

Sur le statut taxonomique de l'holothurie aspidochirote *Holothuria (Holothuria) tubulosa* (Echinodermata : Holothuroidea) de la côte algérienne

Toufik MANSOURI^{1,2}, Dina Lila SOUALILI² & Karim MEZALI²

¹Département de Biologie, ²Département des Sciences de la Mer et de l'Aquaculture, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, 27000, Boîte postale 300, Algérie

E-mail : king.toufik23@gmail.com

Résumé

Les Holothuries aspidochirotées sont une classe d'invertébrés marins de l'embranchement des échinodermes. La classification de leurs espèces est plus complexe et se base essentiellement sur le critère endosquelettique. Dans la présente étude nous avons révisé la systématique du "concombre de mer" *Holothuria (H.) tubulosa* (Gmelin, 1791) de quelques sites de la côte algérienne (Stidia, Sidi Fredj et Figuier Plage). Les examens morphologiques, anatomiques, endosquelettique (sclérites) et moléculaires (analyse des séquences d'ADN) réalisés sur les individus de cette espèce ont montré la présence de deux morphotypes bien distincts qu'on a noté A & B. Le morphotype "A" correspond à *Holothuria (Holothuria) tubulosa* classique précédemment décrite par Kohler (1921) ; alors que le morphotype "B" correspondrait à une espèce nouvelle dont les caractéristiques sont totalement différentes à celles de *Holothuria (H.) tubulosa* A. Les méthodes statistiques utilisées (classification ascendante hiérarchique et l'analyse canonique) ont confirmé des différences nettes et hautement significatives entre les individus des deux morphotypes. Ce dernier résultat corrobore avec l'analyse moléculaire (séquences d'ADN disponibles dans notre base de données et sur GenBank). Pour mieux visualiser les résultats obtenus, les mesures réalisées sur l'endosquelette (sclérites) des individus de *Holothuria (H.) tubulosa* (A & B) ont été comparés aux individus d'autres espèces qui étaient présentes dans notre échantillonnage notamment l'espèce exotique *Holothuria (Roweothuria) arguinensis* décrite récemment sur la côte algérienne par Mezali et Thandar (2014) et *Holothuria (Roweothuria) poli*.

Mots clés : Holothuries aspidochirotées, Sclérites, Espèces nouvelles, Classification, phylogénétique, Analyse discriminante, bassin algérien.

I. Introduction

Si le rôle écologique des holothuries est largement bien maîtrisé aujourd'hui, la taxonomie de plusieurs groupes de ces espèces est encore balbutiante, et, au cours des dix dernières années, certaines espèces ont été redéfinies. Par exemple, le statut taxonomique de *H. tubulosa*, *H. stellati*, *H. dakarensis* et *H. mammata* a été sujet de beaucoup de discussions et de changements dans la littérature. Koehler (1921 ; 1927) a considéré *H. tubulosa*, *H. stellati* et *H. mammata* des espèces distinctes et bien séparées. Panning (1934) a noté des ressemblances entre ces espèces

