

PARTIE V APPENDICES



Crabe *Austinograea* spp. (au centre), anémone des profondeurs (au centre), crevette *Alvinocarididae* (à gauche), et escargots marins (mollusques gastéropodes) *Ifremeria nautilei* (à droite) sur un lit de moules *Bathymodiolid* (dans une zone d'émission diffuse, sur le Champ hydrothermal Kilo Moana).

Image reproduite avec la permission du Woods Hole Oceanographic Institute et de Charles Fisher, Pennsylvania State University

Appendice 1 :

Le Champ hydrothermal de la Cité perdue

Exemple de site de haute mer pouvant avoir une valeur universelle exceptionnelle

Nom du site :

Le Champ hydrothermal de la Cité perdue

Localisation :

Dorsale médio-atlantique, 30°07' N ; 42°07' O (750-900 m)

Description

Le Champ hydrothermal de *la Cité perdue* n'a pas d'équivalent parmi les autres écosystèmes connus de la planète. Cet élément géobiologique remarquable situé en eau profonde (à 700-800 m de profondeur) résulte d'une combinaison de facteurs géologiques et biologiques. Le site est surplombé par un édifice monolithique, le *Poséidon*, haut de 60 mètres et constitué de carbonate, principal composant du calcaire et de la craie. Découvert par hasard en 2000 au cours d'une expédition du sous-marin *Alvin* dans la chaîne de montagnes sous-marines de la dorsale médio-atlantique, son exploration est loin d'être terminée. Le Champ hydrothermal de *la Cité Perdue* comprend des cheminées de sources chaudes actives et s'étend sur plus de 300 m le long d'une faille géologique orientée est-ouest. Les fluides chauds qui « suintent » des falaises de serpentinite donnent naissance à de délicates formations en forme de doigts et à des cheminées surmontées de multiples pinacles. Selon une datation radiométrique récente, l'émission de fluides se poursuit sans interruption depuis 120 000 ans. *La Cité perdue* est située sur le *massif Atlantis*, large dôme magmatique de 1.5 millions d'années placé à l'intersection de la dorsale médio-atlantique et de la zone de fracture Atlantis.¹

Dans la plupart des cheminées hydrothermales (ou sources chaudes abyssales) situées le long de la dorsale médio-atlantique, les fluides se réchauffent au contact du magma lorsque l'eau de mer percole à travers les fissures de la roche

crustale chaude. Sur le site de *la Cité perdue*, la chimie des fluides des cheminées offre un exemple d'altération à basse température (<150°C) des roches ultramafiques du manteau supérieur (péridotite) sous l'action de l'eau de mer.

Ce processus d'altération de la péridotite, qui se transforme ainsi en serpentinite, ou serpentinitisation, produit en réaction de la chaleur, de l'hydrogène (H₂) et du méthane (CH₄). Les températures les plus élevées de fluides observées à ce jour à *la Cité perdue* avoisinent les 90°C. Le fluide lui-même est riche en calcium et présente un pH alcalin (10 à 11) ainsi qu'une faible concentration en métaux. Selon certaines hypothèses, ce système pourrait être l'un des précurseurs chimiques des origines de la vie, ce qui a suscité l'intérêt de la NASA qui y voit un moyen de détecter les signatures chimiques de la vie sur d'autres planètes ou d'autres lunes.

Les espèces qui peuplent le Champ hydrothermal de *la Cité perdue* – micro-organismes et macrofaune – diffèrent de celles que l'on trouve habituellement dans les sites hydrothermaux riches en sulfures de la dorsale médio-atlantique. A la place des denses colonies de crevettes et des bancs de moules et de palourdes qui, pour l'essentiel, tirent leur énergie de la chimiosynthèse (à partir des micro-organismes symbiotiques chimiolithoautotrophes sulfo-oxydants que l'on trouve dans les sites hydrothermaux de la dorsale médio-atlantique), la faune invertébrée de *la Cité perdue*, quoique relativement diversifiée, n'est pas spectaculaire visuellement en raison de la très faible biomasse du site. Cependant, cette faune est taxonomiquement distincte, en raison sans doute de la nature inhabituelle du fluide émis sur le site de *la Cité perdue* (pH élevé, faible teneur en sulfures, taux élevés de H₂ et de CH₄). Par conséquent, bien qu'elle n'ait pas encore fait l'objet d'études approfondies, la macrofaune invertébrée endémique (en particulier gastéropodes, bivalves, amphipodes, stomatopodes) du site de *la Cité perdue* présente vraisemblablement des adaptations biochimiques et physiologiques qui n'ont encore jamais été répertoriées dans la nature.

Les communautés microbiennes du Champ hydrothermal de *la Cité perdue* présentent un intérêt tout particulier en raison de leurs fortes concentrations en hydrogène et en méthane. La densité microbienne est élevée et peut atteindre 100 millions de cellules par gramme d'habitat de roche

¹ À ne pas confondre avec l'Atlantis Bank, dans le sud-ouest de l'océan Indien.

mouillée dans les échantillons prélevés sur les cheminées actives de carbonate. Un type de microbe particulièrement ancien (phylotype archéen), qui forme un biofilm épais dans les zones à températures élevées, est impliqué dans la génération et la consommation du méthane. On trouve également à *la Cité perdue* des bactéries, y compris des bactéries sulfo-oxydantes.

Juridiction – Le Champ hydrothermal de *la Cité perdue* est entièrement situé en haute mer.

Autorités compétentes – Autorité internationale des fonds marins (AIFM). Les études et évaluations scientifiques en cours sont menées par la National Aeronautics and Space Administration (NASA), la National Science Foundation (NSF), le Conseil de recherche sur l'environnement naturel (NERC), le Centre national de la recherche scientifique (CNRS), etc.

Valeur universelle exceptionnelle potentielle

Critère vii – Phénomènes naturels ou aires d'une beauté naturelle et d'une importance esthétique exceptionnelles

Bien que l'on connaisse l'existence d'autres sites hydrothermaux présentant des sous-ensembles de caractéristiques et de processus géologiques analogues, *la Cité perdue* occupe une place singulière en raison de ses sculptures de précipité de carbonate d'une beauté fantastique, de sa chimie des fluides à laquelle sont associées des communautés microbiennes et invertébrées et de sa longévité. Ses magnifiques édifices scintillants de carbonate évoquent des colonnes antiques.

Critère viii – Grands stades de l'histoire de la terre et processus géologiques

Le Champ hydrothermal de *la Cité perdue* est un site abyssal extraordinaire présentant des phénomènes significatifs (en cours) de serpentinisation et d'émission de fluides alcalins et riches en hydrogène, en méthane et en calcium. La nature ultramafique du système est liée chimiquement aux éruptions de lave dans l'océan primordial de la Terre. Les découvertes faites sur ce site ont considérablement fait progresser notre connaissance de la diversité des processus hydrothermaux de la planète. Il reste à entreprendre une étude approfondie des fossiles structurels et biochimiques que recèlent les dépôts vieux de 120 000 ans.

Critère ix – Processus écologiques et biologiques dans l'évolution des écosystèmes, communautés de plantes et d'animaux

Le Champ hydrothermal de *la Cité perdue* est considéré comme un analogue contemporain des conditions qui ont présidé à l'apparition de la vie sur la Terre primitive ainsi

que des conditions essentielles à la vie dans les océans des planètes et des autres corps planétaires extra-terrestres. Le site est un lieu d'étude scientifique des composés organiques prébiotiques tels que le formate et autres acides organiques à faible poids moléculaire résultant des réactions de type Fischer-Tropsch. Il n'est pas impossible que ces acides organiques aient été des composantes essentielles à l'apparition de la vie. Les composés prébiotiques ont depuis été étudiés dans d'autres systèmes serpentiniques (par exemple sur le site Von Damm situé sur la ride des Caïmans) mais *la Cité perdue* constitue un étalon de mesure auquel ces autres systèmes sont comparés.

Critère x – Diversité biologique et espèces menacées ayant une valeur universelle exceptionnelle

Une part importante des taxons découverts sur le Champ hydrothermal de *la Cité perdue* – populations microbiennes et invertébrées – n'ont à ce jour été répertoriés sur aucun autre site. Véritables bibliothèques vivantes, ils ont développé, dans un environnement extrême, des adaptations biochimiques et physiologiques que nous sommes encore loin de comprendre.

Menaces

Le Champ hydrothermal de *la Cité perdue* se situe hors de l'axe de la dorsale médio-atlantique, où se situent des zones de cheminées hydrothermales riches en métal pour lesquelles l'AIFM a délivré des licences d'exploration minière; la principale menace pourrait provenir des effets indirects de l'exploitation minière des fonds marins. La topographie accidentée des fonds marins dans la région est telle que la pêche ne devrait pas constituer de menace.

Protection et gestion

Les autorisations d'extraction minière en eaux profondes sont délivrées par l'AIFM. Ce site réunit toutes les conditions pour être reconnu comme un écosystème marin vulnérable au titre des critères de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et pour être géré par une organisation régionale de gestion de la pêche (ORGP).

Sensibilisation du public

La découverte du Champ hydrothermal de *la Cité perdue* a été commentée par de nombreux médias dont *Scientific American* (13 décembre 2000) et le *New York Times* (14 août 2001). *La Cité perdue* figure dans le film de James Cameron *Aliens of the Deep: Voyages to the Strange World of the Deep*

Ocean (Disney 3D IMAX et livre, 2005²). Les pages *Wikipedia* (https://en.wikipedia.org/wiki/Lost_City_Hydrothermal_Field) et *MicrobeWiki* (https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Lost_City_Hydrothermal_Field) sont consacrées au site. YouTube présente également plusieurs brefs documentaires tels que le Champ hydrothermal de *la Cité perdue*, dont l'un est commenté par Dr Robert Ballard (https://www.youtube.com/watch?v=F7wnrE3_i8A), ainsi qu'un 'flyover' (https://www.youtube.com/watch?v=5lv_HOTvuBQ). Le programme de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) *Ocean Explorer* a présenté en 2005 une expédition en « téléprésence » publique sur le Champ hydrothermal de *la Cité perdue* (<http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/05lostcity/welcome.html>).

Échelle géographique et intégrité du site

Le Champ hydrothermal de *la Cité perdue* couvre une distance d'au moins 400 m sur le replat situé au sommet du massif Atlantis. Il est délimité au nord par un petit bassin surnommé Chaff Beach et au sud par la faille transformante Atlantis. Une zone tampon de 20 km de large autour du site permettrait d'en préserver l'intégrité.

Autres sites comparables

Bien que l'on trouve un certain nombre de cheminées hydrothermales au nord et au sud du Champ hydrothermal de *la Cité perdue* (<http://vents-data.interridge.org/ventfields-geofield-map>), aucune d'entre elles ne présente les mêmes caractéristiques géologiques, géochimiques ou biologiques que *la Cité perdue*.

Références

- Allen, D. E. et Seyfried, W. E. 2004. Serpentinization and heat generation: constraints from Lost City and Rainbow hydrothermal systems. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 68, No.6, pp. 1347-54. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gca.2003.09.003>
- Boetius, A. 2005. Lost city life. *Science*, Vol. 307, No. 5714, pp. 1420-22. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1109849>
- Bradley, A. S., Hayes, J. M., et Summons, R. E. 2009. Extraordinary 13 C enrichment of diether lipids at the Lost City Hydrothermal Field indicates a carbon limited ecosystem. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 73, No. 1, pp. 102-118. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gca.2008.10.005>
- Bradley, A. S., Fredricks, H., Hinrichs, K. U. et Summons, R. E. 2009. Structural diversity of diether lipids in carbonate chimneys at the Lost City Hydrothermal Field. *Organic Geochemistry*, Vol. 40, No. 12, pp. 1169-1178. <http://dx.doi.org/10.1016/j.orggeochem.2009.09.004>
- Bradley, A. S. et Summons, R. E. 2010. Multiple origins of methane at the Lost City Hydrothermal Field. *Earth and Planetary Science Letters*, Vol. 297, No. 1, pp. 34-41. <http://dx.doi.org/10.1016/j.epsl.2010.05.034>
- Brazelton, W. J., Schrenk, M. O., Kelley, D. S. et Baross, J. A. 2006. Methane-and sulfur-metabolizing microbial communities dominate the Lost City hydrothermal field ecosystem. *Applied and Environmental Microbiology*, Vol. 72, No. 9, pp. 6257-6270. <http://dx.doi.org/10.1128/AEM.00574-06>
- DeChaine, E. G., Bates, A. E., Shank, T. M. et Cavanaugh, C. M. 2006. Off-axis symbiosis found: characterization and biogeography of bacterial symbionts of *Bathymodiolus* mussels from Lost City hydrothermal vents. *Environmental microbiology*, Vol. 8, No. 11, pp. 1902-1912. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1462-2920.2005.01113.x>
- Delacour, A., Früh-Green, G. L., Bernasconi, S. M., Schaeffer, P. et Kelley, D. S. 2008. Carbon geochemistry of serpentinites in the Lost City Hydrothermal System (30 N, MAR). *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 72, No. 15, pp. 3681-3702. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gca.2008.04.039>
- Edwards, K. J., Bach, W., et McCollom, T. M. 2005. Geomicrobiology in oceanography: microbe-mineral interactions at and below the seafloor. *Trends in Microbiology*, Vol. 13, No. 9, pp. 449-456. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tim.2005.07.005>
- Foustoukos, D. I., Savov, I. P., et Janecky, D. R. 2008. Chemical and isotopic constraints on water/rock interactions at the Lost City hydrothermal field, 30 N Mid-Atlantic Ridge. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 72, No. 22, pp. 5457-5474. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gca.2008.07.035>
- Früh-Green, et al. 2003. 30,000 years of hydrothermal activity at the Lost City vent field. *Science*, Vol. 301, No. 5632, pp. 495-498. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1085582>
- 2 Cameron, J. (Producer) and Cameron, J. (Director). 2005. *Aliens of the Deep* [Motion Picture]. United States: Walt Disney Pictures
- Macinnis, J., Macinnis, J., Macinnis, J.B., Thomas, L. (Editor), Cameron, J. (Introduction). *James Cameron's Aliens of the Deep: Voyages to the Strange World of the Deep Ocean*. 2005. National Geographic

