



Xestospongia muta (Schmidt, 1870),
Caractéristiques écologiques et maladies.

Mars 2010



Observatoire du Milieu Marin Martiniquais - OMMM

3, avenue Condorcet
97200 Fort de France
tel : 0596 39 42 16
fax: 0596 63 93 04
ommm@wanadoo.fr

Introduction

Les éponges appartiennent à l'embranchement des Spongiaires. Elles représentent une part importante des peuplements benthiques et ont une vaste distribution géographique et bathymétrique. Elles ont colonisé de nombreux milieux à l'échelle de la planète, aussi bien en eaux douces que marines, des eaux froides de l'antarctique aux eaux tropicales (Webster, 2007 ; Perez, 2000).

Les éponges sont des organismes caractéristiques des récifs coralliens caribéens (Diaz et Rützler, 2001) et 640 espèces ont été inventoriées (Van Soest, 1994) sur 15 000 espèces décrites (Hooper et Van Soest, 2002). Les Antilles seraient une des régions les plus riches avec une biomasse et des densités de populations élevées.

Les éponges ont une fonction importante de filtration, et contribuent à la production primaire et à la nitrification (Diaz et Rützler, 2001 ; Wulff, 2001). Elles sont une source de nourriture pour certaines espèces de poissons et de tortues et servent d'habitats à de nombreux autres organismes. Elles favorisent la régénération des coraux en libérant du carbonate de calcium nécessaire à la calcification (Diaz et Rützler, 2001 ; Wulff, 2001 ; Wulff, 2006). Certaines espèces d'éponges sont exploitées commercialement par l'homme et sont un critère esthétique pour les plongeurs. Une éponge baril géante (*Xestospongia muta*) de 2,5 m de diamètre a été recensée à Curaçao (Antilles Néerlandaises) (Nagelkerken, 2000). Le taux de couverture benthique de *X. sponsgia* peut atteindre 9 % des fonds récifaux dans la région Caraïbe (Zea, 1993).

Depuis plusieurs années, des problèmes de blanchissement d'éponges ont été répertoriés, et les maladies et taux de mortalité des individus ont augmenté de façon alarmante (Lopez et Pawlik, 2009). Des populations d'éponges ont été décimées dans la Caraïbe (Webster, 2007). En 2007, des nécroses ont été observées sur des spécimens de *X. muta* sur le littoral de la Martinique, qui part la suite ont disparu. Notre étude bibliographique présente une synthèse des maladies touchant *X. muta*. Les causes et les syndromes sont également décrits.

Biologie et caractéristiques de l'éponge *Xestospongia muta*

Les éponges sont apparues au Précambrien il y a 700 millions d'années (Finks, 1970). Ce sont des animaux sédentaires et pluricellulaires fixés au substrat. Leur paroi est constituée de deux couches de cellules hétérotrophes, l'endoderme et l'ectoderme (Fig. 1). Le corps de l'éponge est organisé autour de pores et de canaux qui établissent une connexion entre le milieu extérieur et la cavité gastrale, ou atrium. La circulation de l'eau assure l'apport d'oxygène et de particules alimentaires. L'eau pénètre par les « pores inhalants ou ostiole », et circule dans les canaux inhalants, puis est rejetée par un orifice exhalant, ou « oscule » (Beaumont et Cassier, 1998). Le feuillet interne est composé de cellules spécialisées munies de flagelles, les « choanocytes », qui assurent le mouvement de l'eau dans la cavité principale. Une excroissance (la collerette) sur le choanocytes filtre et retient les bactéries et particules dont l'animal se nourrit. Une excroissance (la collerette) sur le choanocytes filtre et retient les bactéries et particules dont l'animal se nourrit.