et il a maintenu le rang spécifique de *H. mammata* tout en considérant *H. stellati* comme étant une variété de *H. tubulosa*. En 1939, Panning a considéré *H. stellati* comme étant une super-espèce composé de quatre espèces : *H. stellati*, *H. stellati tubulosa*, *H. stellati mammata* et *H. stellati dakarensis*. Cherbonnier (1950) a reconnu *H. tubulosa*, *H. mammata* et *H. dakarensis* comme étant des espèces séparées et a confirmé leurs statuts taxonomiques spécifique ainsi que les caractéristiques qui les différencient. Tortonese (1965) a aussi entré dans ce débat en étudiant des échantillons des côtes Italienne où il a identifié *H. mammata* et *H. tubulosa*. Ce même auteur a conclu sur la difficulté d'établir le statut taxonomique de *H. stellati* et il a recommandé d'autres études taxonomiques afin de situer la position exacte de *H. stellati* et de déterminer sa relation avec *H. tubulosa*. Rowe (1969) et Thandar (1988) ont distingué 18 sous genres d'*Holothuria* et ont conclu qu'il est impératif de signaler entre parenthèses ces sous genres. De plus, Rowe (1969) a conclu qu'il est possible de distinguer les espèces du sous genre *Holothuria* par la taille de leurs endosquelette (sclérites). Gustato & Villari (1980) ont étudié la systématique et la fréquence d'occurrence des espèces du genre *Holothuria* dans le golfe de Naples (Italie) et l'accent a été mise sur la définition du statut taxinomique de *H. (H.) stellati*. Ces auteurs ont reconnu *H. (H.) tubulosa* de *H. (H.) stellati* et ont présenté une comparaison détaillée entre ces deux espèces (dans l'eau et en dehors de l'eau) ainsi que la morphologie et le pourcentage de leurs sclérites. Zavodnik (2003) a mentionné que la position taxonomique de *H. (H.) stellati* reste encore très ambiguë et débattue. Mezali (2008) et Mezali et Paulay (2009) ont proposé des résultats confluant et ont conclu que *H. (H.) stellati* existe en méditerranée d'après les résultats obtenus sur l'analyse morphologique et endosquelettique de cette espèce. Ces mêmes auteurs ont émis l'hypothèse de l'existence de deux morphotypes pour *H. (H.) tubulosa* (A & B) ainsi qu'un cas d'hybridisme entre *H. (H.) stellati* et *H. (R.) poli*.

Dans la présente étude, le statut taxonomique des deux morphotypes de *H. (H.) tubulosa* (A & B) a été réévalué par une étude plus fine sur la morphologie géométrique des sclérites de ces deux formes en utilisant des analyses statistiques poussées. Deux autres espèces d'holothurie aspidochiotes de la côte algérienne [*Holothuria (R.) arguinensis* et *Holothuria (R.) poli*] sont considérés dans cette étude pour établir des comparaisons dans le traitement statistique des données endosquelettique et moléculaires.

II. Matériel et méthodes

Une base de données a été utilisé pour étudier l'endosquelette des espèces d'holothuries aspidochiotes méditerranéenne notamment des côtes algériennes. Pour l'étude moléculaire un ensemble de 30 séquences nucléotidiques du gène 16S ARNr ont été utilisées afin de construire l'arbre phylogénétique par la méthode de Maximum de vraisemblance (Cavalli-Sforza et Edwards, 1967). Nous avons utilisé le logiciel « Mega 5 » (Tamura *et al.* 2011) pour élaborer l'arbre phylogénétique. Le modèle K2P plus Gamma distribution Kimura (1980) a été sélectionné comme le modèle le plus adéquat en utilisant le programme jModeltest 2.1.3. Nous avons testé la robustesse des nœuds par le test de bootstraps (100 répliques bootstraps). L'espèce *Holothuria (Platyperona) forskali* a été considérée comme étant un groupe externe.

III. Résultats

III.1. Descriptions morphologiques et anatomiques des deux holothurides considérés

III.1.1. *Holothuria (H.) tubulosa A*

Les individus de *H. (H.) tubulosa A* (classique) (Fig.1) ont généralement une forme presque cylindrique. Leurs tailles peuvent atteindre 200 mm de long sur 50 à 60 mm de large à l'état de contraction. Du point de vue anatomique, cette espèce ne présente pas d'organes de défenses ou tubes de Cuviers.