- Govenar, B., Le Bris, N., Gollner, S., Glanville, J., Aperghis, A. B., Hourdez, S. et Fisher, C. R. 2005. Epifaunal community structure associated with *Riftia pachyptila* aggregations in chemically different hydrothermal vent habitats. *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 305, pp. 66-77. <http://dx.doi.org/10.3354/meps305067>
- Haymon, R. M. et al. 1991. Hydrothermal vent distribution along the East Pacific Rise crest (9°09'-54'N) and its relationship to magmatic and tectonic processes on fast-spreading mid-ocean ridges. *Earth and Planetary Science Letters*, Vol. 104, No. 2-4, pp. 513-34. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0012821X91902268>
- Haymon, R. M. et al. 1993. Volcanic eruption of the mid-ocean ridge along the East Pacific Rise crest at 9°45-52'N: Direct submersible observations of seafloor phenomena associated with an eruption event in April, 1991. *Earth and Planetary Science Letters*, Vol. 119, No. 1-2, pp. 85-101. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0012821X9390008W>
- Johnson, S. B., Warén, A. et Vrijenhoek, R. C. 2008. DNA barcoding of *Lepetodrilus* limpets reveals cryptic species. *Journal of Shellfish Research*, Vol. 27, No. 1, pp. 43-51. http://www.mbari.org/staff/vrijen/PDFS/Johnson_2008_JSJR.pdf
- Kelley, D. S., Karson, J. A., Blackman, D. K., Früh-Green, G. L., Butterfield, D. A., Lilley, M. D. et Rivizzigno, P. 2001. An off-axis hydrothermal vent field near the MidAtlantic Ridge at 30 N. *Nature*, Vol. 412, No. 6843, pp. 145-149. <http://dx.doi.org/10.1038/35084000>
- Kelley, D. S., Karson, J. A., Früh-Green, G. L., Yoerger, D. R., Shank, T. M., Butterfield, D. A., (...) et Sylva, S. P. 2005. A serpentinite-hosted ecosystem: the Lost City hydrothermal field. *Science*, Vol. 307, No. 5714, pp. 1428-1434. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1102556>
- Kelley, D. S., Früh-Green, G. L., Karson, J. A. et Ludwig, K.A. 2007. The Lost City Hydrothermal Field Revisited. *Oceanography*, Vol. 20, No. 4, pp. 90-99.
- Konn, C., Charlou, J. L., Donval, J. P., Holm, N. G., Dehairs, F. et Bouillon, S. 2009. Hydrocarbons and oxidized organic compounds in hydrothermal fluids from Rainbow and Lost City ultramafic-hosted vents. *Chemical Geology*, Vol. 258, No. 3, pp. 299-314. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemgeo.2008.10.034>
- Lang, S. Q., Butterfield, D. A., Schulte, M., Kelley, D. S., et Lilley, M. D. 2010. Elevated concentrations of formate, acetate and dissolved organic carbon found at the Lost City hydrothermal field. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 74, No. 3, pp. 941-952. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gca.2009.10.045>
- Le Bris, N. et Gaill, F. 2007. How does the annelid *Alvinella pompejana* deal with an extreme hydrothermal environment? *Life in Extreme Environments*, Vol. 6, No. 1, pp. 315-39. <http://dx.doi.org/10.1007/s11157-006-9112-1>
- López-García, P., Vereshchaka, A. et Moreira, D. 2007. Eukaryotic diversity associated with carbonates and fluid-seawater interface in Lost City hydrothermal field. *Environmental Microbiology*, Vol. 9, No. 2, pp. 546-554.
- Lowell, R. P. et Rona, P. A. 2002. Seafloor hydrothermal systems driven by the serpentinization of peridotite. *Geophysical Research Letters*, Vol. 29, No. 11, pp. 26-1. <http://dx.doi.org/10.1029/2001GL014411>
- Ludwig, K. A., Kelley, D. S., Butterfield, D. A., Nelson, B. K. et Früh-Green, G. 2006. Formation and evolution of carbonate chimneys at the Lost City Hydrothermal Field. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 70, No. 14, pp. 3625-3645. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gca.2006.04.016>
- Ludwig, K. A., Shen, C. C., Kelley, D. S., Cheng, H. et Edwards, R. L. 2011. U-Th systematics and 230 Th ages of carbonate chimneys at the Lost City Hydrothermal Field. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 75, No. 7, pp. 1869-1888. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gca.2011.01.008>
- Macdonald, K. et al. 1980. Hydrothermal heat flux of the "black smoker" vents on the East Pacific Rise. *Earth and Planetary Science Letters*, Vol. 48, No.1, pp.1-7. [http://dx.doi.org/10.1016/0012-821X\(80\)90163-6](http://dx.doi.org/10.1016/0012-821X(80)90163-6)
- Martin, W. et Russell, M. J. 2007. On the origin of biochemistry at an alkaline hydrothermal vent. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, Vol. 362, No. 1486, pp. 1887-1926. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2006.1881>
- Martin, W., Baross, J., Kelley, D. et Russell, M. J. 2008. Hydrothermal vents and the origin of life. *Nature Reviews Microbiology*, Vol. 6, No. 11, pp. 805-814. <http://dx.doi.org/10.1038/nrmicro1991>

- Proskurowski, G., Lilley, M. D., Kelley, D. S. et Olson, E. J. 2006. Low temperature volatile production at the Lost City Hydrothermal Field, evidence from a hydrogen stable isotope geothermometer. *Chemical Geology*, Vol. 229, No. 4, pp. 331-343. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemgeo.2005.11.005>
- Proskurowski, G., Lilley, M. D., Seewald, J. S., Früh-Green, G. L., Olson, E. J., Lupton, J. E., ...et Kelley, D. S. 2008. Abiogenic hydrocarbon production at Lost City hydrothermal field. *Science*, Vol. 319, No. 5863, pp. 604-607. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1151194>
- Schrenk, M. O., Kelley, D. S., Bolton, S. A., et Baross, J. A. 2004. Low archaeal diversity linked to subseafloor geochemical processes at the Lost City Hydrothermal Field, Mid-Atlantic Ridge. *Environmental Microbiology*, Vol. 6, No. 10, pp. 1086-1095. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1462-2920.2004.00650.x>
- Shank, T. M. et al. 1998. Temporal and spatial patterns of biological community development at nascent deep-sea hydrothermal vents (9°50'N, East Pacific Rise). *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, Vol. 45, No. 1-3, pp.465-515. [http://dx.doi.org/10.1016/S0967-0645\(97\)00089-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0967-0645(97)00089-1)
- Sohn, R. A., Hildebrand, J. A. et Webb, S. C. 1999. A microearthquake survey of the high-temperature vent fields on the volcanically active East Pacific Rise (9 50'N). *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, Vol. 104, No. B11, pp. 25367-77. <http://dx.doi.org/10.1029/1999JB900263>
- Toomey, D. R., Joussetin, D., Dunn, R. A., Wilcock, W. S. et Detrick, R. S. 2007. Skew of mantle upwelling beneath the East Pacific Rise governs segmentation. *Nature*, Vol. 446, No.7134, pp. 409-14. <http://dx.doi.org/10.1038/nature05679>
- Von Damm, K. L., Buttermore, L. G., Oosting, S. E., Bray, A. M., Fornari, D. J., Lilley, M. D. et Shanks, W. C. 1997. Direct observation of the evolution of a seafloor 'black smoker' from vapor to brine. *Earth and Planetary Science Letters*, Vol. 149, No. 1-4, pp. 101-11. [http://dx.doi.org/10.1016/S0012-821X\(97\)00059-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0012-821X(97)00059-9)
- Von Damm, K. L. 2001. Lost city found. *Nature*, Vol. 412, No. 6843, pp. 127-128.
- Xie, W., Wang, F., Guo, L., Chen, Z., Sievert, S. M., Meng, J., ... et Xu, A. 2011. Comparative metagenomics of microbial communities inhabiting deep-sea hydrothermal vent chimneys with contrasting chemistries. *The ISME journal*, Vol. 5, No. 3, pp. 414- 426. <http://dx.doi.org/10.1038/ismej.2010.144>

Appendice 2

Le Dôme thermal du Costa Rica

Exemple de site de haute mer pouvant avoir une valeur universelle exceptionnelle

Nom du site :

Le Dôme thermal du Costa Rica

Localisation :

Pacifique tropical nord-oriental – position moyenne comprise entre 9° N et 90° O environ

Description

Le Dôme thermal du Costa Rica est une oasis océanique de productivité élevée située dans le Pacifique tropical nord-oriental. Sa productivité primaire élevée attire les grandes espèces pélagiques, les mammifères marins et les grands prédateurs marins tels que requins, thons, dauphins et baleines. Il couvre une partie du corridor de migration de la tortue luth, espèce en danger critique d'extinction. Ce dôme de convection thermal très productif, qui résulte de l'interaction du vent et des courants, s'étend sur une surface de 300 km sur 500. Observé pour la première fois en 1948 (Wyrski, 1964), il a été décrit par Cromwell (1958). Bien qu'étant mobile, comme la plupart des éléments océanographiques, sa situation et sa présence au large du Costa Rica et de l'Amérique centrale sont fiables et prévisibles.

Les vents qui soufflent entre les sommets de la chaîne montagneuse d'Amérique centrale, de même que les courants océaniques, poussent l'eau chaude de côté, ce qui permet la remontée de l'eau froide (d'une température inférieure de 0,5° C à celle des eaux environnantes) riche en nutriments (Hofman et al., 1981; Fiedler, 2002; Xie et al., 2005; Ballester, 2006). Ces eaux de surface plus froides sont plus riches en nitrate et en chlorophylle que les zones qui les entourent, entraînant ainsi un niveau élevé de production primaire (Broenkow, 1965; Chavez & Barber, 1987; Fiedler, 2002; Vilchis et al., 2006). La limite (ou thermocline) entre les eaux chaudes de surface et les eaux profondes, plus froides, crée une structure en forme de dôme, d'où le nom du site

(Hofmann et al., 1981; XI^e et al., 2005; Ballester, 2006; Kahru et al., 2007). Le Dôme est situé à quelque 300 km du golfe de Papagayo, Costa Rica. Dans sa plus grande largeur, il se situe pour 30 % dans les eaux territoriales et pour 70 % en haute mer. Bien qu'il existe dans le monde cinq autres dômes de ce genre présentant une biodiversité très riche, le Dôme thermal du Costa Rica est unique dans la mesure où il doit sa formation à un courant-jet côtier.

La productivité élevée du Dôme thermal du Costa Rica crée tout au long de l'année un habitat extraordinairement favorable à l'alimentation, la reproduction, la parturition et à l'élevage des petits d'une espèce en danger, la baleine bleue (*Balaenoptera musculus*) (Mate et al., 1999; Hoyt, 2009; Hoyt et Tetley, 2011). C'est le seul dôme thermal au monde où les baleines bleues se nourrissent et se reproduisent. En hiver, la baleine bleue migre de Basse-Californie pour se reproduire, mettre bas, élever ses petits et se nourrir. Bien qu'elle soit classée dans la catégorie des espèces en danger sur la Liste rouge de l'Union internationale pour la conservation de la nature et des ressources naturelles (UICN), elle répond probablement au critère des espèces en danger critique (Reilly et al., 2008). La population de baleines bleues du Pacifique Nord-est, forte de 3 000 individus environ, est aujourd'hui la plus vaste au monde (Calambokidis et Barlow, 2004). Pour une partie de cette population, le Dôme est un habitat essentiel à la survie et à la régénération (Matteson, 2009). C'est un élément clé du réseau d'habitats de la baleine bleue dont certains, près du littoral californien ainsi que dans le golfe de Californie, au large du Mexique, bénéficient déjà d'une protection partielle.

