

SUR L'EXPANSION DE LA CREVETTE ROYALE GRISE *PENAEUS AZTECUS* (IVES, 1904) EN MEDITERRANEE ET SA PREMIERE OBSERVATION AU NORD DE LA TUNISIE

Olfa BEN ABDALLAH-BEN HADJ HAMIDA^{1*}, N. BEN HADJ HAMIDA¹, A. S. CHOUIKH¹, D. ABIDI^{1,2} et H. MISSAOUT³

1- Institut National des Sciences et Technologies de la Mer. Centre de Sfax, BP. 1035, 3018 Sfax, Tunisie

2- Institut National des Sciences et Technologies de la Mer. Centre de Sfax, ZI Madagascar – 3018 Sfax, Tunisie

2- Faculté des Sciences de Sfax, Route de la Soukra km 4 - B.P. n° 802 - 3038 Sfax, Tunisie

3- Institut National des Sciences et technologies de la Mer, 28 rue du 2 mars 1934 - 2025 Salammbô

*olfa.benabdallah@instm.rnrt.tn

ملخص

حول ظهور القمبري *Penaeus aztecus* في المنطقة الشمالية للبلاد التونسية: تم اصطياد عينة من القمبري *Penaeus aztecus* أصيل شرق المحيط الأطلسي في المياه الشمالية التونسية خلال عمليات صيد الشوفرات *Parapenaeus longirostris* بالمنطقة الشمالية للسواحل التونسية في أواخر شهر جويلية 2020. بناءً على مراجعة المؤلفات والمعلومات الحديثة، تم تقديم مساحة توزيع القمبري الغريب *Penaeus aztecus* في البحر الأبيض المتوسط. **كلمات مفاتيح:** أول إشارة، قمبري، *Penaeus aztecus*، المنطقة الشمالية التونسية.

RESUME

Un spécimen mâle de la crevette royale grise *Penaeus aztecus* Ives, 1891, une espèce de l'Atlantique Ouest, a été capturé par chalut de fond le long de la côte Nord de la Tunisie (Méditerranée centrale). Ce spécimen a été observé au niveau des captures de la chevette *Parapenaeus longirostris* à la fin du mois de juillet 2020. En se basant sur la revue de la littérature et les informations récentes, l'aire de répartition de la crevette royale grise exotique *Penaeus aztecus* en mer Méditerranée a été ainsi présentée.

Mots clés : Première signalisation, crevette, *Penaeus aztecus*, Nord de la Tunisie.

ABSTRACT

On the expansion of the brown shrimp *Penaeus aztecus* (Ives, 1904) in the Mediterranean and its first observation in northern Tunisia: A male of the northern brown shrimp *Penaeus aztecus* Ives, 1891, a West Atlantic species, were unexpectedly caught by bottom trawler along the northern coast of Tunisia (Central Mediterranean). This atlantic species was landed during a fishing survey of Deep water rose shrimp *Parapenaeus longirostris*, later July 2020. Based on the literature review and recent information, the range of the exotic brown shrimp *Penaeus aztecus* in the Mediterranean Sea was thus presented.

Key words: First record, shrimp, *Penaeus aztecus*, Northern Tunisia.

INTRODUCTION

Au cours des dernières décennies, la biodiversité marine en Méditerranée a subi diverses modifications résultant des impacts humains directs et indirects sur l'écosystème marin (Galil, 2007). Les effets directs peuvent comprendre la navigation, le commerce, l'aquaculture et la pêche alors que les effets indirects incluent les changements climatiques. La combinaison de ces effets pourrait faciliter l'introduction et l'installation de nouvelles espèces principalement des organismes thermophiles (Goulletquer et al., 2014). Alors que la Méditerranée orientale était colonisée par des migrants lessepsiens, espèces exotiques entrant par le canal de Suez, en Méditerranée Ouest, les principaux vecteurs d'introduction sont la mariculture et le trafic maritime (Katsanevakis et al., 2013). Bien que les chiffres actuels soient plus élevés, une liste de contrôle récente a identifié 986 espèces exotiques en Méditerranée : 775 en Méditerranée orientale, 249 en Méditerranée

centrale, 190 en mer Adriatique et 308 en Méditerranée occidentale (Zenetos et al. 2012).