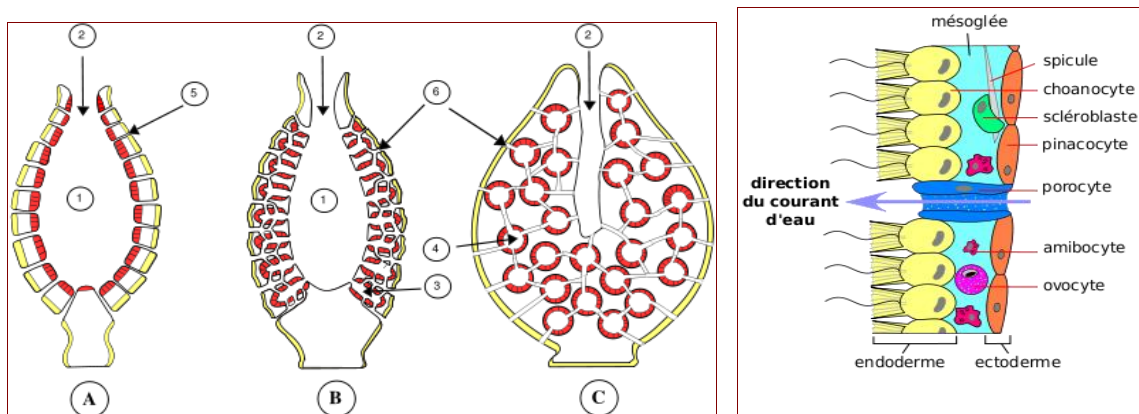


Figure 1 : A gauche : Schéma d'une éponge selon trois types d'organisation A : Ascon (forme simple) B : Sycon, C : Leucon (complexe) 1: Atrium, 2 : Oscule, 3 : Tube radiaire, 4 : Corbeille vibratile (composée de choanocytes en rouge) 5 : Pore inhalant 6 : Canal inhalant. A droite : Structure de la paroi d'une éponge (source : wikipedia)

Xestospongia muta (Photo 1), appelée communément éponge baril de par sa forme, est une éponge de la Classe des Desmosponges, Ordre des Haploscleridia, Famille des Petrosiidae. Son « squelette » est composé de fibres de spongine et de spicules siliceux de formes et de tailles variées organisés en réseau de mailles polygonales. Les tissus cellulaires contiennent des cyanobactéries symbiotes commensales (bénéfices non réciproques - Lopez *et al.*, 2008) appartenant aux groupes des *Synechococcus* (Gomez *et al.* 2002 ; Steindler *et al.* 2005), qui donnent la couleur brun-rouge à brun-gris (Pawlik, 2005 ; Steindler *et al.*, 2005) de l'éponge.



Photo 1. *Xestospongia muta* sur le site Jardin Tropical ©OMMM-Dupont

Chez certaines espèces, 40 à 60% du volume de leurs tissus est constitué de bactéries (Hentschel *et al.* 2006). Selon Wilkinson (1989), et Wilkinson & Chessire (1990), 28 à 58 % des éponges de la Caraïbes ont des associations symbiotiques et 23 espèces communes contiennent des cyanobactéries (Vicente, 1990).

Le transfert du carbone, de l'azote, et du phosphore nécessaires à la croissance de l'éponge, dans les tissus de l'hôte serait assuré par la symbiose (Wilkinson, 1983), (Thacker, 2005).

X. muta a un taux de croissance lent estimé à environ 2 cm/an (Humann, 1999), plus rapide en saison humide (Mc Muray *et al.*, 2008) qui donnerait aux plus vieilles éponges des récifs de la caraïbe un âge de 2300 ans. Des chercheurs de l'université de Caroline du nord ont estimé que des éponges d'1 m de diamètre avaient cent ans, et plus de deux mille ans pour celles dépassant 2,5 m (Holden, 2008).

X. muta est une espèce hermaphrodite mais capable d'autofécondation, avec une production asynchrone des ovules et des spermatozoïdes, décalée dans le temps. En 2004, à Belize,

des chercheurs ont observé la reproduction simultanée d'individus mâles et femelle appartenant à cette espèce. La femelle émet des œufs qui s'accumulent dans la cavité centrale et autour de l'éponge, alors que l'espèce mâle expulse un nuage de spermatozoïdes rapidement dispersés par les courants dans la colonne d'eau (Photo 2). La ponte a été observée entre mars-mai et en juillet/août dans les Keys en Floride, identifiant au moins deux périodes de reproduction dans l'année (Mc Muray *et al.*, 2008 ; Ritson-Williams *et al.*, 2005).