Le Dôme thermal du Costa Rica revêt également une grande importance pour le dauphin commun à bec court (*Delphinus delphis*) et d'autres dauphins du Pacifique tropical oriental. Il est essentiel pour d'autres vertébrés marins emblématiques comme la tortue luth (*Dermochelys coriacea*). Espèce en danger critique, la tortue luth nidifie sur les plages du Costa Rica et migre dans cette région, de même que de nombreuses espèces de raie géante (*Manta* et *Mobula*). Les vents saisonniers qui créent le Dôme et les tourbillons côtiers qui en résultent entraînent les petites tortues luth loin du rivage et les aident ainsi à atteindre les habitats de haute mer (Shillinger et al., 2012).

Juridiction – Le Dôme thermal du Costa Rica se situe principalement en haute mer mais 30 % de sa surface se trouve dans la Zone économique exclusive (ZEE) de plusieurs pays d'Amérique centrale. La zone centrale du site est entièrement en haute mer.

Autorités compétentes – Pour la partie située en haute mer : l'Organisation maritime internationale (OMI), la Commission interaméricaine du thon tropical (CITT), la Commission baleinière internationale (CBI), l'Autorité internationale des fonds marins (AIFM), le processus d'identification des aires d'importance écologique ou biologique de la Convention sur la diversité biologique (AIEB CDB), le Système d'intégration centraméricain (et ses organisations spécifiques : Commission centraméricaine pour l'environnement et le développement (CCAD), Central American Isthmus Fishing and Aquaculture Organization (OSPESCA) et Commission centraméricaine du transport maritime (COCATRAM)).

Valeur universelle exceptionnelle potentielle

Critère viii – Grands stades de l'histoire de la terre et processus géologiques

Le Dôme thermal du Costa Rica est un élément océanographique situé dans le Pacifique tropical oriental qui résulte de l'élévation de la thermocline, généralement peu profonde et bien marquée, coïncidant avec une remontée des eaux froides, riches en nutriments et propices aux efflorescences de planctons de surface. Système généré par le vent (jets côtiers), il se distingue de tous les autres dômes thermaux que l'on trouve ailleurs dans l'océan. La remontée d'eau au niveau du Dôme persiste durant tout l'été et au début de l'automne puis diminue aux mois de décembre et janvier.

Critère ix – Processus écologiques et biologiques dans l'évolution des écosystèmes, communautés de plantes et d'animaux

La remontée des eaux profondes et riches en nutriments à l'endroit du Dôme thermal du Costa Rica crée une aire de production primaire élevée repérable par télédétection et formant un habitat biologique spécifique. Les alentours du Dôme sont très prisés par les prédateurs marins grands migrants tels que thons, brochets, requins, mantes géantes, dauphins et baleines, et plus particulièrement par la baleine bleue, espèce en danger. La zone couvre également une partie du corridor de migration d'une population de tortues luths qui niche au Costa Rica. Habitat essentiel pour la baleine bleue, la région du Dôme est un lieu propice à l'alimentation, la reproduction, la parturition et à l'élevage des baleineaux. On peut y observer tous les stades du cycle biologique de la baleine bleue. Par ailleurs, une population

de baleines bleues effectue des déplacements saisonniers entre le Dôme thermal et la Basse-Californie. Le Dôme et sa région environnante constituent probablement un habitat essentiel pour les nouveau-nés des tortues luth, qui les traversent au cours de leurs migrations.

Critère x – Diversité biologique et espèces menacées ayant une valeur universelle exceptionnelle

Le Dôme thermal du Costa Rica offre à la baleine bleue un lieu propice à l'alimentation, à la reproduction, à la parturition et à l'élevage des baleineaux. La baleine bleue est classée dans la catégorie des espèces en danger sur la Liste rouge de l'Union internationale pour la conservation de la nature et des ressources naturelles (UICN) mais elle répond probablement au critère des espèces en danger critique. La population de baleines bleues dans le Pacifique Nord-est, forte de 3 000 individus environ, est aujourd'hui la plus vaste au monde. Aire d'importance écologique ou biologique (AIEB), le site est actuellement considéré par l'« IUCN Joint SSC-WCPA Task Force on Marine Mammal Protected Areas » pour désignation comme Aire d'importance pour les mammifères marins.

Menaces

Les menaces les plus graves auxquelles est exposé le Dôme thermal du Costa Rica incluent le trafic maritime (pollution, risque de collision avec les cétacés, bruit), la surpêche, la pêche illicite, non déclarée et non réglementée, la pollution d'origine maritime et tellurique (agriculture, eaux usées) et les changements climatiques (altération des processus océanographiques physiques, acidification des océans et modification de la répartition des espèces) (Bailey et al., 2012; Rolland et al., 2012). Selon une analyse mondiale des impacts anthropiques sur les écosystèmes marins, le Dôme thermal du Costa Rica est exposé à des atteintes de gravité moyenne à élevée (Halpern et al., 2008). Les facteurs de risque tels que la surpêche pourraient provoquer la disparition, le déplacement ou la marginalisation de la population de baleines bleues, qui connaît pourtant aujourd'hui une expansion avérée (Hoyt, 2009A).

Cet élément océanographique, qui pourrait lui-même pâtir à l'avenir des conséquences du changement climatique, subi déjà les effets du phénomène El Niño qui, pendant les années où il se manifeste, entraîne une élévation de la température de l'eau de 3°C à 4°C par rapport aux autres années ainsi qu'une inhibition du phénomène de remontée des eaux (Alexander et al., 2012).

Protection et gestion

Le Dôme thermal du Costa Rica a été décrit comme aire d'importance écologique ou biologique (AIEB) en 2014. En ce qui concerne la partie du Dôme située à l'intérieur des eaux territoriales des différents pays d'Amérique centrale, le cadre politique et réglementaire établi par le Système d'intégration centraméricain et la CCAD, l'OSPESCA et la COCATRAM peut être appliqué afin de régir la conservation et l'exploitation durable des ressources marines de la région.

Sensibilisation du public

Depuis 2012, la Fondation MarViva (<http://www.marviva.net/>) dirige un projet participatif d'envergure internationale afin de concevoir et de recommander un modèle de gouvernance pour les sections du Dôme thermal du Costa Rica situées en haute mer. En partenariat avec Mission Blue, l'Initiative mondiale pour la biodiversité des océans (GOBI), le Marine Conservation Biology Institute, Whale & Dolphin Conservation et l'UICN, et grâce au soutien du JM Kaplan Fund, MarViva mène une analyse multisectorielle des données juridiques, techniques et scientifiques qui décrivent le Dôme thermal du Costa Rica et les activités humaines dépendant de la région et de ses ressources. Les rencontres avec les autorités régionales et internationales compétentes et la présentation du projet devant les forums internationaux ont permis de renforcer cette initiative.

Le Dôme thermal du Costa Rica a également été désigné High Seas Gem (joyau de haute mer) par le Marine Conservation Biology Institute. En 2014, lorsque la zone a été déclarée AIEB en vertu du processus de la Convention sur la diversité biologique (CDB), l'événement a permis de sensibiliser la communauté scientifique et l'opinion publique à l'importance du Dôme, qui sert d'habitat essentiel à de nombreuses espèces.

Échelle géographique et intégrité du site

La taille et l'emplacement du site varient au cours de l'année mais sa position moyenne est comprise entre 9° N et 90° O approximativement, entre le courant nord-équatorial dirigé vers l'ouest et le contre-courant nord-équatorial dirigé vers l'est. Les limites proposées du site englobent le Dôme thermal, qui abrite un habitat biologique spécifique sur une superficie de 300 km sur 500. Elles réunissent les conditions nécessaires pour assurer la préservation de l'intégrité du site.

Autres sites comparables

S'il existe cinq autres systèmes de dômes dans l'océan, le Dôme thermal du Costa Rica est le seul à être créé par un courant-jet côtier (Fiedler, 2002). Le Dôme thermal du Costa Rica crée une zone unique et très productive, ce qui fait du Pacifique tropical oriental un habitat océanique plus hétérogène et productif que les autres régions de l'océan tropical (Kessler 2002 ; Fiedler 2002, Ballestero and Coen, 2004 ; Vilchis et al., 2006).

Références

- Alexander, M. A., Seo, H., Xie, S. P., et Scott, J. D. 2012. ENSO's Impact on the Gap Wind Regions of the Eastern Tropical Pacific Ocean. *Journal of Climate*, Vol. 25, No. 10, pp. 3549-3565. <http://dx.doi.org/10.1175/JCLI-D-11-00320.1>
- Bailey, H., Mate, B. R., Palacios, D. M., Irvine, L., Bograd, S. J. et Costa D. P. 2009. Behavioural estimation of blue whale movements in the Northeast Pacific from statespace model analysis of satellite tracks. *Endangered Species Research*, Vol. 10, pp. 93-106. http://www.who.edu/cms/files/BaileyPreprint_BlueWhale_57185.pdf
- Bailey, H., Benson, S. R., Shillinger, G. L., Bograd, S. J., Dutton P. H., Eckert S. A., Morreale S. J., Paladino F. V., Eguchi T., Foley, D. G., Block, B. A., Piedra, R., Hitipeuw, C., Tapilatu, R. F. et Spotila, J. R. 2012. Identification of distinct movement patterns in Pacific leatherback turtle populations influenced by ocean conditions. *Ecological Applications*, Vol. 22, pp. 735-747.
- Ballance, L. T., Pitman, R. L., et Fiedler, P. C. 2006. Oceanographic influences on seabirds and cetaceans of the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*, Vol. 69, No. 2-4, pp. 360-390. doi:10.1016/j.pocean.2006.03.013. <https://swfsc.noaa.gov/uploadedFiles/Divisions/PRD/Programs/Ecology/Ballanceetal2006PiO.pdf>
- Ballestero, D. et Coen, E. 2004. Generation and propagation of anticyclonic rings in the Gulf of Papagayo, Costa Rica. *Int.J. Remote Sensing*, Vol. 25, No. 1, pp. 1-8.
- Ballestero, D. 2006. El Domo Térmico de Costa Rica. Capítulo VI in Ambientes marino costeros de Costa Rica. Informe Técnico. Nielsen-Muñoz, Vanessa, Quesada-Alpizar, Marco A. eds. Comisión Interdisciplinaria Marino Costera de la Zona Económica Exclusiva de Costa Rica, San José, C.R. http://www.mespinozamen.com/uploads/4/5/7/6/4576162/infome_tecnico_ambientes_marinos_cr-czee_2006.pdf