Les effets des espèces exotiques sur les pêcheries méditerranéennes, qui revêtent une importance particulière pour les économies locales, présentent un grand intérêt. Par exemple, les espèces lessepsiennes constituent actuellement environ 40% des débarquements de navires artisanaux au Liban (Carpentieri et al., 2009).

Des rapports récents ont identifié quatorze pénéidés non indigènes en Méditerranée, dont huit ont probablement été introduits par le biais du Canal de Suez (Galil et al., 2015). En effet, les crevettes pénéides exotiques commerciales deviennent une ressource de plus en plus importante en raison de leur valeur commerciale élevée. Deux penaeids indo-pacifiques: la crevette *Metapenaeus affinis* (H. Milne Edwards, 1837) et la crevette mouchetée *Metapenaeus monoceros* (Fabricius, 1798) constituent des exemples intéressants du développement de la pêche commerciale. Dans la

Baie d'İzmir, en Turquie, *M. Affinis* a été enregistrée pour la première fois en 2008 et son importance commerciale et son exploitation ont rapidement augmenté dans les pêcheries locales par rapport à la crevette indigène, *Penaeus kerathurus* (Forskål, 1775) (Dinçer et Aydin, 2014). Depuis la fin des années 1990, *M. monoceros* est devenue l'une des principales espèces cibles dans les pêcheries commerciales côtières du golfe de Gabès en Tunisie (Ben Hadj Hamida-Ben Abdallah et al., 2009). De même, *Penaeus pulchricaudatus* (Stebbing, 1914) et *Penaeus semisulcatus* (De Haan, 1844) constituent actuellement la majeure partie des captures de crevettes sur la côte méditerranéenne de l'Égypte et dans les lagunes du Delta du Nil (Galil, 2007). La crevette royale grise, *Penaeus aztecus* n'est pas une espèce lessepsienne, mais elle est originaire de l'Océan Atlantique occidental, du Massachusetts à la Floride, en passant par le golfe du Mexique (Tavares 2002). Elle a été également enregistrée au Canada et a été introduite en Océanie (Nouvelle-Calédonie et Polynésie française) pour des fins d'aquaculture. L'espèce vit dans des profondeurs comprises entre 1 et 165 m, les plus fortes densités d'adultes se rencontrant entre 27 et 55 m (Williams, 1984). Il s'agit de la plus importante espèce pour la pêche à la crevette au large des côtes Est des États-Unis et du golfe de Mexique, avec un débarquement annuel moyen de l'ordre de 50 000 tonnes (NOAA, 2013). En Méditerranée, la crevette royale grise a été capturée pour la première fois en 2009 dans la Baie d'Antalya, en Turquie (Deval et al., 2010). Depuis, l'espèce s'est rapidement répandue le long des côtes du sud de la Turquie (Gökoğlu et Özvarol, 2013), de la mer Égée (Nikolopoulou et al., 2013 ; Kevrekidis, 2014 ; Minos et al., 2015 ; Kondylatos et Corsini Foka, 2015), de la mer Ionienne orientale (Kapisiris et al., 2014 ; Zenetos et Giavasi, 2015), l'Adriatique du Sud

(Marković et al. 2013) et la mer Tyrrhénienne (Cruscani et al., 2015). Elle a récemment été trouvée en Palestine occupée et dans le golfe de Lion (Galil et al., 2017). Par ailleurs, Scannella et al. (2017) ont signalé la présence de *P. aztecus* le long des côtes sud de la Sicile entre Porto Empedocle et Mazara del Vallo (Méditerranée centrale). En Tunisie, *P. aztecus* a été observée pour la première fois en octobre 2016 au niveau du golfe de Gabès (Ben Jarray et al., 2019). Dans la présente étude, nous rapportons le premier enregistrement de la crevette royale grise sur les côtes Nord de la Tunisie, et nous discutons de la propagation rapide et actuelle de l'espèce en Méditerranée.