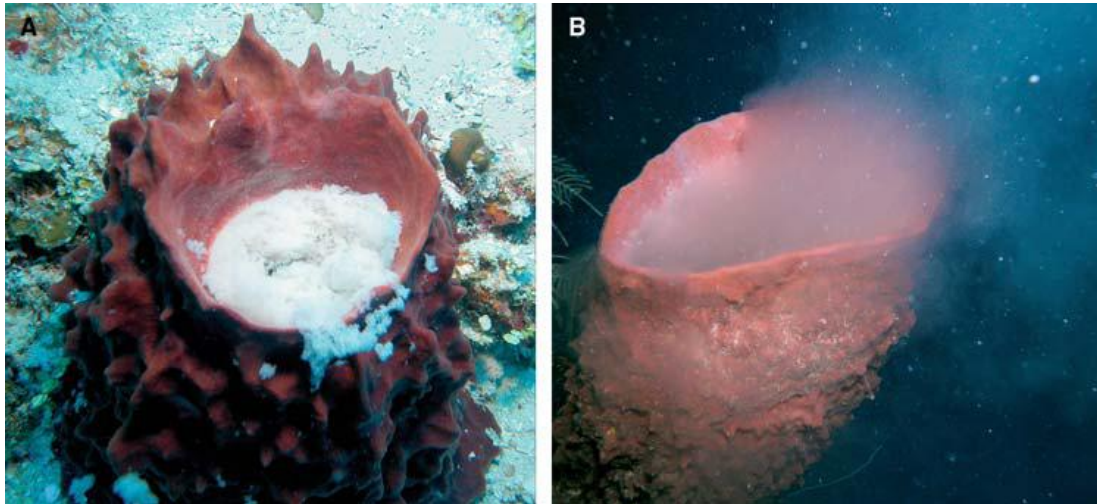


Photo 2. Reproduction de *Xestospongia muta* A : femelle et B : male sur la pente externe du récif au Belize
©R.Ritson Williams *et al.*, 2005.

La répartition géographique de *X. Muta* s'étend de la Floride, aux Bahamas, à la région Caraïbe et jusqu'au Brésil, sur des fonds rocheux et coralliens allant de 10 à 40 m de profondeur (Humann, 1999 ; Impact mer, 2008)

Maladies observées sur l'espèce *Xestospongia muta*

Des épidémies de grande ampleur ont été recensées dans la Caraïbe, notamment celle ayant touché l'oursin *Diadema antillarum* et le corail *Acropora palmata* dans les années 1980. Le bassin caribéen est considéré comme un hot spot d'émergence de maladies (Harvell *et al.*, 1999). En 1938, 70 à 95 % des éponges ont disparu suite à une sévère épidémie (Galstoff, 1942). Les premiers recensements connus de maladies touchant *X. muta* dans la littérature datent de 1996. Paz (1996) décrit un phénomène de blanchissement d'éponges et leur disparition en deux semaines (Photo 3), sur le récif Barrière du Belize (Paz, 1997).



Photo 3. Tissus de *Xestospongia muta* se désagrégeant. ©OMMM

Les mêmes observations ont été faites en 1997 par Nagelkerken (1987) à Curaçao sur le récif de San Juan, à 18m de profondeur. Une éponge de 2,5 m de diamètre a disparu en 5 mois, après l'apparition de tâches brunes à l'intérieur de la cavité. Les tissus sont devenus blancs et cassants en quelques mois l'éponge s'est progressivement disloquée (Nagelkerken *et al.*, 2000). Gammill et Fenner (2005) ont élaboré un guide d'identification des maladies d'éponges sur la base de sept espèces communes de Cozumel. En 2004 et 2005, respectivement 50 % et 100 % des individus de *X. muta* observés ont été touchés par la « maladie des points blancs ». Des points blancs apparaissent à l'intérieur de l'éponge, s'étendent et forment de boules blanches visibles sur la paroi extérieure de l'éponge. Une couronne blanche et solide apparaît autour de l'éponge et se propage sur les parois. Les individus malades se désagrègent avec les frottements de l'eau et les courants.

Les maladies qui touchent *X. muta* ont été observées dans toute la région caraïbe, le Golfe du Mexique et en Floride (Gammill et Fenner, 2005).

Selon Cowart *et al.* (2006), deux types de blanchissement sont identifiables

- 1) cyclique et réversible,
- 2) létal.