- Broenkow, W. W. 1965. The distribution of nutrients in the Costa Rica Dome in the eastern tropical Pacific Ocean. *Limnology and Oceanography*, Vol. 10, pp. 40-52. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.4319/lo.1965.10.1.0040/pdf>
- Calambokidis, J. et Barlow, J. 2004. Abundance of blue and humpback whales in the Eastern North Pacific estimated by capture-recapture and line-transect methods. *Marine Mammal Science*, Vol. 20, No. 1, pp. 63-85. <http://digitalcommons.unl.edu/usdeptcommercepub/246/>
- Chavez, F. P. et Barber, R. T. 1987. An estimate of new production in the equatorial Pacific. *Deep-sea research. Part A. Oceanographic research papers*, Vol. 34, No. 7, pp. 1229-1243. [http://dx.doi.org/10.1016/0198-0149\(87\)90073-2](http://dx.doi.org/10.1016/0198-0149(87)90073-2)
- Cromwell, T. 1958. Thermocline topography, horizontal currents and "ridging" in the eastern tropical Pacific. Bulletin Inter-American Tropical Tuna Commission 111, pp. 135-164.
- Fiedler, P. C. 2002. The annual cycle and biological effects of the Costa Rica Dome. *Deep-Sea Research I: Oceanographic Research Papers*, Vol. 49, No. 2, pp. 321-38. [http://dx.doi.org/10.1016/S0967-0637\(01\)00057-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0967-0637(01)00057-7)
- Halpern, B. S., Walbridge, S., Selkoe, K. A., Kappel, C. V., Micheli, F., D'Agrosa, C., Bruno, J. F., Casey, K. S., Ebert, C., Fox, H. E., Fujita, R., Heinemann, D., Lenihan, H. S., Madin, E. M. P., Perry, M. T., Selig, E. R., Spalding, M., Steneck, R. et Watson, R. 2008. A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*, Vol. 319, No. 5868, pp. 319, 948-952. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1149345>
- Hofmann, E. E., Busalacchi, A. J. et O'Brien, J. J. 1981. Wind generation of the Costa Rica Dome. *Science*, Vol. 214, pp. 552-554.
- Hoyt, E. 2009A. The Blue Whale, *Balaenoptera musculus*: An endangered species thriving on the Costa Rica Dome. An illustration submitted to the Convention on Biological Diversity. Available online at <http://www.cbd.int/cms/ui/forums/attachment.aspx?id=73>
- Hoyt, E. et Tetley, M. 2011. The Costa Rica Dome: Building a case for place-based management of blue whales on the high seas. An abstract submitted to the 2nd International Conference on Marine Mammal Protected Areas, Martinique, 7-11 novembre 2011.
- Kahru, M., Fiedler, P. C., Gille, S. T., Manzano, M., et Mitchell, B. G. 2007. Sea level anomalies control phytoplankton biomass in the Costa Rica Dome area. *Geophysical Research Letters*, Vol. 34, No. 22, pp. 1-5. <http://dx.doi.org/10.1029/2007GL031631>
- Kessler, W. S. 2006. The circulation of the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*, Vol. 69, pp. 181-217.
- Mate B. R., Lagerquist, B. A. et Calambokidis, J. 1999. Movements of North Pacific blue whales during the feeding season off Southern California and their Southern fall migration. *Marine Mammal Science*, Vol. 15, No. 4, pp. 1246-1257. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1748-7692.1999.tb00888.x>
- Matteson, R. S. 2009. The Costa Rica Dome: A Study of Physics, Zooplankton and Blue Whales. Thesis for a Master of Science Degree in Oceanography, submitted to Oregon State University, Etats-Unis, 22 octobre, 2009. https://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/13984/MattesonRobynS2009_thesis.pdf?sequence=1
- McClain, C. R., Christian, J. R., Signorini, S. R., Lewis, M. R., Asanuma, I., Turk, D. et Dupouy-Douchement, C. 2002. Satellite ocean-color observations of the tropical Pacific Ocean. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, Vol. 49, No. 13-14, pp. 2533-2560. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1748-7692.1999.tb00888.x>
- Lumpkin, R. et G. C. Johnson 2013. Global ocean surface velocities from drifters: Mean, variance, El Nino-Southern Oscillation response, and seasonal cycle, *J. Geophys. Res. Oceans*, Vol. 118, pp. 2992-3006, doi:10.1002/jgrc.20210. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jgrc.20210/abstract>
- Palacios, D. M., Bograd, S. J., Foley, D. G. et Schwing, F. B. 2006. Oceanographic characteristics of biological hot spots in the North Pacific: A remote sensing perspective. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, Vol. 53, No. 3-4, pp. 250-269. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2006.03.004>
- Rolland, R. M., Parks, S. E., Hunt, K. E., Castellote, M., Corkeron, P. J., Nowacek, D. P., Wasser, S. K. et Kraus, S.D. 2012. Evidence that ship noise increases stress in right whales. *Proc. R. Soc. B*, Vol. 276, No. 1737, pp. 1471-2954. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2011.2429>
- Saito, M. A., Rocap, G. et Moffett, J. W. 2005. Production of cobalt binding ligands in a *Synechococcus* feature at the Costa Rica upwelling dome. *Limnology and Oceanography*, Vol. 50, No. 1, pp. 279-290. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.4319/lo.2005.50.1.0279/pdf>

- Shillinger, G. L., Swithenbank, A. M., Bailey, H., Bograd, S. J., Castelton, M. R., Wallace, B. P., Spotila, J. R., Paladino, F. V., Piedra, R. et Block, B. A. 2011. Vertical and horizontal habitat preferences of postnesting leatherback turtles in the South Pacific Ocean. *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 422, pp. 275- 289. <http://dx.doi.org/10.3354/meps08884>
- Shillinger, G. L., Di Lorenzo, E., Luo, H., Bograd, S. J., Hazen, E. L., Bailey, H. et Spotila, J. R. 2012. On the dispersal of leatherback turtle hatchlings from Meso-American nesting beaches. *Proceedings of the Royal Society B*, Vol. 279, pp. 2391-2395.
- Tetley, M. J. et Hoyt, E. 2012. A Big Blue network: building a case for place-based management of blue whales on the high seas. Abstract, European Cetacean Society, 26th Annual Conference ECS, Galway, Irlande, p. 217.
- Vilchis, L. I., Ballance, L. T. et Fiedler, P. C. 2006. Pelagic habitat of seabirds in the eastern tropical Pacific: effects of foraging ecology on habitat selection. *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 315, pp. 279-292. <https://swfsc.noaa.gov/uploadedFiles/Divisions/PRD/Programs/Ecology/Vilchisetal2006MEPS.pdf>
- Wyrski, K. 1964. Upwelling in the Costa Rica Dome. *Fishery Bulletin*, Vol. 63, No. 2, pp. 355-372. <http://fishbull.noaa.gov/63-2/wyrski.pdf>
- Xie, S. -P., Xu, H., Kessler, W. S. et Nonaka, M. 2005. Air-Sea Interaction over the Eastern Pacific Warm Pool: Gap Winds, thermocline Dome, and Atmospheric Convection. *J. Climate*, Vol. 18, No. 1, pp. 5-20. <http://dx.doi.org/10.1175/JCLI-3249.1>

Appendice 3 :

Le Café des requins blancs

Exemple de site de haute mer pouvant avoir une valeur universelle exceptionnelle

Nom du site :

Le Café des requins blancs

Localisation :

Pacifique tropical oriental – approximativement 23°22'N et 132°42'O

Description

A mi-distance environ de l'Amérique du Nord et de Hawaï, dans l'immensité déserte du Pacifique oriental, se trouve un lieu qui, aux yeux d'un observateur, paraît terne et sans relief. Ici, nul repère, nulle côte ne viennent briser la monotonie des flots bleus cobalt. Or, ce lieu revêt un intérêt très particulier pour l'un des plus grands prédateurs de l'océan, le grand requin blanc (*Carcharodon carcharias*). Autrefois, ces requins n'étaient localisés que dans le Pacifique oriental, où ils apparaissaient saisonnièrement, le long du littoral californien et mexicain, pour chasser les éléphants et lions de mer sur leurs lieux de reproduction. Les données de marquage par satellite ont depuis révélé qu'après s'être rassasiés le long des côtes, les requins migrent au loin vers le large et se rejoignent en ce lieu isolé, probablement pour se nourrir et s'accoupler. Ce lieu à nul autre pareil, les chercheurs l'ont surnommé le *Café des requins blancs*.

Les requins blancs, protégés au niveau international en vertu de la convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES – Annexe II), sont classés parmi les espèces vulnérables sur la Liste rouge de l'UICN. Le *Café des requins blancs* était complètement inconnu jusqu'à ce que l'on attache aux requins des balises PSAT (pop-up satellite archival tags) pour suivre leurs déplacements, leurs comportements et l'état du milieu dans lequel ils évoluent (Weng et al. 2007, Domeier et Nasby-Lucas, 2008, Jorgensen et al. 2010). Les balises consignent la profondeur, la température et la lumière, fournissant ainsi des informations fiables sur la position

des requins blancs et leur déplacement en haute mer. Au cours des dix dernières années, plus d'une centaine de requins blancs ont été équipés de balises de repérage par satellite dans le nord-est du Pacifique, ce qui a radicalement bouleversé nos connaissances sur le requin blanc et le milieu de haute mer dans lequel il vit. Les données fournies par les balises satellites indiquent que les requins blancs d'âge adulte et sub-adulte se rassemblent de façon saisonnière loin des côtes, dans les eaux chaudes d'une zone bien précise du vortex subtropical (gigantesque tourbillon) appelée le *Café des requins blancs*. Ils regagnent ensuite le courant de Californie, où ils se regroupent pour chasser et se nourrir sur les sites de reproduction des éléphants et lions de mer, le long des côtes du centre de la Californie et de l'île de Guadalupe, Mexique (Boustany et al., 2002; Weng et al., 2007; Domeier et Nasby-Lucas, 2008; Jorgensen et al., 2012; Carlisle et al., 2012). Domeier et Nasby Lucas (2008) ont montré que des requins blancs équipés de balises près de l'île de Guadalupe, Mexique, s'étaient rendu dans les mêmes lieux de haute mer, ce qui indique que les deux groupes de requins d'Amérique du Nord se rejoignent de façon saisonnière. Les données du marquage électronique révèlent qu'outre le requin blanc, d'autres espèces de requin pélagique (comme le requin-taupe, le requin saumon et le requin bleu) mais aussi des thonidés (thon blanc germon, thon obèse et albacore) et des oiseaux de mer migrent eux aussi vers cette région singulière et énigmatique du grand vortex subtropical (Block et al., 2011).

Les données provenant des balises satellites indiquent qu'il s'agit d'un site d'agrégation saisonnier de l'ensemble de la population adulte de requins blancs du Pacifique du nord-est. Selon Jorgensen et al. (2012), le *Café* se distingue avant tout par la présence de mâles qui, au printemps, convergent vers une zone centrale de taille beaucoup plus réduite et effectuent, simultanément, de très nombreuses plongées verticales. Les femelles, elles, ne se rendent dans cette zone centrale du *Café* que plus brièvement. De l'avis de ces chercheurs, la région pourrait constituer une zone de reproduction bien que, compte tenu des nombreuses espèces qui s'y rassemblent, elle pourrait également être un lieu de ravitaillement.

La forte fréquentation du *Café des requins blancs* par les requins blancs et d'autres espèces souligne l'importance que

revêt ce site. L'utilisation suivie des balises satellites confirme que ces visites répétées se produisent tous les ans.

Juridiction – Le *Café des requins blancs* est entièrement situé en haute mer.

Autorités compétentes – Commission des pêches pour le Pacifique occidental et central (WCPFC) et la Commission interaméricaine du thon tropical (CITT).

Valeur universelle exceptionnelle potentielle

Critère vii – Phénomènes naturels ou aires d'une beauté naturelle et d'une importance esthétique exceptionnelles

Les eaux du littoral sont un habitat essentiel pour de nombreuses espèces marines dont les requins blancs. Depuis une dizaine d'années, il apparaît que les milieux pélagiques favorisent également les agrégations d'espèces et que les espèces côtières utilisent souvent les habitats situés au large des côtes à certains stades de leur cycle biologique. Le courant de Californie se déplace du nord au sud le long du plateau continental, il forme une région très active de remontée des eaux (upwelling) favorisant la rétention de nombreux grands prédateurs (Block et al., 2011). L'observation par photo-identification et marquage acoustique et satellite montre que les requins blancs occupent des sites prévisibles baignés par le courant de Californie, au large de l'Amérique du Nord.

Les requins chassent habituellement dans les colonies de pinnipèdes pendant six mois de l'année, de fin août à début février. Le marquage électronique des requins des deux sites d'Amérique du Nord (Îles californiennes et Île de Guadalupe) a permis d'observer que ces prédateurs migrent de façon saisonnière : ils chassent le long des côtes dans les eaux néritiques à la fin de l'été, pendant les mois d'automne et au début de l'hiver, puis ils se rendent tous en haute mer sur le même lieu d'agrégation, le *Café des requins blancs*. Les requins blancs demeurent loin des côtes dans le vortex subtropical (*Café*), certains individus allant jusqu'aux îles hawaïennes du Nord-Ouest. Ils regagnent ensuite les zones de chasse nord-américaines, souvent fidèles à la région dans laquelle ils ont été équipés de balises (Weng et al., 2007; Domeier et Nasby-Lucas, 2008; Jorgensen et al., 2012).

Critère ix – Processus écologiques et biologiques en cours dans l'évolution des écosystèmes, communautés de plantes et d'animaux

Les études génétiques montrent que les populations de requins blancs sont structurées en sous-populations distinctes et qu'elles possèdent des caractéristiques démographiques uniques en Afrique du Sud, en Australie, dans l'océan pacifique Nord-est, dans l'Atlantique Nord-Ouest et en mer Méditerranée (Pardini et al., 2000; Gubili et al., 2010, 2012;

Jorgensen et al., 2010; Tanaka et al., 2011). Le marquage électronique révèle que les requins blancs du Pacifique Nord-est se répartissent sur une large zone allant du continent nord-américain aux îles hawaïennes. Il apparaît, à la lumière de ces données, que, selon les saisons, les requins blancs d'âge adulte et subadulte s'installent dans les eaux plus chaudes du grand vortex subtropical (le *Café des requins blancs*) puis qu'ils reviennent vers le courant de Californie et se rassemblent de nouveau pour chasser le long des côtes de Californie centrale et de l'île de Guadalupe, Mexique (Boustany et al., 2002; Weng et al., 2007; Jorgensen et al., 2010). La plupart des observations du requin blanc dans le Pacifique Nord-est ont été faites non loin de la côte nord-américaine, habituellement près des îles côtières qui servent de site de reproduction aux pinnipèdes telles que les Îles Fallaron, Año Nuevo et l'île de Guadalupe. Les études de long terme, à l'aide notamment de la photo-identification et du marquage acoustique, ont permis de suivre des individus pendant des périodes allant de quelques années à plus de 20 ans (Jorgensen et al., 2010; Anderson et al., 2011).