MATERIEL ET METHODES

À la fin du mois de juillet 2020, un spécimen de *P. aztecus* (Photo 1) a été capturé par un chalutier professionnel durant une campagne de pêche à la cheverette *Parapenaeus longirostris* au niveau de la région Nord de la Tunisie (Figure 1). Les informations relatives à l'opération de pêche et au site de collecte sont présentées dans le tableau 1. Le seul individu de la crevette royale grise a été capturé au niveau des profondeurs comprises entre 220 et 350 m. Le spécimen a été identifié d'après Tavares (2002) et photographié. La longueur totale (TL en mm) a été mesurée depuis la pointe du rostre jusqu'au bord postérieur du telson. La longueur de la carapace (CL en mm) a été mesurée en tant que la distance entre le bord postérieur de l'orbite et le bord postérieur de la carapace. La masse totale (WT) a été mesurée à 0,001 g près. Le sexe a été identifié et le stade de maturité des gonades a été ainsi déterminé et enregistré.

Tableau I : Informations relatives à l'opération de pêche pendant laquelle l'individu de *P. aztecus* a été capturé

Date	Temps	Type de Chalut	Coordonnées		Profondeur (m)	
			Début	Fin	Début	Fin
25/07/2020	Nuit	Italien	37°22'40.8 10°32'01.3	37°28'39.8 10°35'74.4	221	341

Par ailleurs, nous avons essayé de présenter la répartition géographique et l'expansion de *Penaeus aztecus* d'après la littérature existante.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Le spécimen, un mâle, identifié comme étant *P. aztecus*, présente une carapace lisse, un rostre armé de 8 à 10 dents dorsales (l'épine épigastrique incluse) et 2 dents ventrales ; le sulcus surrénal atteignant presque le bord postérieur de la carapace ; le sillon dorso-latéral sur le 6^{ème} somite abdominal est large et le

telson présentant un sulcus dorsal profond (Deval et al., 2010). L'individu capturé, présente une longueur totale de 155 mm, une longueur de la carapace de 35,46 mm et un poids total de 31,689 g. Il s'agit d'un mâle adulte présentant un petasma complètement développé, avec les deux moitiés réunies médialement.



Photo 1. *Penaeus aztecus*

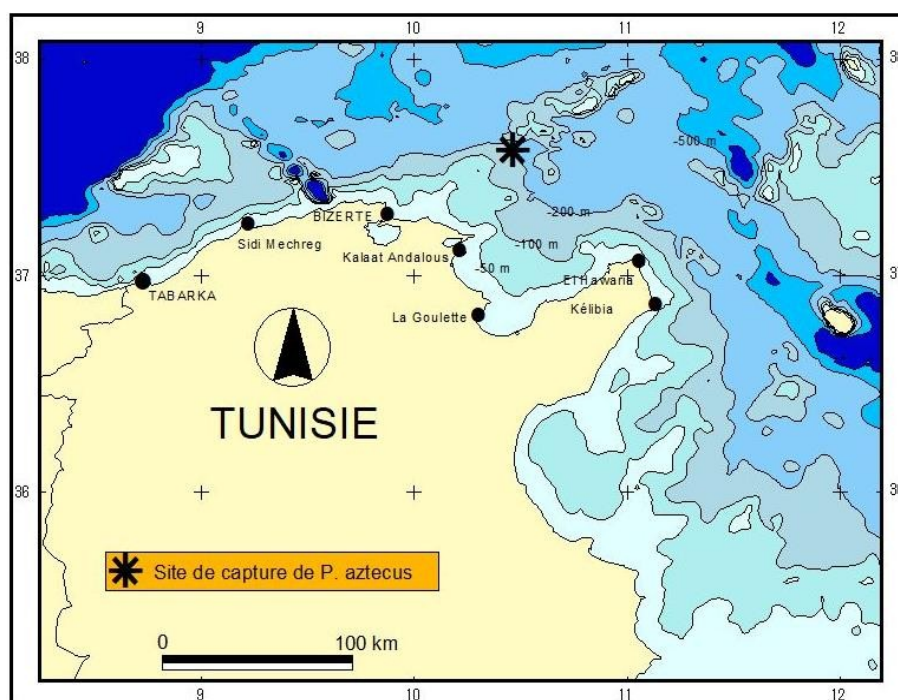


Figure 1. Position géographique du lieu de pêche de *P. aztecus* au nord de la Tunisie