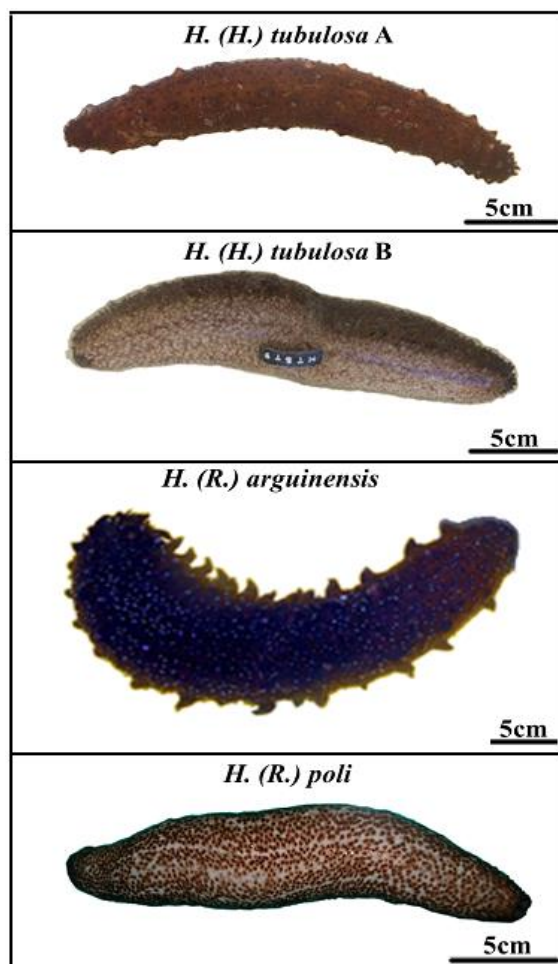


Figure 1 : Morphologie externe des différentes espèces d'holothuries Aspidochirotés de la côte algérienne.

III.1.2. *Holothuria (H.) tubulosa B*

Les individus de *H. (H.) tubulosa B* (Fig.1) ont en général un corps convexe sur la partie dorsale et présente une face ventrale aplatie. La taille moyenne des individus collectés est de 200 mm ; ils possèdent un tégument flasque et peu épais à l'état relaxé. Contrairement aux individus de *H. (H.) tubulosa A*, les verrucosités coniques de la face dorsale sont très petites et peuvent faire défaut chez quelques individus analysés.

III.2. Analyses statistiques des données (mensurations effectuées sur l'endosquelette ou sclérites)

III.2.1. Classification ascendante hiérarchique

Le Dendrogramme obtenu à partir des mesures effectuées sur les formes de sclérites (boucles) (Fig. 2) a permis de séparer les deux populations de *Holothuria* (*H.*) *tubulosa* (A & B). On s'aperçoit clairement la présence de deux groupes d'holothurides ; le premier groupe englobe *H. (R.) arguinensis* et *H. (H.) tubulosa* A (classique) et le deuxième englobe *H. (R.) poli* et *H. (H.) tubulosa* B.

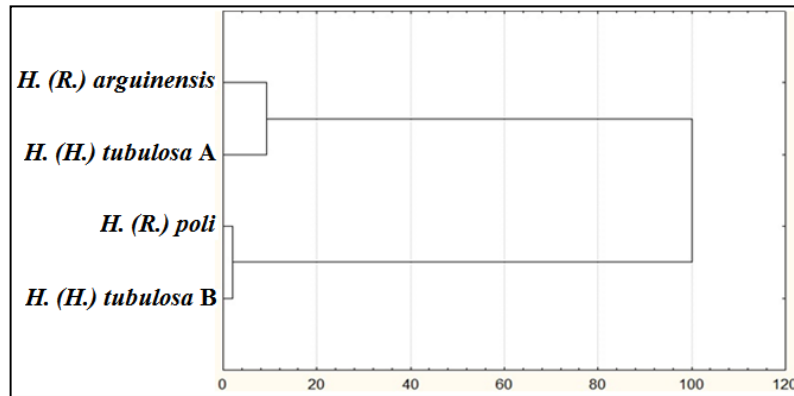


Figure 2 : Dendrogramme représentant la distance entre les groupes d'espèces étudiées par analyse cluster des sclérites (carré de la distance euclidienne, méthode de Ward).

Les résultats de cette classification nous confirment que les sclérites de *H. (H.) tubulosa* A (classique) et *H. (R.) arguinensis* ont les mêmes dimensions. Ce résultat est similaire pour *H. (H.) tubulosa* B et *H. (R.) poli*. Cela nous indique qu'il y a peut-être une relation de parenté entre *H. (H.) tubulosa* A et *H. (R.) arguinensis* d'une part et entre *H. (H.) tubulosa* B et *H. (R.) poli* d'autre part. Les diagrammes en boîtes (Fig.3) montrent aussi que les deux morphotypes d'*Holothuria tubulosa* (A & B) sont bien séparés.

