqa, Émirats Arabes Unis.



FOCUS

Les mangroves d'Arabie : une exploitation plurimillénaire

En Oman comme tout au long du golfe Persique, les mangroves sont rares aujourd'hui, mais des sites archéologiques témoignent de leur importance passée et de l'exploitation de leurs ressources.

Les mangroves se développant le long des côtes arides de la péninsule Arabique ont dû apparaître aux populations préhistoriques comme de formidables réserves de verdure dans un environnement largement dépourvu de végétation arborée. En effet, les prospections archéologiques et géomorphologiques menées sur ce littoral ont permis de mettre en évidence l'association quasi systématique des installations humaines avec d'anciennes mangroves. Si les modifications des rives, associées à l'acidification du climat et à l'impact des activités humaines, ont désormais fait disparaître la plupart des mangroves de ses côtes, deux sites néolithiques surplombent encore une mangrove à Ra's al-Hamra, situé à proximité immédiate de Mascate, la capitale du sultanat d'Oman. Cette mangrove a été transformée en réserve naturelle face aux

156 — 6 — En quête d'équilibre... —



Amas coquillier archéologique, témoignant de l'exploitation passée des ressources marines, côte d'Oman.

filet en pierre, les mangroves faisaient également l'objet d'une exploitation intense.

Les études palynologiques (pollen) et anthracologiques (charbon de bois) indiquent que deux espèces de palétuviers (des genres *Avicennia* et *Rhizophora*) poussaient dans les mangroves préhistoriques, contrairement à la situation actuelle, où seule l'espèce *Avicennia marina* est rencontrée. Le bois de ces deux palétuviers constituait le principal combustible utilisé dans les foyers où l'archéologue le retrouve sous la forme de fragments carbonisés. Par ailleurs, les nombreuses coquilles de mollusques associés au milieu de la mangrove, notamment *Terebralia palustris*, témoignent de leur rôle dans l'alimentation. Sur beaucoup de

sites, ces restes forment de véritables amas où sont entremêlés coquillages, os de poissons et autres vestiges de la vie quotidienne.

Les mangroves des côtes de la péninsule Arabique ont très certainement connu leur plus grande extension entre les VI^e et IV^e millénaires avant notre ère lorsqu'un climat plus humide et des transgressions marines successives ont favorisé la formation de lagunes, localement appelées *khors*. Les ressources végétales et animales de ces « forêts marines » ont continué à être exploitées par les populations côtières jusqu'à la période médiévale, comme en témoignent les études paléoenvironnementales menées sur des sites le long des côtes du golfe Persique, de la mer d'Oman et de la mer Rouge.

157 — 6 — En quête d'équilibre... —