Critère x – Diversité biologique et espèces menacées ayant une valeur universelle exceptionnelle

Les requins blancs (*Carcharodon carcharias*) sont de grands prédateurs des écosystèmes océaniques côtiers de pleine mer que l'on rencontre sur l'ensemble du globe. Animaux à sang chaud, ils sont endothermes. Ils ont une longue durée de vie, une maturité tardive et ne donnent naissance qu'à un faible nombre de petits, ce qui les rend vulnérables à la surexploitation (Cailliet et al., 1985; Chapple et Botsford, 2013). Si l'on excepte certains sites exceptionnels de haute mer, comme le *Café des requins blancs*, les requins blancs sont essentiellement observés près du littoral, dans les eaux tempérées du plateau continental, où ils trouvent leur pitance dans les colonies de pinnipèdes qui vivent aux abords du rivage. Le voyage du requin blanc jusqu'au *Café des requins blancs* peut durer 100 jours. Pendant le trajet, les requins se déplacent à la vitesse de 1m/s environ et plongent régulièrement jusqu'à 900 m de profondeur. Pendant leur séjour au *Café*, ils plongent à une profondeur de 300 m au moins une fois toutes les dix minutes. On ne connaît pas les raisons de ces plongées, que ce soit pendant le voyage ou dans la zone du *Café*. Les requins blancs bénéficient d'une protection internationale en vertu de la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES – Annexe II) et sont classés dans la catégorie des espèces vulnérables sur la Liste rouge de l'UICN. L'état de conservation de cette population unique de requins blancs dans le nord-est du Pacifique est préoccupant (Chapple et Botsford, 2013).

Menaces

La principale menace provient de la pêche et, en particulier, de la flottille mondiale des palangriers qui pêchent dans les eaux internationales où se situe le *Café des requins blancs*.

Il est également indispensable de mieux comprendre le rôle que joue l'habitat océanique dans le cycle biologique de ces requins pélagiques pour des raisons de conservation et de gestion. Les requins vivant le long des côtes occidentales de l'Amérique du Nord sont plus vulnérables à la pêche internationale non réglementée en haute mer. Étant donné les menaces que fait peser la surexploitation de ces espèces, il serait souhaitable de mieux comprendre les facteurs qui influent sur les migrations vers le large afin d'adopter des mesures efficaces de conservation et de gestion. Lorsque nous aurons compris la principale fonction que remplissent ces migrations dans le cycle biologique ainsi que le rôle de l'océanographie et de la biologie dans l'utilisation de ces habitats, nous pourrions élaborer des modèles environnementaux qui nous aideront à déterminer comment et pourquoi les requins du courant de Californie utilisent l'habitat en haute mer, mais aussi à concevoir des cadres de prévision pour modéliser leur répartition compte tenu des conditions océanographiques et à contribuer à poser les bases d'un système efficace de protection et de gestion de ces régions et de ces écosystèmes.

Protection et gestion

Dans la région du Pacifique où se trouve le *Café des requins blancs*, la pêche au thon est gérée par la Commission interaméricaine du thon tropical (CITT).

Pendant la période où ils séjournent près des côtes, les animaux marins peuvent être observés directement, ce qui enrichit l'étude approfondie de multiples espèces et de leur milieu et contribue à l'élaboration des mesures de gestion et de protection. En revanche, lorsque les animaux évoluent en haute mer, l'observation directe devient impossible ; où, quand, comment ces animaux utilisent les milieux pélagiques, nous n'en savons donc pas grand-chose, ce qui explique que les zones pélagiques ne bénéficient que d'une très faible protection. Notons cependant qu'au cours des dernières décennies, les technologies du marquage électronique ont considérablement progressé. Les balises sont désormais plus petites, moins chères, plus fiables et permettent de collecter des données sur un nombre croissant de paramètres. Ces progrès n'ont pas seulement enrichi la description des agrégations et des comportements côtiers de nombreuses espèces, ils nous ont également permis de mieux comprendre la façon dont les prédateurs pélagiques utilisent l'habitat océanique. Le marquage sans précédent réalisé par Tagging of Pelagic Predators sur 23 prédateurs pélagiques qui évoluent en groupe dans toute l'étendue du Pacifique Nord (Block et al., 2011) a permis de répertorier plusieurs points d'agrégation pélagiques et corridors de migration qui semblent essentiels à la survie d'un grand nombre d'espèces.

Le *Café* a été identifié comme un candidat possible au statut d'AIEB.

Sensibilisation du public

Stanford University, Monterey Bay Aquarium et le Marine Conservation Science Institute, Shark Stewards, Discovery, True Blue Films et la BBC ont écrit des articles scientifiques ou de vulgarisation, produit deux films (dans le cadre de Shark Week, ces films sont intitulés "Great White Highway" et "Blue Serengeti") et rendu publiques des données très précises qui ont permis que cette région soit considérée comme un site unique méritant d'être protégé.

Échelle géographique et intégrité du site

Le *Café des requins blancs* consiste en une vaste zone oligotrophe bien délimitée, située au centre du grand vortex subtropical du Pacifique Nord-est et à équidistance de la péninsule de Basse-Californie et de la grande île d'Hawaï. On a pu, à l'aide des données de marquage, délimiter une zone prévisible revêtant une importance critique pour les requins blancs. Cette zone est essentielle à l'intégrité du site proposé.

Autres sites comparables

Le *Café des requins blancs* figure parmi les sites d'agrégation pélagique et les corridors de migration d'une grande importance répertoriés par Block et al. (2011). Les autres sites incluent notamment la Zone de transition du Pacifique Nord et la Zone de convergence intertropicale, qui attirent et retiennent diverses espèces de prédateurs pélagiques. Cependant, par son ampleur, l'agrégation qui se produit au *Café* n'est semblable à aucune autre. Ces sites ont pu être comparés aux « points d'eau » de la savane africaine.

Références

- Anderson, S. D., Chapple, T. K., Jorgensen, S. J., Klimley, A. P. et Block, B. A. 2011. Long-term individual identification and site fidelity of white sharks, *Carcharodon carcharias*, off California using dorsal fins. *Mar. Biol.* Vol. 158, pp. 1233-1237. <http://dx.doi.org/10.1007/s00227-011-1643-5>
- Block, B. A., Jonsen, I. D., Jorgensen, S. J., Winship, A. J., Shaffer, S. A., Bograd, S. J., Hazen, E. L., Foley, D. G., Breed, G. A., Harrison, A.-L., Ganong, J. E., Swithenbank, A., Castleton, M., Dewar, H., Mate, B. R., Shillinger, G. L., Schaefer, K. M., Benson, S. R., Weise, M. J., Henry, R. W. et Costa, D. P. 2011. Tracking apex marine predator movements in a dynamic ocean. *Nature*, Vol. 475, pp. 86-90. <http://dx.doi.org/10.1038/nature10082>

- Boustany, A. M., Davis, S. F., Pyle, P., Anderson, S. D., Boeuf, B. J. L. et Block, B. A. 2002. Satellite tagging: Expanded niche for white sharks. *Nature*, Vol. 415, pp. 35-36. <http://dx.doi.org/10.1038/415035b>
- Cailliet, G. M., Natanson, L. J., Weldon, B. A. et Ebert, D. A. 1985. Preliminary studies on the age and growth of the white shark, *Carcharodon carcharias*, using vertebral bands. *Mem. South. Calif. Acad. Sci.*, Vol. 9, pp. 49-60.
- Carlisle, A. B., Kim, S. L., Semmens, B. X., Madigan, D. J., Jorgensen, S. J., Perle, C. R., Anderson, S. D., Chapple, T. K., Kanive, P. E. et Block, B. A. 2012. Using stable isotope analysis to understand the migration and trophic ecology of northeastern pacific white sharks (*Carcharodon carcharias*). *PLoS ONE*, Vol. 7, e30492. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0030492>
- Chapple, T. K., Jorgensen, S. J., Anderson, S. D., Kanive, P. E., Klimley, A. P., Botsford, L. W. et Block, B. A. 2011. A first estimate of white shark, *Carcharodon carcharias*, abundance off Central California. *Biology Letters*, Vol. 7, pp. 581-583. <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2011.0124>
- Chapple, T. K. et Botsford, L. W. 2013. A comparison of linear demographic models and fraction of lifetime egg production for assessing sustainability in sharks. *Conserv. Biol.*, Vol. 27, pp. 560-568. <http://dx.doi.org/10.1111/cobi.12053>
- Domeier, M. et Nasby-Lucas, N. 2008. Migration patterns of white sharks *Carcharodon carcharias* tagged at Guadalupe Island, Mexico, and identification of an eastern Pacific shared offshore foraging area. *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 370, pp. 221-237.
- Domeier, M., Nasby-Lucas, N. et Palacios, D. 2012. The Northeastern Pacific White Shark Shared Offshore Foraging Area (SOFA). *Global Perspectives on the Biology and Life History of the White Shark* pp. 147-158. CRC Press.
- Francis, M. P. 1996. Observations on a pregnant white shark with a review of reproductive biology. p. 157-172. In *Great White Sharks: the biology of Carcharodon carcharias*. Academic Press, Inc., New York.
- Gubili, C., Bilgin, R., Kalkan, E., Karhan, S. Ü., Jones, C. S., Sims, D. W., et al. 2010. Antipodean white sharks on a Mediterranean walkabout? Historical dispersal leads to genetic discontinuity and an endangered anomalous population. *Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.*, Vol. 278, No. 1712, pp.1679-86. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21084352>
- Gubili, C., Duffy, C. A. J., Cliff, G., Wintner, S. P., Shivji, M., Chapman, D., et al. 2012. "Application of molecular genetics for conservation of the great White Shark, *Carcharodon carcharius*, L. 1758," in *Global Perspectives on the Biology and Life History of the White Shark* (CRC Press), pp. 357-380. <http://www.crcnetbase.com/doi/abs/10.1201/b11532-16>
- Jorgensen, S. J., Reeb, C. A., Chapple, T. K., Anderson, S., Perle, C., Sommeran, V. R. S., et al. 2010. Philopatry and migration of pacific white sharks. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.*, Vol. 277, pp. 679-688. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2009.1155>
- Jorgensen, S. J., Arnoldi, N. S., Estess, E. E., Chapple, T. K., Rückert, M., Anderson, S. D. et Block, B. A. 2012a. Eating or Meeting? Cluster Analysis Reveals Intricacies of White Shark (*Carcharodon carcharias*) Migration and Offshore Behavior. *PLoS ONE*, Vol. 7, e47819. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0047819>
- Jorgensen, S., Chapple, T., Hoyos, M., Reeb, C. et Block, B. 2012b. Connectivity among White Shark Coastal Aggregation Areas in the Northeastern Pacific. *Global Perspectives on the Biology and Life History of the White Shark*, pp. 159-168. CRC Press.
- Lumpkin, R. et G. C. Johnson 2013. Global ocean surface velocities from drifters: Mean, variance, El Nino-Southern Oscillation response, and seasonal cycle, *J. Geophys. Res. Oceans*, Vol. 118, pp. 2992-3006, <http://dx.doi.org/10.1002/jgrc.20210>
- Pardini, A. T., Jones, C. S., Noble, L. R., Kreiser, B., Malcolm, H., Bruce, B. D., Stevens, J. D., Cliff, G., Scholl, M. S., Francis, M., Duffy, C. A. J. et Martin A. P. 2001. Sex-biased dispersal of great white sharks. *Nature*, Vol. 412, pp.139-140. <http://dx.doi.org/10.1038/35084125>
- Tanaka, S., Kitamura, T., Mochizuki, T. et Kofuji, K. 2011. Age, growth and genetic status of the white shark (*Carcharodon carcharias*) from Kashima-nada, Japan. *Mar. Freshw. Res.* Vol. 62, pp. 548-556. <http://dx.doi.org/10.1071/MF10130>
- Teo, S., Boustany, A., Blackwell, S., Walli, A., Weng, K. et Block B. 2004. Validation of geolocation estimates based on light level and sea surface temperature from electronic tags. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Vol. 283, pp. 81-98. <http://dx.doi.org/10.3354/meps283081>
- Weng, K., Boustany, A., Pyle, P., Anderson, S., Brown, A. et Block, B. 2007. Migration and habitat of white sharks (*Carcharodon carcharias*) in the eastern Pacific Ocean. *Marine Biology*, Vol. 152, pp. 877-894.

Appendice 4 :

La mer des Sargasses

Exemple de site de haute mer pouvant avoir une valeur universelle exceptionnelle

Nom du site :

La mer des Sargasses

Localisation :

Région des Caraïbes et région occidentale du centre de l'Atlantique. 30°N et 60°O.