Gammill et Fenner, (2005) recensent les premières observations dans les années 1980. Depuis 1997, des suivis de populations de *Xestospongia muta* sont réalisés au National Marine Sanctuary de Floride. Le blanchissement cyclique (1) touche 25 % de la population d'éponges. Leur pigmentation se restaure en quelques mois. Le blanchissement létal (2) touche moins de 1% de la population (Cowart *et al.*, 2006). Dans ce cas, les individus perdent complètement leur couleur, les tissus se désagrègent et l'éponge disparaît.

Un autre phénomène observé et associé au blanchissement létal est celui de la « bande orange des éponges » ou SOB. Une bande orange apparaît sur la paroi et marque la limite entre tissus sains et atteints. L'origine de cette maladie serait une infection associée à un pathogène (Pawlik, 2005 ; Cowart *et al.*, 2006).

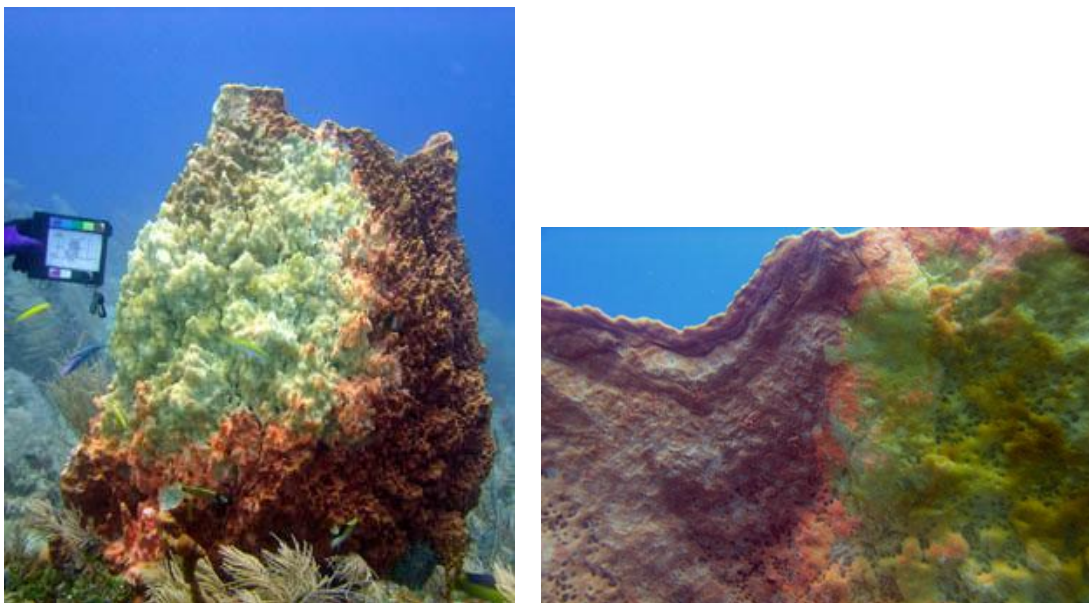


Photo 4. Individus de *Xestospongia muta* touchés par la SOB ©Pawlik, 2005

Le tableau 1 synthétise les données issues de la bibliographie sur les maladies de *Xestospongia* pour la région caraïbe.

En juillet 2009, quelques spécimens de *X. muta* dépigmentés ont été observés dans le cantonnement de Case Pilote. D'après les plongeurs (*comm. Pers.*) les tissus étaient fragiles et cassants, laissant supposer que les éponges étaient touchées par un blanchissement létal.



Photo 5. Spécimens de *Xestospongia muta* blanchis sur le site du cantonnement de Case Pilote en juillet 2009
©Renaud Leroux

Tableau 1. Maladies et symptômes associées à l'espèce *Xestospongia muta* pour la région Caraïbe.