Un corpus croissant de littérature montre que le réchauffement de la Mer Méditerranée (Skliris et al., 2012) est associé à un nombre croissant de signalisations d'espèces "chaudes" provenant principalement de la Mer Rouge et de l'Océan Atlantique, un phénomène décrit comme une tropicalisation de la Méditerranée (Bianchi, 2007 ; Bianchi et al., 2012). Le nombre croissant de nouvelles mentions d'espèces exotiques en Mer Méditerranée, ainsi que leur expansion géographique, est la preuve évidente d'un écosystème en mutation rapide.

P. aztecus est une espèce de climat tempéré qui est déjà établie en Méditerranée orientale et qui pourrait trouver un habitat propice dans les eaux côtières centrales et occidentales de la Méditerranée, comme l'indiquent les informations récentes concernant l'espèce au nord de la Sicile dans la Mer Tyrrhénienne et dans le golfe de Lion (Cruscanti et al., 2015 ; Galil et al., 2016). Il s'agit de l'une des espèces qui sont rapidement entrées en Mer Méditerranée (Zava et al., 2018). L'aire de répartition de cette espèce dans cette mer s'est étendue. Des mentions locales antérieures de *Penaeus aztecus* sur

les côtes Sud de la Tunisie ont été fournies dans le golfe de Gabès (Ben Jarray et al., 2019). L'expansion entre 2013 et 2020 est la suivante; Baie de Boka Kotorska, mer Adriatique, Monténégro (Markovic et al., 2014), île de Corfou, mer Ionienne, Grèce (Kapisir et Apostolidis, 2014), golfe Thermaikos (Kevrekidis, 2014) et estuaires Nestos, mer Égée, Yunanistan (Minos et al., 2015), Castiglione della Pescaia, Tyrrhénienne Italie (Cruscanti et al., 2015), Kyllini (Zenetos et Giavasi, 2015) et Chalki Island, Grèce (Kondylatos et Corsini-Foka, 2015), Golfe du Lion (France), côte Palestiniennes (Galil et al., 2017), Sicile entre Porto Empedocle et Mazara del Vallo, Italie (Scannella et al., 2017); Lagon Vivari, golfe d'Argolikos - Grèce, mer Égée (Kapisir et Minos, 2017); Çandarli et Baie d'Ildir, Mer Égée, Turquie (Bakir et Aydin, 2016); Chieti, Ortona, Mola di Bari et Termoli, Mer Adriatique (Zava et al., 2018) et baie de Vlora-Albanie, mer Adriatique et Marzamemi, côte ionienne de la Sicile (Kampouris et al., 2018), Golfe de Gabès au sud de la Tunisie (Ben Jarray et al., 2019).