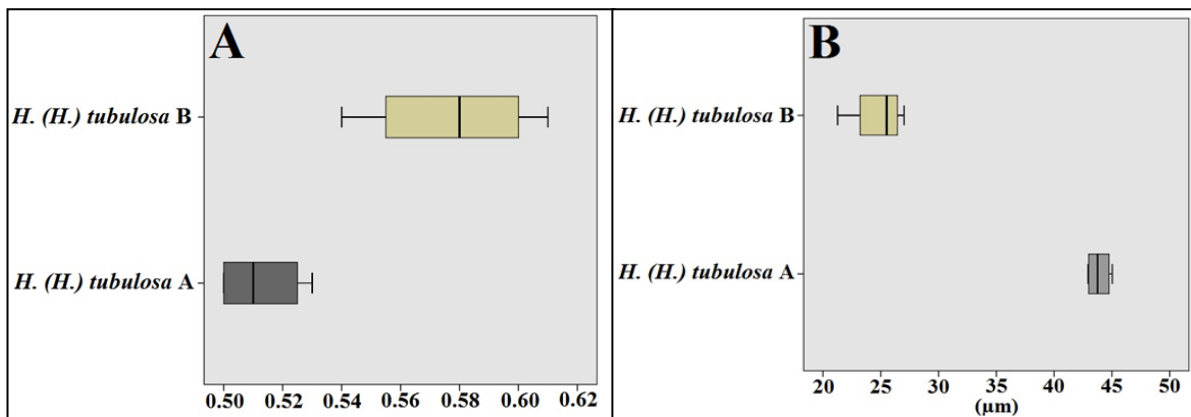


Figure 3 : (A) : Valeurs moyennes de la variable forme allongée des boucles de la face ventrale des deux espèces : *H. (H.) tubulosa* B & *H. (H.) tubulosa* A. (B) : Valeurs moyennes de la variable longueur des boucles de la face dorsale pour les mêmes espèces.

III.3. Analyse moléculaire

De nos jours, les critères morphologique et anatomique de classification des espèces sont souvent complétés par des analyses moléculaire ("barcoding moléculaire") qui sont des techniques efficaces et largement adoptées en systématique moderne (Mezali, 2008). L'arbre

phylogénétique obtenue par la méthode de Maximum vraisemblance est indiqué dans la figure 4.

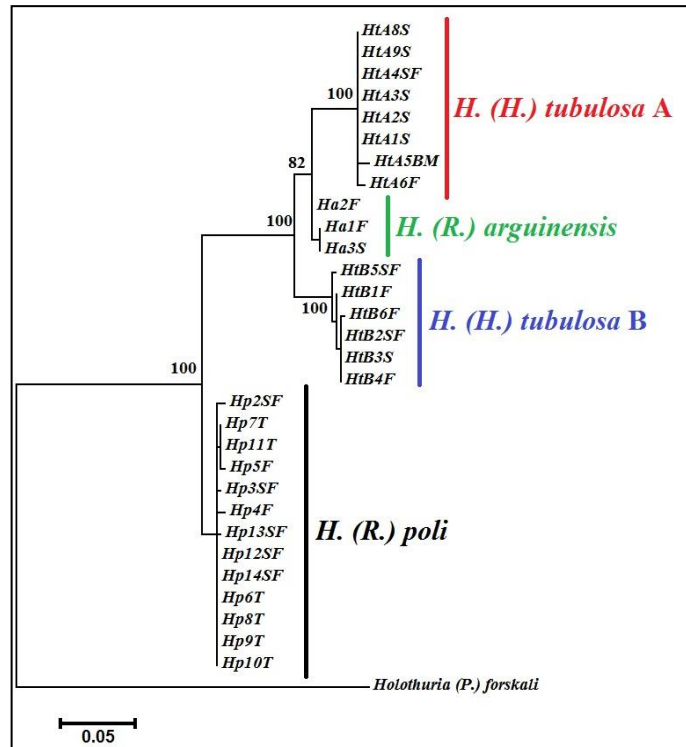


Figure 4 : Arbre phylogénétique établi pour les quatre espèces d'holothuries aspidochirotes étudiées par la méthode de Maximum vraisemblance. (100 réplicats bootstraps) (Le modèle choisi est le K2P plus Gamma distribution. S= Stidia, SF= Sidi-Fredj, F= Figuier, BM= Banyuls-sur-Mer, T=Tamentefoust.