Description

« Forêt tropicale dorée flottant sur l'océan », la mer des Sargasses abrite un écosystème pélagique emblématique construit autour des sargasses flottantes (*Sargassum*), seules algues holopélagiques au monde. Observée pour la première fois par Christophe Colomb lors de sa traversée de 1492, la mer des Sargasses alimente depuis quantité de mythes et de légendes. Située dans le gyre subtropical de l'Atlantique Nord, lui-même entouré par les grands courants océaniques se déplaçant dans le sens des aiguilles d'une montre, c'est la seule mer au monde qui n'a pas de côtes, si l'on excepte celles des îles des Bermudes. L'importance qu'elle revêt à l'échelle mondiale provient de la conjugaison de ses structures physiques et océanographiques, de ses écosystèmes pélagiques complexes et du rôle qu'elle joue dans les processus de l'océan mondial et du système planétaire (Freestone et Roe et al., 2016).

Les sargasses flottantes hébergent une large communauté d'organismes, dont dix espèces endémiques, et constituent un habitat essentiel pour une grande diversité d'espèces à des stades clés de leur cycle biologique. Beaucoup de ces espèces sont en danger, menacées ou présentent une forte valeur économique. Les jeunes tortues de mer passent leurs premières années (dites « années perdues ») dans les tapis de sargasses où elles trouvent nourriture et protection. La mer des Sargasses est le seul lieu de reproduction des anguilles européennes et américaines, toutes deux en danger, les premières étant même en danger critique. La mer des Sargasses se trouve également sur les corridors de migration

de nombreuses autres espèces emblématiques en danger. Divers processus océanographiques impactent la productivité et à la diversité des espèces. La région revêt par ailleurs une importance exceptionnelle dans les processus de production d'oxygène et de stockage de carbone.

Le plancher océanique forme deux grandes chaînes sous-marines qui hébergent des communautés spécialisées, fragiles et endémiques. Les modèles prédisent la présence de nombreux autres monts sous-marins isolés. Les écosystèmes pélagiques et benthiques subissent les conséquences de nombreuses activités humaines tandis que les courants et le gyre ont pour effet de concentrer les polluants.

Cette région revêt une grande importance historique depuis les débuts de l'exploration océanographique. Les découvertes scientifiques importantes qui y ont été faites nous ont permis de mieux comprendre le fonctionnement des océans de la planète. On trouvera chez Laffoley et Roe et al. (2011) une description des mesures adoptées récemment pour protéger la mer des Sargasses, ainsi qu'une étude complète de tous les aspects des principes scientifiques fondamentaux.

Juridiction – Le secteur central de la mer des Sargasses décrit ici se situe pour l'essentiel en haute mer mais inclut également la Zone économique exclusive (ZEE) des Bermudes.

Autorités compétentes – Autorité internationale des fonds marins (AIFM), Organisation maritime internationale (IMO), Organisation des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest (OPANO) et la Commission internationale pour la conservation des thonidés de l'Atlantique (CICTA).

Valeur universelle exceptionnelle potentielle

Critère viii – Grands stades de l'histoire de la terre et processus géologiques

La mer des Sargasses est le seul des cinq gyres océaniques du monde à héberger une importante communauté flottante

qui s'est constituée à partir des algues (*Sargassum*). Elle est entourée du Gulf Stream à l'ouest, de la dérive Nord Atlantique au nord, du Courant des Canaries, plus diffus, à l'est et Courant Nord équatorial et le Courant des Antilles au sud. Selon les estimations, la rétention d'eau dans la mer des Sargasses peut prendre jusqu'à 50 ans. Une variété d'éléments et de processus océanographiques influent sur l'écologie et la biologie de la mer des Sargasses à diverses échelles spatiales et temporelles.

Les anneaux et les tourbillons cycloniques ou anti-cycloniques qui se forment à partir du Gulf Stream peuvent persister pendant de nombreux mois, voire des années, produisant des remontées et des plongées d'eau qui altèrent les strates supérieures de la mer des Sargasses en mélangeant les eaux de surface et de profondeur. Ces mouvements ont une incidence sur les nutriments, la chaleur et la salinité. La conjugaison de ces facteurs crée des zones localisées de productivité faible ou élevée, qui influent sur la biodiversité en capturant et en amenant vers cette zone des 'espèces étrangères', en créant des populations pouvant subsister des mois durant ou, à l'inverse, en rejetant des espèces dans le Gulf Stream. La mer des Sargasses joue un rôle majeur dans la production mondiale d'oxygène ainsi que dans la séquestration de carbone par les océans. Étudiée depuis les années 1870, c'est l'une des régions les mieux connues de l'océan mondial. C'est là qu'a été installée l'Hydrostation S, d'où ont été effectuées, depuis 1954, les plus longues séries temporelles de mesures océanographiques. La mer des Sargasses nous a livré des données cruciales pour la compréhension des processus de l'océan mondial et du changement planétaire. La découverte de *Prochlorococcus* et le développement des techniques capables d'évaluer le rôle du picoplancton dans les mesures de la production primaire ont révolutionné notre façon d'appréhender la productivité dans la mer des Sargasses et, par conséquent, dans l'océan mondial.

Critère ix – Processus écologiques et biologiques dans l'évolution des écosystèmes, communautés de plantes et d'animaux

La mer des Sargasses est le carrefour écologique de l'océan Atlantique. Les deux espèces de sargasses flottantes que l'on trouve dans la mer des Sargasses sont les seules macroalgues holopélagiques au monde. Elles se distinguent des autres algues complexes par l'absence de toute fixation benthique. Bien que l'on rencontre également ces espèces dans le golfe du Mexique et dans les Caraïbes, l'étendue de leur présence dans la mer des Sargasses crée un habitat unique, précieux et d'une grande complexité structurelle dans les eaux profondes de haute mer. La mer des Sargasses abrite une multitude d'espèces endémiques, rares par définition. La communauté flottante de sargasses abrite dix espèces endémiques couvrant un large éventail de taxons. La communauté de poissons pélagiques de la mer des Sargasses comprend une gamme d'espèces endémiques subtropicales appartenant à trois genres de la famille des Stomiidés. Sur le plancher sous-marin, la chaîne sous-marine de Nouvelle-Angleterre et les

monts sous-marins Corner Sea Rise hébergent des espèces endémiques et des communautés spécialisées. Les modèles indiquent que d'autres monts isolés s'élèvent ici et là dans ce secteur.

Critère x – Diversité biologique et espèces menacées ayant une valeur universelle exceptionnelle

De nombreuses espèces vivant dans la mer des Sargasses revêtent une importance majeure sur le plan de la conservation à l'échelle mondiale : elles figurent sur la Liste rouge de l'UICN des espèces menacées et/ou sont inscrites dans la CITES, ainsi que dans les annexes du Protocole de 1990 concernant les zones spécialement protégées et la faune et la flore sauvages (SPAW) de la Convention de Carthage. Les espèces menacées et en danger qui utilisent la mer des Sargasses comprennent les oiseaux de mer, les tortues abritées par les sargasses flottantes, de grands poissons pélagiques et des cétacés et une large variété de coraux d'eau profonde installés sur les monts qui s'élèvent des fonds sous-marins. La mer des Sargasses est la seule aire de frai des anguilles américaines et européennes, *Anguilla rostrata* et *Anguilla anguilla*. Le requin-taupo (*Lamna nasus*) migre des eaux canadiennes jusqu'à la mer des Sargasses, peut-être pour mettre bas. Les tapis de sargasses et les communautés qui leur sont associées revêtent une importance cruciale car ils servent de nurseries et d'aires d'alimentation à de nombreuses espèces de poissons, d'oiseaux de mer et de tortues. Citons parmi eux les espèces endémiques des sargasses telles que l'antennaire des Sargasses (*Histrio histrio*) et le syngnathe épineux (*Syngnathus pelagicus*), ou encore le poisson volant océanique (*Exocoetidae*), le Makaïre blanc (*Tetrapturus albidus*) et le Makaïre bleu (*Makaira nigricans*). La quasi-totalité des espèces de grands thons et thonidés gérées par la CICTA, y compris le thon rouge (*Thunnus thynnus*), migrent à travers la mer des Sargasses, qui sert probablement de frayère au thon blanc. Les tortues vertes (*Chelonia mydas*), les tortues caret (*Eretmochelys imbricate*), les tortues cahuanes (*Caretta caretta*) et les tortues de Kemp (*Lepidochelys kempii*), qui sont toutes menacées ou en danger d'extinction, utilisent les sargasses comme habitat pour leurs petits. Ces dernières parcourent à la nage des distances de plusieurs centaines de kilomètres pour rejoindre la mer des Sargasses, où elles se cachent parmi les algues qui leur procurent, outre leur nourriture, une relative sécurité. C'est ainsi qu'elles passent ainsi ce que l'on appelle leurs « années perdues ». Sous les sargasses flottantes, les monts sous-marins Corner Rise et Nouvelle-Angleterre hébergent d'abondantes populations de poissons d'eau profonde. Malgré une exploitation commerciale intense, ces monts continuent à offrir au beryx long (*Beryx splendens*) une aire importante de rassemblement et de frai. Diverses espèces d'oiseaux de mer se nourrissent en association avec les algues de la mer des Sargasses, dont les eaux procurent abri et nourriture à une grande variété d'organismes sur les voies migratoires qui relient l'Atlantique tropical à l'Atlantique tempéré. Citons plus particulièrement le requin pèlerin (*Cetorhinus maximus*), la tortue luth adulte (*Dermochelys*

coriaceae) et la baleine à bosse (*Megaptera novaeangliae*), qui migrent tous les ans entre les Caraïbes et le nord de l'Atlantique

Menaces

Malgré la situation reculée de la mer des Sargasses, ce milieu naturel n'est pas totalement préservé. Selon les conclusions d'une récente analyse internationale sur les effets de l'activité humaine sur les écosystèmes marins, la région a subi au fil du temps des atteintes de gravité moyenne à élevée. En ce qui concerne de nombreuses espèces de l'Atlantique centre-nord, les captures débarquées ont considérablement diminué au cours des 50 dernières années, ce qui témoigne de l'impact de l'activité humaine sur ces populations. Entre 1976 et 1995, le chalutage de fond pratiqué sur les monts sous-marins de Corner Rise a provoqué une destruction massive de la faune benthique. Les particules de matière plastique en suspension ont été observées dès 1972 et, aujourd'hui, les courants du gyre de l'Atlantique Nord retiennent les débris flottants sur une surface comparable à celle du tristement célèbre vortex de déchets du Pacifique nord. En certains endroits, les concentrations de particules de plastique y sont supérieures à 100 000 par km². Ces déchets ont un impact sur le caractère naturel de la zone et les effets nocifs des débris de matière plastique sur des organismes tels que tortues et oiseaux de mer font l'objet d'une documentation abondante.

Par ailleurs, 11 câbles sous-marins de communication ont un effet mineur sur le caractère naturel des fonds marins, et ce problème n'est sans doute pas près de s'atténuer. La mer des Sargasses se situe dans l'une des zones de navigation les plus intenses de la planète. Un grand nombre de navires de grande taille y croisent chaque année. Si le caractère naturel de la zone est altéré, on ne connaît pas précisément, faute de recherches suffisantes, l'étendue de ces effets sur le milieu. On s'inquiète notamment de l'introduction possible d'espèces invasives transportées par les eaux de ballast, de l'effet potentiel des bruits sous-marins sur les mammifères marins et des risques de collision avec les baleines, les dauphins et les tortues. La navigation à travers la mer des Sargasses pourrait avoir un impact physique direct sur les tapis de sargasses, détruisant l'intégrité de la communauté flottante. Il est, de toute évidence, indispensable d'approfondir les recherches afin de quantifier le degré de pression que le trafic maritime exerce sur la mer des Sargasses. En dépit des inquiétudes concernant l'état de la mer des Sargasses, la fonctionnalité écologique et biologique de l'écosystème demeure intacte. Cette région unique peut donc continuer à servir d'habitat et de ressource essentielle à une très grande diversité d'espèces, dont beaucoup présentent un intérêt considérable du point de vue de la conservation.

Protection et gestion

En mars 2014, les représentants de 11 gouvernements se sont réunis aux Bermudes pour exprimer leurs préoccupations au sujet de la conservation de la mer des Sargasses. Cinq d'entre eux (Açores, Bermudes, Monaco, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord et États-Unis d'Amérique) ont signé la *Déclaration d'Hamilton sur la collaboration aux fins de la conservation de la mer des Sargasses* (Freestone et Morrison, 2014). En application de cette Déclaration, les Bermudes ont mis en place la Commission de la mer des Sargasses (Freestone et Bulger, 2016). Composée de scientifiques et autres personnalités de renommée internationale siégeant à titre personnel, la Commission a pour mission d'exercer un rôle de gestion et d'apporter aux gouvernements signataires un appui à l'élaboration de propositions de mesures de conservation qui seront soumises aux instances internationales et régionales ayant des responsabilités sectorielles dans cette zone de haute mer.