Les eaux de ballast des navires ont été considérées

comme le vecteur le plus probable de l'introduction de *P. aztecus* en Méditerranée (Deval et al. 2010). L'expansion rapide de l'espèce vers l'ouest dans la Mer Égée, l'est de la Mer Ionienne, le sud-est de la mer Adriatique, le secteur nord du détroit de Sicile et, à présent, le golfe de Gabès et le nord de la Tunisie, pourrait être liée à la dispersion et au transport des œufs et des larves de crevette le long des principaux itinéraires de la circulation de l'eau de surface (dans le sens inverse des aiguilles d'une montre) dans l'est et le centre de la Méditerranée (Poulain et al. 2012) ; quoique les études sur la survie. Les larves et les juvéniles de *P. aztecus* sont connus pour résister à de larges intervalles de salinités et de températures (Re et al., 2005, Zein-Eldin et Aldrich, 1965). De plus, Coll et al. (2010) ont rapporté que l'augmentation de la température permet aux espèces (indigènes et non-indigènes) de s'établir dans de nouveaux écosystèmes et rend les espèces exotiques plus avantageuses par rapport aux espèces autochtones. Cependant, il est possible que des transferts supplémentaires aient eu lieu dans eaux de ballast provenant de la population établie dans la Méditerranée turque. Il aurait également pu y avoir des transferts supplémentaires des populations indigènes aux États-Unis, en particulier dans le cas de la découverte récente de l'espèce dans le nord de la mer Tyrrhénienne, en Israël et dans le golfe de Lion (Galil et al. 2017). Enfin, Cruscanti et al. (2015) suggèrent que la présence de *P. aztecus* ainsi que d'autres crevettes penaeides non lessepsiennes en Méditerranée pourrait être le résultat d'une fuite ou d'une libération d'une activité aquacole non divulguée. Bien que les activités aquacoles soient connues pour la crevette royale grise dans d'autres parties du monde (Cook et Lindner 1970 ; Holthuis 1980), rien ne prouve l'existence de cette activité en mer Méditerranée. Selon Deval et al. (2010) l'espèce n'est pas un bon candidat pour l'aquaculture en Méditerranée en raison de son faible taux de croissance. De même, il est peu probable que *Rimapenaeus similis* (Smith, 1885), la première crevette penaeide d'origine atlantique signalée dans les eaux tunisiennes Sud (Ben Hadj Hamida-Ben Abdallah et al. 2010a) puisse être liée aux activités aquacoles. En ce qui concerne les effets sur l'écosystème, l'établissement de *P. aztecus* pourrait entraîner une concurrence avec la crevette endémique, *P. kerathurus*, compte tenu des similitudes entre leurs cycles de vie (Kevrekidis 2014). Les deux espèces se reproduisent dans les eaux côtières et les post-larves pénètrent dans les estuaires et les lagunes côtières où les juvéniles grandissent puis retournent dans le milieu marin. En outre, la crevette royale grise pourrait être un vecteur de propagation pour le parasite *Epipenaeon ingens ingens* Nobili, 1906. Ce Bopyridae indo-pacifique qui parasite une variété de crevettes pénaeides, a été signalé pour la première fois en Méditerranée sur *P. semisulcatus*

par Bourdon (1968) et a récemment été observé sur *P. aztecus* (Korun et al., 2013).

Par ailleurs, l'observation de la crevette royale grise au niveau des grandes profondeurs, dépassant les 250 m est inhabituelle. En effet, cette espèce vit, généralement, dans des profondeurs comprises entre 1 et 165 m, les plus fortes densités d'adultes se rencontrant entre 27 et 55 m (Williams, 1984). En plus, les signalisations de l'espèce en Méditerranée rapportent son occurrence au niveau des zones côtières ne dépassant pas les 60 m de profondeur. En effet, Ben Jarray et al. (2019) ont rapporté la présence de l'espèce au niveau de 54 m dans le golfe de Gabès. Özcan et al. (2019) ont noté la capture de *P. aztecus* par chalutage benthique, dans les Baies d'İskenderun et de Mersin, en Turquie, sur des fonds marins sableux et vaseux à des profondeurs de 20 à 35 m. L'espèce a été aussi capturée pour la première fois dans le canal de Sicile entre 22 et 70 m de profondeur à trois milles au large de la côte sud de la Sicile (Scannella et al., 2017). Elle a été également enregistrée à une profondeur de 20 à 25 m sur des fonds sablo-vaseux dans la Baie de Boka Kotorska au Monténégro (Marković et al., 2013) et collectée par chalutage de fond effectué par des navires de pêche professionnels à une profondeur de 45 à 50 m dans le golfe Thermaïkos et à 7 milles marins des estuaires de la rivière Nestos, au nord de la mer Égée, en Grèce (Minos et al., 2015). L'observation récente du spécimen de *P. aztecus* au nord de la Tunisie par des profondeurs au-delà de la limite supérieure de l'intervalle 1-165 m rapporté par la littérature pourrait être un phénomène inhabituel lié uniquement à l'individu capturé ou, pourrait témoigner sur le potentiel d'adaptation de l'espèce à des conditions écologiques extrêmes.