D'après l'arbre phylogénétique obtenu (Fig. 4) nous remarquons que les individus de l'espèce *Holothuria (H.) tubulosa A* sont proche avec ceux d'*H. (R.) arguinensis*. Ce résultat converge avec les résultats de l'analyse de sclérites (Fig. 2). Nous constatons aussi que *Holothuria (R.) poli* et l'espèce la plus divergente et la plus lointaine des autres espèces.

IV. Discussion

La taxonomie de plusieurs groupes d'holothuries aspidochirotes est encore ambiguë, notamment en ce qui concerne le genre *Holothuria*. Nous avons vu auparavant le débat qui a duré plus de 90 ans concernant la position systématique des 3 espèces [*Holothuria (H.) tubulosa*, *Holothuria (H.) stellati*, et *Holothuria (H.) mammata*]. Ces débats ont eu lieu car le genre *Holothuria* est l'un des genres qui n'a pas des caractères morphologiques taxonomiquement informatifs en plus d'une diversité phénotypique intraspécifique élevée rencontrée entre les espèces (Clouse *et al.* 2005).

Nos résultats indiquent que *Holothuria (H.) tubulosa* présente deux espèces cryptiques qu'on a noté *Holothuria (H.) tubulosa A* (classique) et *Holothuria (H.) tubulosa B*. D'après les résultats obtenus, ces deux variétés d'espèces s'avèrent distinctes aussi bien sur le plan morphologique, anatomique, endosquelettique et moléculaire. D'après notre révision systématique et statistique en réalisant des mensurations sur l'endosquelette (sclérites), on s'aperçoit clairement que les deux populations de *H. (H.) tubulosa* (A & B) sont bien séparées et pourraient représenter deux

variétés d'espèces (Fig.3). Les individus de *Holothuria (H.) tubulosa* A (classique) déjà décrites par Koehler (1921) sont beaucoup plus proches à celles de *Holothuria (R.) arguinensis* qu'à celles de *Holothuria tubulosa* B (Fig. 2). L'arbre phylogénétique établi par la méthode de Maximum de vraisemblance supporte aussi bien ce résultat (Fig. 4). En effet, *Holothuria (R.) arguinensis* est beaucoup plus proche aux deux populations de *H. (H.) tubulosa* (A & B) qu'à *Holothuria (R.) poli*. Borrero et al. (2010) ont signalés une relation très proche entre *H. (H.) tubulosa* et *H. (R.) arguinensis* et c'est le cas dans la présente étude. Le phylogramme (Fig. 4) illustre aussi que *Holothuria (R.) poli* est l'espèce la plus divergente des autres espèces. Nos résultats sont en contradiction avec des travaux proposés antérieurement et qui sont basés seulement sur le critère endosquelettique. Plus précisément, les sous genres *Holothuria* et *Roweothuria* ne paraissent pas comme des groupes réciproquement monophylétiques (Rowe 1969 ; Thandar 1988). Selon nos résultats les deux sont paraphylétiques. Les analyses statistiques des sclérites nous ont donné des indications très fortement significatives et indiquent que les deux populations de *Holothuria (H.) tubulosa* (A & B) sont différentes. Cela nous laisse penser que la population de *Holothuria (H.) tubulosa* B présente une autre espèce totalement différente d'*H. (H.) tubulosa* A (classique) décrite par Koehler (1921).

V. Conclusion

La révision taxonomique poussée réalisée à partir d'une base de données nous a permis de réévaluer le statut taxonomique de certaines espèces d'holothuries aspidochirotés de la côte Algérienne. Les résultats obtenus indiquent que *Holothuria (H.) tubulosa*, l'espèce la plus commune en mer méditerranée présente deux espèces cryptiques bien distinctes qu'on a noté *Holothuria (H.) tubulosa* A classique précédemment décrite par Koehler (1921) et *Holothuria (H.) tubulosa* B nouvelle à la science.