Localisation	Année	Maladie et symptômes	Références
Belize	1996	Blanchissement de la base de l'éponge jusqu'au sommet puis désagrégation en deux semaines	Paz, 1997.
Curacao	1997	Apparition de tâches brunes, blanchissement, et décomposition de l'éponge en 5 mois	Nagelkerken, 2000
Texas Flower Garden Banks Nord-ouest du golfe du Mexique	2003	Blanchissement et dislocation de l'éponge	Borneman, 2004
Cozumel, Mexique	2004-2005	Apparition de points blancs à l'intérieur de l'éponge puis formation de « globules blancs » à l'extérieur de l'éponge. Blanchissement totale de l'éponge et décomposition en morceaux	Gammill et Fenner, 2005
Florida Keys national marine sanctuary	2000-2004	Blanchissement cyclique des éponges en automne	Pawlik, 2005
Florida Keys national marine sanctuary et Bahamas	2005	« SOB » maladie de la bande orange des éponges. Une bande orange migre entre les tissus sains et atteints par la maladie.	Cowart <i>et al.</i> , 2006
Puerto Rico, Dominique, Tobago et Panama, Cuba, Boynton beach, Palm beach county, Caymans, Tobago		Apparition de points blancs à l'intérieur de l'éponge puis formation de « globules blancs » à l'extérieur de l'éponge. Blanchissement totale de l'éponge et décomposition en morceaux	Gammill et Fenner, 2005
Key largo, Florida	2006	SOB et blanchissement cyclique	Lopez <i>et al.</i> , 2008

Causes et conséquences

Les causes de l'émergence de nouvelles maladies sur les populations d'éponges sont encore peu connues. Un lien entre maladies et changements environnementaux, notamment le réchauffement climatique, a été mis en avant par Harvell (1999). Au cours des 100 dernières années, la température de l'eau a augmenté de 1°C dans les régions tropicales (Hoegh-Guldberg, 1999). D'ici 2100, la température de surface des océans augmenterait de 1 à 5°C (IPCC, 2001), favorisant le développement des maladies d'origine bactérienne.

Une protéine de stress exprimée suite à un choc thermique (HSP) a été mise en évidence par Lopez *et al.*, (2008), lors de l'étude de spécimens d'éponges blanchis. Les spécimens de *X. muta* n'exprimaient pas cette protéine lors d'un blanchissement cyclique, alors qu'elle était détectée lors du blanchissement létal. Le blanchissement cyclique temporaire serait essentiellement caractérisé par une diminution de la densité en cyanobactéries contenues dans les tissus de l'éponge (Fromont et Garson, 1999). Certains auteurs supposent que le blanchissement cyclique pourrait être lié à un stress post reproduction (Pawlik, 2005). Pour les autres formes de maladies, les conséquences sont fatales et les spécimens disparaissent.

L'élévation de la température des eaux de surface serait associée au déclin des populations d'éponges dans les écosystèmes récifaux (Lopez *et al.*; 2008 ; Smith, 1941 ; Hummel *et al.*, 1988 ; Vacelet, 1994 ; Vacelet *et al.*, 1994 ; Webster, 2007), notamment chez les espèces renfermant des symbiotes photosynthétiques (Gammill, 2005). En méditerranéenne, une mortalité massive d'invertébrés, notamment des spongiaires, a été observée à l'été 1999, alors que les températures des eaux de surface étaient anormalement élevées (Perez *et al.*, 2000). Les changements environnementaux augmentent la prévalence et la virulence des maladies et facilitent l'apparition de nouvelles maladies. Dans la baie de Floride en 1991, la mortalité massive des éponges a été associée à un bloom persistant de cyanobactéries (Butler *et al.*, 1995). D'autre part, les populations marines deviendraient plus vulnérables à l'attaque de pathogènes dans un contexte de changements environnementaux, notamment le réchauffement des eaux, plus favorable aux développements bactériens et viraux (Harvell, 1999). L'augmentation de la fréquence des maladies observées chez *X. muta* est une réelle menace pour l'espèce. Webster *et al.* (2002) ont identifié un pathogène bactérien responsable d'une maladie chez l'éponge *Rhopaloides odorabile*. La similitude des symptômes avec ceux identifiés chez *X. muta* oriente les conclusions vers une origine bactérienne de la maladie.

Les polluants, les rejets d'eaux usées, l'enrichissement des eaux en nutriment et les espèces invasives sont aussi vecteurs de nouvelles maladies (Webster *et al.*, 2007) et ont un impact négatif sur la richesse spécifique en éponge (Marcos et Pedro, 2008).