Du point de vue de la pêche, il convient de noter que *P. aztecus* est l'une des espèces les plus importantes pour la pêche commerciale à la crevette au large de la côte est des États-Unis et dans le golfe du Mexique (NOAA 2010) ; par conséquent, elle pourrait devenir une nouvelle ressource pour les pêcheries côtières méditerranéennes et plus particulièrement tunisienne. En effet, depuis son apparition dans le golfe de Gabès en 2016 (Ben Jarray et al., 2019) l'abondance de l'espèce n'a cessé d'augmenter et ses captures ont connu une hausse progressive aussi bien par les filets de pêche côtière que par les chaluts de fond où les captures peuvent dépasser les 200 kg par sortie (*Comm. personnelle*). L'espèce a alors gagné du terrain en colonisant presque la totalité de la partie nord et centre du golfe. La valeur commerciale de *P. aztecus* a augmenté et les prix de vente varient, actuellement de 20 à 35 dinars tunisiens pour le kilo. Des études récentes ont rapporté que *Penaeus aztecus* qui étend son aire de répartition en Méditerranée, pourrait avoir un effet négatif potentiel sur les espèces indigènes de la Méditerranée telles que

Penaeus kerathurus (Kevrekidis, 2014). Cependant, comme l'affirme Galil (2011), « les impacts écologiques des espèces exotiques dans le biote méditerranéen, à quelques exceptions près, sont mal connus et il existe peu d'informations sur les relations kaléidoscopiques entre les biotes indigènes et exotiques de la mer Méditerranée ». Le même auteur présente *M. kerathurus* comme un exemple de changement soudain simultané de l'abondance des espèces attribué à la concurrence des envahisseurs érythréens dans le sud-est de la Méditerranée, où il existe aujourd'hui une pêcherie de crevettes multi-espèces. La présence de *M. monoceros*, *T. palaestinensis*, *M. stebbingi* et de *Rimapenaeus similis* (Smith, 1885) (Ben Hadj Hamida-Ben Abdallah et al., 2010) et récemment *Penaeus aztecus*, dans le golfe de Gabès complète les intrusions des pénaïdes exotiques à ce jour dans les habitats de *M. kerathurus* et suscite des inquiétudes sur le sort des pêcheries locales des espèces autochtones. En outre, on peut s'attendre à ce que la pêche intensive et la surexploitation de *M. kerathurus* en mer Méditerranée et le long de la côte est de l'Atlantique facilitent l'intrusion et l'établissement d'envahisseurs pénaïdes exotiques dans les habitats des espèces autochtones, probablement délaissées avec une abondance de ressources alimentaires. Par conséquent, il est probable que les nouvelles espèces de crevettes commenceront à entrer en compétition avec les autres espèces de crevettes existantes au niveau de la région. Il est connu que *Penaeus aztecus* préfère les zones côtières, et plusieurs baies et estuaires de l'écosystème méditerranéen sont des habitats appropriés pour cette espèce. D'autant plus, Kevrekidis (2014) a noté que *Penaeus aztecus* pourrait présenter des impacts sur de nombreuses espèces indigènes et exotiques de l'est de la Méditerranée.