La Commission a soutenu l'inscription de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*) à l'Annexe II de la Convention sur les espèces migratrices, conformément aux propositions faites avec succès par Monaco en 2014. Elle a engagé avec le secteur des câbles sous-marins des discussions fécondes sur les bonnes pratiques relatives à la pose et à l'entretien des câbles dans la mer des Sargasse (de Juvigny et al., 2015). Elle parraine par ailleurs des travaux scientifiques par l'intermédiaire de la Commission internationale pour la conservation des thonidés de l'Atlantique (CICTA) afin que cette dernière puisse adopter des mesures réglementaires. En septembre 2015, sur proposition de la Déclaration d'Hamilton, les signataires de la Commission des pêches de l'Atlantique du Nord-Est (CEPANE) ont interdit certains engins de pêche utilisés par le chalutage pélagique et risquant d'endommager les fonds marins. Ils ont également imposé un moratoire sur la pêche, y compris la pêche expérimentale, dans tous les monts sous-marins situés dans la mer des Sargasses, et ce jusqu'à la fin 2020. Le rétablissement de ces habitats fera l'objet d'une surveillance au cours des prochaines années.

Les mesures adoptées pour répondre à quelques-unes de ces préoccupations ne feront qu'améliorer les perspectives d'avenir de la région. L'exploitation des sargasses à des fins commerciales et les activités minières dans les fonds sous-marins font craindre pour l'avenir. Il est indispensable d'appliquer le principe de précaution afin que la région conserve à l'avenir toute son importance écologique et biologique.

Sensibilisation du public

La mer des Sargasses a été mentionnée pour la première fois par Christophe Colomb lors de son premier voyage en 1492, à bord de la 'Santa Maria'. Epouvantés à l'idée

d'être pris au piège par les algues et entraînés au fond de la mer, ses marins sont à l'origine des mythes et des légendes qui entourent la mer des Sargasses. A la fin du XIX^e siècle, Jules Verne écrit dans *Vingt-mille lieues sous les mers* (Verne et Miller, 1966) : « Aussi, le capitaine Nemo, ne voulant pas engager son hélice dans cette masse herbeuse, se tint-il à quelques mètres de profondeur au-dessous de la surface ». Son association avec le Triangle des Bermudes ne fit qu'accroître la notoriété de la mer des Sargasses. Dans cette zone du sud-ouest de la mer des Sargasses située entre les Bermudes, la Floride et Puerto Rico, des avions et des bateaux semblent avoir soudainement disparu sans raison apparente. Disney a quelque peu dissipé ces craintes en publiant dans les années 1960 un album de Donald Duck intitulé *Les Mystères de la mer des Sargasses*.³

Échelle géographique et intégrité du site

La mer des Sargasses représente un système complet de gyre océanique entouré par le Gulf Stream à l'ouest, la dérive nord-atlantique au nord, le courant des Canaries, plus diffus, à l'est et enfin le courant nord équatorial et le courant des Antilles au sud. Cette zone agit comme unité fonctionnelle, ce qui contribue à la forte intégrité du site.

Autres sites comparables

Si l'on rencontre d'autres communautés d'algues flottantes ailleurs dans l'océan mondial, c'est l'étendue couverte par les sargasses et l'épaisseur du tapis qu'elles forment, ainsi que leur longévité, qui attirent et retiennent une densité et une diversité incroyables d'organismes associés, d'où l'importance que revêt l'écosystème constitué par la mer des Sargasses par rapport à d'autres habitats d'algues dérivantes. La mer des Sargasses fixe également la limite septentrionale des sargasses persistantes.

Références

Freestone, D. et Morrison, K. 2014. The Signing of the Hamilton Declaration on Collaboration for the Conservation of the Sargasso Sea: A new paradigm for high seas conservation? *29 International Journal of Marine and Coastal Law*, Vol. 29, No. 2, pp. 345-362. <http://dx.doi.org/10.1163/15718085-12341320>

Freestone, D., Burnett, D. R., de Juvigny, A. L. et Davenport, T. M. 2015. Submarine Telecommunication Cables in the Sargasso Sea 30. *The International Journal of Marine and Coastal Law*, Vol. 30, No. 2, pp. 371-78. <http://dx.doi.org/10.1163/15718085-12341358>

Freestone, F., Roe, H. et al. 2015. Sargasso Sea, Chapter 50 in *The First Integrated World Ocean Assessment (First World Ocean Assessment)*, Nations Unies, New York. http://www.un.org/depts/los/global_reporting/WOA_RPROC/Chapter_50.pdf

Freestone, D. et Bulger, F. 2016. The Sargasso Sea Commission: An innovative approach to the conservation of areas beyond national jurisdiction. *30 Ocean Yearbook* 80-90.

Laffoley, D., Roe, H., et al. 2011. *The Protection and Management of The Sargasso Sea: The golden floating rainforest of the Atlantic Ocean. Summary Science and Supporting Evidence Case*. Sargasso Sea Alliance. <http://www.sargassoseacommission.org/storage/documents/Sargasso.Report.9.12.pdf>

Lumpkin, R. et Johnson, G. J. 2013. Global ocean surface velocities from drifters: Mean, variance, El Niño-Southern Oscillation response, and seasonal cycle. *J. Geophys. Res. Oceans*, Vol. 118, pp. 2992-3006, <http://dx.doi.org/10.1002/jgrc.20210>

Verne, J. (auteur) et Miller, W. J. (trans). 1966. *Vingt mille lieues sous les mers*, Washington Square Press.

³ Gregory, B. (w), Strobl, T. (p), Liggera, J. (i). 1960. "Secret Of The Sargasso Sea". Donald Duck. W DD 72-01.

Appendice 5 :

L'Atlantis Bank

Exemple de site de haute mer pouvant avoir une valeur universelle exceptionnelle

Nom du site :

L'Atlantis Bank

Localisation :

Sud de l'Océan indien, entre les latitudes 32°38'S et 32°48' S et entre les longitudes 57°12' E et 57°20'E

Description

Dans les grandes profondeurs des eaux subtropicales de l'océan Indien se trouve une île. Mais seuls les sous-marins, les caméras réglées à distance et les poissons peuvent approcher des plages, des falaises et des promontoires de cette île, qui gît au fond des eaux. L'Atlantis Bank est une île fossilisée engloutie d'origine tectonique, la première à avoir été étudiée. L'Atlantis Bank domine les fonds sous-marins de 3 300 m et culmine à 700 m en-dessous du niveau de la mer. Situé par 32° de latitude S, le banc longe la zone de la faille transformant Atlantis II sur la dorsale sud-ouest indienne. D'une richesse exceptionnelle du point de vue paléontologique, il constitue, compte tenu de l'histoire des recherches dont il a fait l'objet, une banque des fonds marins d'une importance scientifique extraordinaire. Il a contribué de façon majeure à la compréhension de la géologie des dorsales « ultra-lentes » dans les fonds marins. Il revêt également une grande importance à l'échelle mondiale dans la mesure où il forme un banc tectonique (et non un banc d'origine volcanique, ce qui est plus courant, c'est-à-dire qu'il ne s'agit pas d'un mont sous-marin mais bien d'un banc), constitué d'une île fossilisée engloutie (guyot) d'origine crustale.

Le sommet, recouvert de dépôts marins carbonés, est plat en raison de l'érosion par les flots qui s'est produite au cours de la subsidence. Le sommet du banc s'étend sur une superficie d'au moins 25 km². Le banc tient son nom de la mythique Atlantide en raison des caractéristiques remarquablement préservées de l'ancienne île.

Le banc a fait l'objet d'une étude approfondie en 1999 dans le cadre de l'Ocean Drilling Programme. C'est toujours un sujet de recherche privilégié comme en témoigne la tentative de forage effectuée en 2016 dans le manteau, très en dessous de la croûte océanique, initiative qui a eu un large retentissement. Baines et al. (2003) ainsi que Palmiotto et al. (2013) ont décrit les mécanismes qui ont conduit à la formation de la dorsale longue de 120 km dont fait partie l'Atlantis Bank. Parce qu'il fut autrefois une île, l'Atlantis Bank comprend deux plages fossiles, des lagons et un promontoire submergé. Les deux tiers du banc environ sont recouverts de calcaire strié de rides semblables à celles qui se forment sur le sable des plages exposées. Ces rides se sont figées, ou lithifiées, il y a des millions d'années, lorsque l'île s'est enfoncée. L'érosion due aux vagues a creusé de petits trous dans le gabbro.

La géomorphologie complexe de l'île, faite d'anciens promontoires, de falaises abruptes, de monticules, de plages et de lagons (FAO, 2006; Rogers et al., 2012) héberge une faune abyssale extrêmement diverse vivant à des profondeurs comprises entre 700 et 4 000 m (Rogers et al., 2012), où se signalent notamment de grandes anémones, des éponges de la taille d'un fauteuil et des octocoralliaires. On y remarque également de vastes et très anciennes colonies de *Paragorgia*. Comme l'a révélé une récente campagne océanographique portant sur plusieurs monts sous-marins de la dorsale sud-ouest indienne, c'est le seul banc où ont pu être observées de fortes concentrations de têtes casquées pélagiques (*Pseudopentaceros wheeleri*). Le site abrite également des populations de beryx long (*Beryx splendens*). Or, on constate sur d'autres sites de haute mer un épuisement des stocks de ces deux espèces dû à la pêche.

Riche habitat d'espèces de poissons d'eau profonde à forte valeur commerciale, la dorsale sud-ouest indienne suscite un intérêt considérable. Elle relève de la compétence de l'Association des pêcheurs de grands fonds du sud de l'Océan indien (SIODFA). En raison notamment de la grande variété que présente sa topographie, propice à la diversité des habitats et des espèces, l'Atlantis Bank, qui continue à retenir l'attention des scientifiques, a été déclaré aire benthique protégée par la SIODFA (FAO, 2006).

Juridiction – L’Atlantis Bank est entièrement situé en haute mer.

Autorités compétentes – Commission des pêches du sud-ouest de l’océan Indien (SWIOFC), Association des pêcheurs de grands fonds du sud de l’Océan indien (SIODFA) et l’Autorité internationale des fonds marins (AIFM).

Valeur universelle exceptionnelle potentielle

Critère viii – Grands stades de l’histoire de la terre et processus géologiques

L’Atlantis Bank est un élément tectonique remarquable qui résulte d’un soulèvement, suivi d’un affaissement, à l’emplacement de la dorsale sud-ouest indienne. Comme l’indique son noyau crustal, le banc est vieux de quelque 11 millions d’années. Il a été exposé à l’air libre à une altitude d’environ 1 000 m pendant près de 7 millions d’années et est recouvert d’une plate-forme carbonée dont l’âge serait compris entre 4,5 et 2,3 millions d’années. La plate-forme carbonée s’est déposée pendant la subsidence, au moment où l’île se trouvait à 100 m ou 200 m en-dessous du niveau de la mer. Le sommet du banc culmine aujourd’hui à 700 m en-dessous du niveau de la mer. Le banc, situé à près de 200 km de la dorsale d’accrétion, effectue des mouvements lents caractéristiques des dorsales d’accrétion ultra-lentes. Il présente une géomorphologie complexe faite d’anciens promontoires, de falaises abruptes, de monticules, de plages et de lagons. S’il a sans doute des équivalents ailleurs dans le monde, l’Atlantis Bank est l’exemple le plus documenté et le plus étudié de ce type d’élément « froid » ou d’origine tectonique.

Critère ix – Processus écologiques et biologiques en cours dans l’évolution des écosystèmes, communautés de plantes et d’animaux

L’Atlantis Bank abrite une faune abyssale extraordinairement diversifiée à des profondeurs comprises entre 700 et 4 000 m (Rogers et al., 2012). Cette faune réunit des jardins de coraux très variés et des communautés de falaise maritime d’eau profonde complexes, caractérisées par des anémones et des éponges de grande taille et des octocoralliaires. Les colonies étendues de *Paragorgia* sont particulièrement remarquables. Les affleurements rocheux, notamment le long des arêtes du sommet, hébergent d’importantes colonies de stylasterides dont un échnoïde, l’oursin cactus (*Dermechinus horridus*). Les piquants de ces oursins forment le substrat de l’endofaune qui vit autour des affleurements.

On rencontre au sommet du banc de petits requins, dont une espèce encore non identifiée, ainsi que des coraux solitaires, non identifiés également. Le flanc oriental du banc est constitué de pentes parsemées de blocs rocheux abritant

des éponges de verre et des octocoralliaires. À l’ouest, des contreforts rocheux flanquent des éboulements où vivent de riches communautés benthiques d’éponges aussi grandes que des fauteuils, d’éponges de verre, d’anémones et d’araignées de mer prédatrices.