Les récifs coralliens sont exposés à des perturbations d'origines naturelles et anthropiques comme les cyclones, la surpêche, les pollutions. (Hugues *et al.*, 2003). Les éponges sont fragilisées par les chaîne et ancres, engins de pêche (Schmahl 1999; Chiappone *et al.* 2002, 2005). En Martinique, la pêche aux casiers est une cause majeure de destruction des éponges (cisaillement par les câbles reliant les casiers – photo 6)

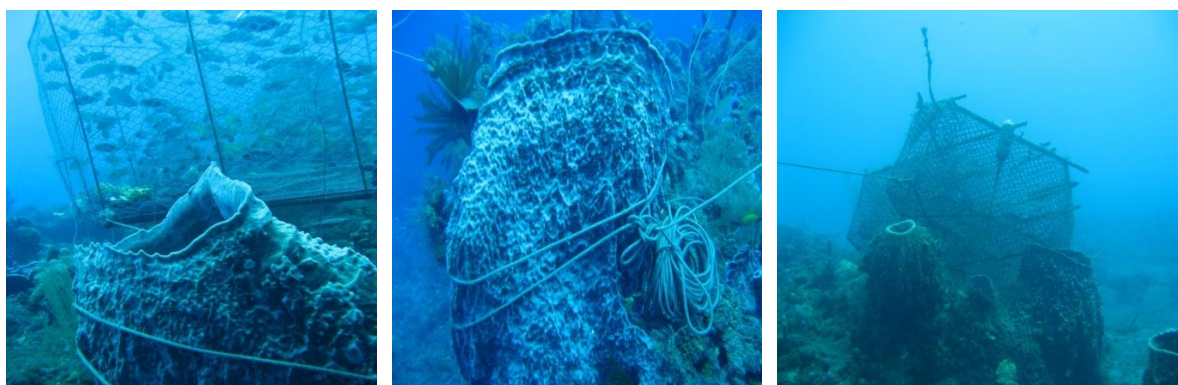


Photo 6. Individus de *Xestospongia muta* endommagés par des engins de pêche. Photos Pointe Lamare Nord Caraïbe ©OMMM-Fumaroli

Conclusions

De par son abondance et la taille des individus, *Xestospongia muta* fait partie intégrante du paysage sous-marin martiniquais. L'évaluation des maladies sur les communautés d'éponges et la quantification de leur impact sont des éléments difficiles à mesurer, du fait de la diversité et de l'abondance des espèces, de la rapidité de propagation des maladies et de la disparition des individus après la désagrégation des tissus. Selon Webster (2007), les recherches doivent s'orienter vers l'identification des agents pathogènes et le suivi de la fréquence des maladies. L'importance des variables environnementales affectant la fréquence des maladies des éponges, la virulence des pathogènes et l'immunité de certains spécimens face aux attaques est également à prendre en compte. Des suivis réguliers sur les sites de plongée où des spécimens de *Xestospongia muta* atteints ont été répertoriés permettraient de préciser le caractère ponctuel ou chronique de ces maladies. La disparition des éponges changerait radicalement la composition des récifs coralliens. Des suivis réguliers ciblés sur *X. muta* pourraient être envisagés.

Bibliographie

Beaumont A. et Cassier P. (1998). Biologie animale, Des Protozoaires aux Métazoaires épithélioneuriens Tome 1, Dunod, Paris : 459.

Borneman, E. (2004). Coral disease at the Flower Gardens and Stetson Bank: a report. Reefkeeping online document. (Reefbase)

Chiappone M., Dienes H., Swanson D.W., Miller S.L. (2005). Impacts of lost fishing gear on coral reef sessile invertebrates in the Florida Keys National Marine Sanctuary. *Biol Conserv* 121:221–230. doi:10.1016/j.biocon.2004.04.023

Chiappone M., White A., Swanson D.W., Miller S.L. (2002). Occurrence and biological impacts of fishing gear and other marine debris in the Florida Keys. *Mar Pollut Bull* 44:597–604. doi: 10.1016/S0025-326X(01)00290-9

Cowart, J.D., Henkel, T.P., McMurray, S.E., and Pawlik, J.R. (2006). Sponge orange band (SOB): a pathogenic-like condition of the giant barrel sponge *Xestospongia muta*. *Coral Reefs* 25: 513.