CONCLUSION

Les eaux tunisiennes ont connu, des modifications faunistiques et floristiques importantes suite à l'intensification de la pêche, la pollution, l'ouverture du canal de Suez en 1869 et l'intensification du transport maritime. En effet, plusieurs nouvelles espèces ont été signalées. Ces espèces enregistrent un gain de terrain parfois rapide et peuvent porter préjudices à l'encontre de la faune et de la flore autochtones. Parmi ces espèces, de nouvelles crevettes de la famille des Penaeidae ont été signalées dans le golfe de Gabès il s'agit de *Trachysalambria curvirostris* (Stimpson, 1860) (Zaouali, 1993), *Metapenaeus monoceros* (Fabricius, 1798) (Missaoui et Zaouali, 1995) et *Metapenaeus stebbingi* (Nobili, 1904) (Ben Hadj Hamida-Ben Abdallah et al., 2006), d'origine indopacifique ; et de *Rimapenaeus similis* (Smith, 1885) (Ben Hadj Hamida-Ben Abdallah et al.,

2010a) et *P. aztecus* d'origine atlantique. Parmi ces crevettes,

M. monoceros est devenue de plus en plus fréquente dans les captures et sa valeur commerciale n'a cessé d'augmenter au cours du temps (Ben Hadj Hamida-Ben Abdallah et al., 2009 et 2010b).

La crevette royale grise exotique *Penaeus aztecus* s'est répandue dans toute la Méditerranée (en particulier dans la partie orientale) principalement par des introductions de navires et/ou eaux de ballast et a été actuellement signalée sur les côtes de 9 pays au niveau de plus de 25 localités différentes.

La présence de *Penaeus aztecus* dans les eaux tunisiennes de la continuité du phénomène de migrations atlantique et en fait augmenter au nombre de cinq les espèces de crevettes Penaeidae exotiques. À l'heure actuelle, on ignore si l'effet global de la crevette royale grise sur la pêche à la crevette sera positif ou négatif et, le suivi des observations est, alors, nécessaire pour pouvoir l'évaluer mais aussi pour pouvoir quantifier la présence de *P. aztecus* en Tunisie. Par ailleurs, la signalisation actuelle de l'espèce au niveau de profondeurs supérieures aux limites rapportées dans la littérature est inhabituelle et laisse penser que cette espèce pourrait supporter des changements écologiques extrêmes, ce qui rend plus probable son expansion dans de nouveaux écosystèmes.

BIBLIOGRAPHIE

- Bakır K. & Aydın I., 2016. New localities in the Aegean Sea for alien shrimps *Penaeus aztecus* (Ives, 1891) and *Metapenaeus affinis* (H. Milne Edwards, 1837), Acta Adriatica, 57, 2, 273-280.
- Ben Hadj Hamida-Ben Abdallah, O., Ben Hadj Hamida, N., Jarbouï, O. & Frogia C., 2010a. First occurrence of the yellow roughneck shrimp, *Rimapenaeus similis* (Smith, 1885) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) in the Mediterranean Sea (Tunisian waters). Biological Invasions 12: 999–1001, <http://dx.doi.org/10.1007/s10530-009-9536-y>.
- Ben Hadj Hamida-Ben Abdallah, O., Ben Hadj Hamida, N., Jarbouï, O. & H. Missaoui, 2010b. Age and growth of the speckled shrimp *Metapenaeus monoceros* (Fabricius, 1798) in the gulf of Gabes (Southern Tunisia, Central Mediterranean). Cahiers de Biologie Marine, 51 : 265-274.
- Ben Hadj Hamida-Ben Abdallah, O., Ben Hadj Hamida, N., Jarbouï, O., Fiorentino F. & Missaoui, H., 2009. Reproductive biology of the speckled shrimp *Metapenaeus monoceros* (Fabricius, 1798) (Decapoda: Penaeidae) in the gulf of Gabes (Southern Tunisia, Eastern