VI. Références Bibliographique

Borrero-Pérez, G.H., Gomez-Zurita, J., Gonzalez-Wanguemert, M., Marcos, C., Perez-Ruzafa, A. (2010) Molecular systematics of the genus *Holothuria* in the Mediterranean and Northeastern Atlantic and a molecular clock for the diversification of the Holothuriidae (Echinodermata : Holothuroidea). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 57, 899–906.

Cavalli-Sforza, L.L., Edwards, A.W.F. (1967) Phylogenetic analysis: models and estimation procedures. *American Journal of Human Genetics*, 19, 233–257.

Cherbonnier, G. (1950) Note sur *Holothuria dakarenis* Panning. *Bulletin du Muséum 2^e Série*, 22 (1), 102–108.

Clouse, M., Janies, D.A. & Kerr, A.M. (2005) Resurrection of *Bohadschia bivittata* from *B. marmorata* (Holothuroidea: Holothuriidae) based on behavioral, morphological, and mitochondrial DNA evidence. *Zoology*, 108, 27–39.

Gustato, G., Villari, A. (1980) About the question of the taxonomic status of *Holothuria stellati*. In: Jangoux, M. (eds). *Echinoderms present and past*. Proceedings of the European Colloquium on Echinoderms. Rotterdam: Balkema, 107–110.

Kimura, M. (1980) A simple method for estimating evolutionary rate bases substitution through comparative studies of nucleotide sequences. *Journal of Molecular Evolution*, 16, 111–120.

Koehler, R. (1921) Echinodermes. *Faune de France*, 1, 1–210.

Koehler, R. (1927) *Les échinodermes des Mers d'Europe. I.* Doin, Paris, 362 pp.

Mezali, K. (2008) Phylogénie, systématique, dynamique des populations et nutrition de quelques espèces d'Holothurie aspidochirotes (Holothuroidea : Échinodermata) inféodées aux herbiers de Posidonies de la région Algérienne. PhD thesis, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Algérie, 208 pp.

Mezali, K., Thandar, A.S. (2014) First record of *Holothuria (Roweothuria) arguinensis* (Echinodermata: Holothuroidea: Aspidochirotida: Holothuriidae) from the Algerian coastal waters. *Marine Biodiversity Records. Marine Biological Association of the United Kingdom*, 7 (1), 1–4.

Mezali, K., Paulay, G. (2009). Species limits and cryptic species in Mediterranean Sea cucumber (Holothuroidea: Echinodermata). "*Mediterranean Sea Grass Workshop 2009 – MSW09*", Hvar, Croatie, 06-10 september 2009.

Panning, A. (1934) Die Gattung *Holothuria*. *Mitteilungen aus dem Zoologischen Staatsinstitut und Zoologischen Museum in Hamburg*, 45, 24–50.

Panning, A. (1939) Holothurien von der Kanaren und von Dakar. *Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistorisk Forening I Kjøbenhavn*, 103, 523–547.

Rowe, F.W.E. (1969) A review of the family Holothuriidae. *Bulletin British Museum Natural History (Zoology)* 18(4), 117–170.

Tamura, K., Peterson, D., Peterson, N., Stecher, G., Nei, M. & Kumar, S. (2011) MEGA5, Molecular Evolutionary Genetics Analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance. *Molecular Biology & Evolution*, 28 (10), 2731–2739. <http://dx.doi.org/10.1093/molbev/msr121>

Thandar, A.S. (1988) A new subgenus of *Holothuria* with a description of a new species from the south-east Atlantic Ocean. *Zoological Journal*, London, 215, 47–54.

Tortonese, E. (1965) Echinodermata. *Fauna d'Italia*, 6, i–xv + 1–422.

Zavodnik, D. (2003) Marine fauna of Miljet National park (Adriatic Sea, Croatia). 2. Echinodermata. *Acta Adriatica*, 44, 105–160.