Diaz, M.C., and Ruetzler, K. (2001). Sponges: an essential component of Caribbean coral reefs. *Bull Mar Sci* 69: 535–546

Finks, R.M. (1970). The evolution and the ecological history of sponges during Paleozoic times. *Symp Zool Soc London* 25: 3–22.

Fromont J. et Garson M. (1999). Sponge bleaching on the West and East coast of Australia. *Coral Reefs* 18: 340

Galstoff, (1942). Wasting disease causing mortality of sponges in the West Indies and Gulf of Mexico. *Pro VIII American science Congress* 3:411-421

Gammill, E.R., and Fenner, D. (2005). *Disease threatens Caribbean sponges: report and identification guide* [WWW document]. URL <http://www.reefbase.org/spongedisease>

Gómez, R., Erpenbeck, D., Van Dijk, T., Richelle-Maurer, E., Devijver, C., Braekman, J.C., Woldringh, C., Van Soest, R.W.M. (2004). Identity of cyanobacterial symbionts of *Xestospongia muta*. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova* 66-67: 82-83

Harvell, C. D.; Kim, K.; Burkholder, J. M.; Colwell, R. R.; Epstein, P. R.; Grimes, D. J.; Hofmann, E. E.; Lipp, E. K.; Osterhaus, A. D. M. E.; Overstreet, R. M.; Porter, J. W.; Smith, G. W.; Vasta, G. R. (1999). Emerging Marine Diseases-Climate Links and Anthropogenic Factors. *Sciences'S Compass: Review: Marine Ecology* vol.285 (5433):1505-1510

Hentschel, U., Usher, K.M., and Taylor, M.W. (2006). Marine sponges as microbial fermenters. *FEMS Microbiol Ecol* 55: 167–177.

Hoegh-Guldberg O. (1999). Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reefs *Mar. Freshwater Res.*, 50, 839-66.

Holden C. (2008). Redwoods of the Reefs. *Sciencemag*.321:1.

Hooper, J.N.A., and Van Soest, R.W.M. (2002). *Systema Porifera: A Guide to the Classification of Sponges*. New York, NY, USA: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Hughes T.P., Baird A.H., Bellwood D.R., Card. M., Connolly S.R, Folke C., Grosberg R., Hoegh-Guldberg , Jackson J.B.C, Kleypas J., Lough J.M., Marshall P., Nyström M., Palumbi S.R., Pandolfi J.M., Rosen B., Roughgarden J. (2003). Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs. *Science*, 301 : 929- 933.

Humann P. (1999). Invertébrés coralliens. Identification, Floride, Caraïbes, Bahamas. *PLB Editions*, 321.

Hummel, H., Sepers, A.B.J., de Wolf, L., and Melissen, F.W. (1988). Bacterial growth on the marine sponge *Halichondria panicea* induced by reduced waterflow rate. *Mar Ecol Prog Ser* **42**: 195–198.

Impact mer (2008). Porifera Madinina. Inventaire des éponges de la martinique. 1-65.

IPCC. (2001). Climate change 2001: synthesis report. A contribution of working groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Watson, R.T. (ed.). Cambridge, UK: Cambridge University Press, 398.

Lopez - Legentil S., Pawlik J.R. (2009). Genetic structure of the Caribbean giant barrel sponge *Xestospongia muta* using the I3-M11 partition of COI. *Coral Reefs* 28:157–165

López-Legentil, S., Song B., McMurray S. E and Pawlik J.R. (2008). Bleaching and stress in coral reef ecosystems: hsp70 expression by the giant barrel sponge *Xestospongia muta*. *Molecular Ecology* 17, 1840-1849.

Nagelkerken, I., Aerts, L., and Pors, L. (2000). Barrel sponge bows out. *Reef Encounter*. Kansas, USA: International Society for Reef Studies: 14 –15.

Marcos Z., Pedro M. Alcolado (2008). Effect of sewage pollution on coral reef sponge communities at the western side of Havana City, Cuba. www.nova.edu/ncr/11icrs/abstract_files/icrs2008-000790.pdf

McMurray, S.E., Blum, J.E., Pawlik, J.R. (2008). Redwood of the reef: growth and age of the giant barrel sponge *Xestospongia muta* in the Florida Keys. *Mar. Biol.* 155: 159-171.