Les expéditions de la JAMSTEC⁴ ont permis d’observer les communautés benthiques et/ou mésopélagiques à des profondeurs comprises entre 750 et plus de 5 000 m. Elles ont révélé une stratification verticale d’*Etmopterus pusillus*, d’hoplostète rouge (*Hoplostethus gilchristi*) et d’*Allocytus verrucosus*. Les premières analyses de la biomasse pélagique par échosondage n’ont pas permis de déterminer avec certitude l’incidence du système du banc et de la dorsale sur l’abondance de poissons pélagiques. Il apparaît clairement toutefois que la région offre une importante biomasse d’espèces proies aux grands prédateurs, en particulier le Gorfou maraconi (*Eudiptes chrsolophus*), le plus gros consommateur de toutes les espèces d’oiseaux de mer, et l’éléphant de mer austral (Boersch-Supan et al., 2015).

Critère x – Diversité biologique et espèces menacées ayant une valeur universelle exceptionnelle

L’histoire géologique et océanographique de l’Atlantis Bank a abouti à une confluence hautement inhabituelle d’habitats très divers. En 2012, conformément au processus de la CDB, il a été reconnu comme une AIEB contenant soit (i) des espèces, des populations ou des communautés uniques (« la seule du genre »), rares (« dans quelques endroits seulement ») ou endémiques et/ou (ii) des habitats ou des écosystèmes uniques, rares ou distincts et/ou (iii) des caractéristiques géomorphologiques ou océanographiques uniques ou inhabituelles.⁵ Le site est également considéré comme une aire d’importance contenant des habitats propices « à la survie et au rétablissement d’espèces menacées, en danger ou en déclin, ou comprenant d’importants regroupements de ces espèces ».

Véritable point chaud de biodiversité, le banc revêt une importance exceptionnelle parce qu’il présente une proportion relativement élevée d’habitats, de biotopes et d’espèces fonctionnellement fragiles (sujets aux dégradations ou à l’épuisement en raison de l’activité humaine ou de catastrophes naturelles) ou à régénération lente. D’une grande valeur écologique et scientifique, il contribue de manière importante à la préservation des têtes casquées pélagiques dans la région de la dorsale sud-ouest indienne.

La faune d’eau profonde du sud-ouest de l’océan Indien reste assez méconnue par rapport à celle du Pacifique nord et de l’Atlantique, beaucoup plus étudiée. C’est ce qu’illustrent les expéditions récentes qui ont permis de découvrir diverses espèces dont des octocoralliaires primnoïdes (Taylor et al., 2013b), des homards (Ahyong, 2014), des crevettes

⁴ Agence japonaise pour les sciences et technologies marines et terrestres. Voir <http://www.jamstec.go.jp/e/about/equipment/ships/shinkai2000.html>

⁵ Voir <https://chm.cbd.int/database/record?documentID=204015>

hippolytidae (Komai, 2013; Nye, 2013) et des holothuries (O'Loughlin et al., 2013), ainsi que des agrégations d'espèces sur des habitats de déchets organiques (bois, carcasses) (Amon et al., 2015). On ne sait pas encore cependant si ces données sont révélatrices d'un endémisme régional ou simplement de l'insuffisance des échantillonnages réalisés à ce jour. Ces études ont montré que les montagnes sous-marines de la région étaient isolées les unes des autres, confirmant ainsi le caractère unique de l'Atlantis Bank.

Menaces

Le site semble revêtir une grande importance pour les têtes casquées pélagiques, espèce très prisée par la pêche. Il abrite par ailleurs des écosystèmes marins vulnérables, tels que les communautés de jardins de coraux en eau profonde. La pêche exerce de fortes pressions sur d'autres monts sous-marins de la dorsale sud-ouest indienne et l'on sait que les espèces recherchées de poissons et d'invertébrés vivant en eau profonde ont un faible taux de reproduction et une croissance lente. Il leur faudra donc des dizaines d'années, voire plusieurs siècles, pour que leurs stocks se reconstituent. Du fait de sa topographie complexe, le mont sous-marin Atlantide n'a pas été touché par les effets de la pêche au chalut de fond pratiquée par le passé, il peut donc servir de refuge aux espèces exploitables ciblées ailleurs.

L'Atlantis Bank héberge en outre des communautés coralliennes qui ont considérablement souffert de la pêche au chalut de fond sur les monts sous-marins de la dorsale sud-ouest indienne (Rogers, 2012). Il a été établi que le taux de croissance des espèces de coraux durs structurels était très lent en eau profonde, de sorte que ces coraux sont très sensibles aux dommages causés par la pêche, et notamment par le chalutage de fond. Il faudra sans doute des centaines d'années pour que les secteurs physiquement dégradés par l'activité humaine se rétablissent. Le banc est donc un élément particulièrement important pour la préservation de la diversité des communautés des fonds marins dans les eaux subtropicales de la dorsale sud-ouest indienne.

Protection et gestion

Le site a été déclaré aire benthique protégée (BPA) par la SIODFA. Les traces laissées par les chaluts sur les zones d'écroulements au nord-ouest de l'Atlantis Bank sont les preuves manifestes que la pêche est pratiquée sur le site. Le site est également proposé comme AIEB au motif qu'il est situé dans les eaux subtropicales et qu'il abrite une forte densité de têtes casquées pélagiques et d'écosystèmes marins vulnérables (jardin de corail et communautés de falaise).

Sensibilisation du public

En raison de son caractère exceptionnel et de l'intérêt scientifique qu'il suscite, l'Atlantis Bank est mentionné dans des campagnes de sensibilisation sur la vulnérabilité des monts sous-marins, que ce soit dans les articles écrits à l'issue d'expéditions (magazine *Oceanus* en 1998 (<http://www.whoi.edu/services/communications/oceanusmag.050826/v41n1/dick.html>), dans des blogs d'expéditions et dans les médias (voir par exemple la BBC, http://news.bbc.co.uk/earth/hi/earth_news/newsid_8363000/8363108.stm). Parce qu'il constitue une AIEB, l'Atlantis Bank figure également dans des ouvrages de vulgarisation sur la conservation des fonds et des monts sous-marins. C'est l'un des sites phares du projet mené par le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) et l'UICN et financé par le Fonds pour l'environnement mondial sur les monts sous-marins du sud-ouest de l'océan Indien (http://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/Water%20and%20Ocean%20Governance/Seamounts_Project.pdf).

Échelle géographique et intégrité du site

L'Atlantis Bank est un élément significatif qui prend naissance à des profondeurs de plus de 5 000 m et dont l'un des sommets, qui occupe une superficie d'environ 25 km², culmine à 700 m en-dessous du niveau de la mer. Bien que la pêche ait déjà un impact limité sur ce site, le banc représente un système complet assez vaste pour pouvoir préserver la diversité aussi riche que complexe d'habitats, d'écosystèmes et d'espèces qu'il abrite. Ce système est cependant d'une taille qui justifierait qu'il soit classé au Patrimoine mondial. Le banc se distingue par ailleurs des autres fonds marins de la région pour lesquels des concessions minières pourraient être accordées.

Autres sites comparables

On estime à plus de 100 000 le nombre de monts sous-marins d'au moins un kilomètre dans le monde,⁶ mais on ignore combien d'entre eux se situent dans le sud-ouest de l'océan Indien. L'Atlantis Bank est unique en raison de sa situation dans l'océan subtropical, de son histoire géologique inhabituelle, de sa diversité écologique et de la diversité des espèces qu'il abrite. Il a fait l'objet de recherches plus approfondies que d'autres bancs ou monts sous-marins, ce qui lui confère une importance accrue en tant que site de référence.

On veillera à ne pas confondre l'Atlantis Bank avec la chaîne sous-marine Grand Météore-Atlantide et le groupe Atlantis-Plato-Cruiser-Great Meteor Seamount, chaîne de volcans sous-marins éteints (monts sous-marins « chauds ») situés dans l'océan Atlantique.

⁶ Voir le Global Seamount Census. <http://topex.ucsd.edu/sandwell/publications/127.pdf>

Références

- Ahyong, S. T. 2014. Deep-sea squat lobsters of the *Munidopsis serricornis* complex in the Indo-West Pacific, with descriptions of six new species (Crustacea: Decapoda: Munidopsidae). *Records of the Australian Museum*, Vol. 66, No. 3, pp. 197-216. <http://dx.doi.org/10.3853/rjm.2201-4349.66.2014.1630>
- Amon, D. J., Copley, J. T., Dahlgren, T. G., Horton, T., Kemp, K. M., Rogers, A. D. et Glover, A. G. 2015. Observations of fauna attending wood and bone deployments from two seamounts on the Southwest Indian Ridge. *DeepSea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 1-11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2015.07.003>
- Baines, A. G., Cheadle, M. J., Dick, H. J. B., Hosford Scheirer, A., John, B. E., Kuszniir, N. J. et Matsumoto, T. 2003. Mechanism for generating the anomalous uplift of oceanic core complexes: Atlantis Bank, Southwest Indian Ridge. *Geology*, Vol. 31, No. 12, pp. 1105-1108. <http://dx.doi.org/10.1130/G19829.1>
- Boersch-Supan, P. H., Rogers, A. D. et Brierley, A. S. 2015. Author's Accepted Manuscript. *Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, pp. 1-40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2015.06.023>
- Clark M. R., Rowden A. A., Schlacher T. A., Guinotte J., Dunstan P. K., Williams A., O'Hara T. D., Watling Les, Niklitschek E. et Tsuchida S. 2014. Identifying Ecologically or Biologically Significant Areas (EBSAs): A systematic method and its application to seamounts in the South Pacific Ocean. *Ocean and Coastal Management*, Vol. 91, pp. 65-79. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.01.016>
- FAO. 2006. Management of demersal fisheries resources of the Southern Indian Ocean. Report of the fourth and fifth Ad Hoc Meetings on Potential Management Initiatives of Deepwater Fisheries Operators in the Southern Indian Ocean (Kameeldrift Est, Afrique du Sud, 12-19 février 2006 et Albion, Petite Rivière, Ile Maurice, 26-28 avril 2006) including specification of benthic protected areas and a 2006 programme of fisheries research. Compilé par Ross Shotton.
- Komai, T. 2013. A new species of the hippolytid genus *Paralebbeus* Bruce et Chace, 1986 (Crustacea: Decapoda: Caridea) from the Coral Seamount, southwestern Indian Ocean. *Zootaxa*, Vol. 3646, pp. 171-179.
- Lewis, R. L., et al. 2014. Global patterns of marine mammal, seabird, and sea turtle bycatch reveal taxa-specific and cumulative megafauna hotspots. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 111, No. 14, pp. 5271-5276. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1318960111>
- Nye, V. 2013. New species of hippolytid shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea: Hippolytidae) from a southwest Indian Ocean seamount. *Zootaxa*, Vol. 3637, No. 2, pp. 101-112. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3637.2.1>
- O'Loughlin, P. M., Mackenzie, M. et VandenSpiegel, D. 2013. New sea cucumber species from the seamounts on the Southwest Indian Ocean Ridge (Echinodermata: Holothuroidea: Aspidochirotida, Elaspodida, Dendrochirotida). *Memoirs of Museum Victoria*, Vol. 70, pp. 37-50. http://museumvictoria.com.au/pages/49228/037-050_mmv70_oloughlin_4.pdf
- Palmiotto, C., Corda, L., Ligl, M., Cipriani, A., Dick, H., Double, E., Gasperini, L., Montagna, P., Thil, F., Borsetti, A.M., Balestra, B. et Bonatti, E. 2013. Nonvolcanic tectonic islands in ancient and modern oceans. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, Vol. 14, No. 10, pp. 4698-4717. <http://dx.doi.org/10.1002/ggge.20279>
- Robel, A. A., Lozier M. S., Gary S. F., Shillinger G. L., Bailey H. et Bograd S. J. 2011. Projecting uncertainty onto marine megafauna trajectories. *Deep-Sea Research Part I*, Vol. 58, pp. 915-921. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr.2011.06.009>
- Rogers, A. D. 2012. Evolution and biodiversity of Antarctic organisms a molecular perspective, Antarctic Ecosystems. John Wiley et Sons Ltd., pp. 417-467. <http://dx.doi.org/10.1002/9781444347241.ch14>
- Rogers, A. D. et Taylor, M. L. 2012. Benthic biodiversity of seamounts in the southwest Indian Ocean Cruise report – R/V James Cook 066 Southwest Indian Ocean Seamounts expedition -7 novembre- 21 décembre, 2011. 235pp.
- Taylor, M. L., Cairns, S., Agnew, D. J. et Rogers, A. D. 2013. A revision of the genus *Thouarella* Gray, 1870 (Octocorallia: Primnoidae), including an illustrated dichotomous key, a new species description, and comments on *Plumarella* Gray, 1870 and *Dasystemella*, Versluys, 1906. *Zootaxa*, Vol. 3602, pp. 1-105. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3602.1>
- Taylor, M. L. et Rogers, A. D. 2015. Evolutionary dynamics of a common sub-Antarctic octocoral family. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, Vol. 84, pp. 185-204. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2014.11.008>
- Yesson, C., Clark, M. R., Taylor, M. et Rogers, A. D. 2011. The global distribution of seamounts based on 30-second bathymetry data. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, Vol. 58, No. 4, pp. 442-453. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr.2011.02.004>