Pawlik, J.R. (2005). Giant barrel sponge: *X. muta* - bleaching in *Xestospongia muta*. Pawlik online document. (reef base.org)

Paz, M. (1997). New killer disease attacks giant barrel sponge. *San Pedro Sun*, Belize: 7 March. [WWWdocument]. URL <http://sanpedrosun.net/old/sponge.html>.

Perez, T., Garrabou, J., Sartoretto, S., Harmelina, J.-G., Francour, P., and Vacelet, J. (2000). Mortalité massive d'invertébrés marins: un événement sans précédent en Méditerranée nord-occidentale. *Life Sci* 323: 853–865

Perez, T. (2000). Evaluation de la qualité des milieux côtiers par les spongiaires : Etat de l'Art. *Bull. Soc. zool. Fr*, 125(1) : 17-25

Ritson-Williams R.; Becerro M.A., Paul V.J. (2005). Spawning of the giant barrel sponge *Xestospongia muta* in Belize. *Coral Reefs*. vol. 24, n°1, 160.

Schmahl G.P. (1999). Recovery and growth of the giant barrel sponge (*Xestospongia muta*) following physical injury from a vessel grounding in the Florida Keys. *Mem Queensl Mus* 44:532

Smith, F.G.W. (1941). Sponge disease in British Honduras, and its transmission by water currents. *Ecology* **22**: 415–421.

Soest, R.W.M. van.(1994). Demosponge distributions patterns. van Soest, R.W.M., van Kempen, T.M.G., Braekman, J.-C. (Eds.), *Sponges in Time and Space: Biology, Chemistry, Paleontology*. A.A. Balkema, Rotterdam: 213–223.

Steindler L., Huchon D., Avni A., Ilan M. (2005). 16S rRNA phylogeny of sponge associated cyanobacteria. *Applied Environmental Microbiology*, **71**, 4127–4131.

Thacker W.R. (2005). Impacts of Shading on Sponge-Cyanobacteria Symbioses: A Comparison between Host-Specific and Generalist Associations. *Integr. comp. biol.*, 45:369–376

Vacelet, J. (1994). Control of the severe sponge epidemic. Near East and Europe: Algeria, Cyprus, Egypt, Lebanon, Malta, Morocco, Syria, Tunisia, Turkey, Yugoslavia. In: *Technical Report: The Struggle against the Epidemic Which Is Decimating Mediterranean Sponges, FI: TCP/RAB/8853*. Rome, Italy: FAO, 1–39.

Vacelet, J., Vacelet, E., Gaillet, E., and Gallissian, M.F. (1994). Bacterial attack of spongin skeleton during the 1986–1990 Mediterranean sponge disease. In *Sponges in Time and Space*. van Soest, R.W.M., van Kempen, T.M.G., and Braekman, J.C. (eds). Rotterdam, the Netherlands: A.A. Balkema, 355–362.

Vicente V.P. (1990). Response of sponges with autotrophic endosymbionts during the coral-bleaching episode in Puerto Rico. *Coral Reefs* 8:199-202

Webster N.S. (2007). Sponge disease: a global threat? *Environmental Microbiology* 9 (6): 1363-1375

Webster, N.S., Negri, A.P., Webb, R.I., and Hill, R.T. (2002). A spongin-boring alpha proteobacterium is the etiological agent of disease in the Great Barrier Reef sponge, *Rhopaloeides odorabile*. *Mar Ecol Prog Ser* 232: 305–309

Wilkinson C.R. (1983). Net primary productivity in coral reef sponges. *Science*, **219**, 410–412.

Wilkinson, C. R. (1989). Interocean differences in size and nutrition of coral reef sponge populations. *Science* 236: 1654–1656.

Wilkinson, C. R. and A. C. Chessire. (1990). Comparisons of sponge populations across the Barrier reefs of Australia and Belize: evidence for higher productivity in the Caribbean. *Mar. Ecol.Prog. Ser.* 67: 285–294.

Wulff, J. (2001). Assessing and monitoring coral reefs sponges: Why and How? *Bulletin of marine Science*, 69(2): 831-846

Zea S., (1993). Cover of Sponges and Other Sessile Organisms in Rocky and Coral Reef Habitats of Santa Marta, Colombian Caribbean Sea. *Caribbean Journal of Science*, Vol. 29, No. 1-2: 75-88.