- Mediterranean). *Cahiers de Biologie Marine*, 50 : 231-240.
- Ben Hadj Hamida-Ben Abdallah, O., Ben Hadj Hamida, N., Jarboui, O. & H. Missaoui, 2006. Première observation de la crevette faucon *Metapenaeus stebbingi* (Nobili, 1904) dans le golfe de Gabès. *Bull Inst Natn Sci Techn Mer Salammbô*, 33:133-136.
- Ben Jarray, F., Marouani, S., Karaa, S., Hentati, Z. & Jarboui, O., 2019. First record of the brown shrimp *Penaeus aztecus* (Decapoda: Penaeidae) in the Gulf of Gabes (Central Mediterranean Sea, Tunisia). *Cahiers de Biologie Marine*, 60: 425-430.
- Bianchi, C.N., 2007. Biodiversity issues for the forthcoming tropical Mediterranean Sea. *Hydrobiologia*, 580: 7–21, <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-006-0469-5>.
- Bianchi, C.N., Morri, C., Chiantore, M., Montefalcone, M., Parravicini, V. & Rovere, A., 2012. Mediterranean Sea biodiversity between the legacy from the past and a future of change. In: Stambler N (ed), *Life in the Mediterranean Sea: a look at habitat changes*. Nova Science Publishers, New York, pp 1–55.
- Bourdon, R., 1968. Les Bopyrus des mers Europeennes. *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, 50(2): 77–424.
- Carpentieri, P., Lelli, S., Colloca, F., Mohanna, C., Bartolino, V., Moubayed, S. & Ardizzone, G.D., 2009. Incidence of lessepsian migrants on landings of the artisanal fishery of south Lebanon. *Marine Biodiversity Records*, 2(e71), pp.1-6.
- Cook, H.L. & Lindner, M.J., 1970. Synopsis of biological data on the brown shrimp *Penaeus aztecus* Ives, 1891. In: *Proceedings of the world scientific conference on the biology and culture of shrimps and prawns*, FAO Fisheries Report No 57, Vol. 4.
- Cruscanti, M., Innocenti, G., Alvarado Bremer, J. & Galil B.S., 2015. First report of the brown shrimp *Penaeus aztecus* Ives, 1891 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) in the Tyrrhenian Sea. *Marine Biodiversity Records*, 8: e81, <http://dx.doi.org/10.1017/s1755267215000664>
- Deval, M.C., Kaya, Y., Güven, O., Gökoğlu, M. & Frogia, C., 2010. An unexpected find of the western Atlantic shrimp, *Farfantepenaeus aztecus* (Ives, 1891) (Decapoda, Penaeidae) in Antalya Bay, eastern Mediterranean Sea. *Crustaceana*, 83:1531–1537. <http://dx.doi.org/10.1163/001121610x538859>.
- Dinçer, M.T. & Aydın, I. 2014. Proximate composition and mineral and fatty acid profiles of male and female jinga shrimps (*Metapenaeus affinis*, H. Milne Edwards, 1837). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 38: 445–451, <http://dx.doi.org/10.3906/vet-1301-15>.
- Galil, B. S., 2011. The alien crustaceans in the Mediterranean Sea: an historical review. *Springer Series in Invasion Ecology*, 6: 377–401.
- Galil, B.S., 2007. Seeing Red: Alien species along the Mediterranean coast of Israel. *Aquatic Invasions*, 2(4): 281-312. <http://dx.doi.org/10.3391/ai.2007.2.4.2>
- Galil, B.S., Boero, F., Campbell, M.L., Carlton, J.T., Cook, E., Fraschetti, S., Gollasch, S., Hewitt, C.L., Jelmert, A., Macpherson, E. & Marchini, A., 2015. ‘Double trouble’: the expansion of the Suez Canal and marine bioinvasions in the Mediterranean Sea. *Biological Invasions*, 17(4), pp.973-976.
- Galil, B.S., Innocenti, G., Douek, J., Paz, G. & Rinkevich, B., 2017. Foul play? On the rapid spread of the brown shrimp *Penaeus aztecus* Ives, 1891 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) in the Mediterranean, with new records from the Gulf of Lion and the southern Levant. *Marine Biodiversity*, 47: 979-985. <http://dx.doi.org/10.1007/s12526-0160518-x>.
- Gökoğlu, M. & Özvarol, Y., 2013. New Mediterranean Marine biodiversity records (December, 2013) 2.15. Biogeographic expansion of *Farfantepenaeus aztecus* (Ives, 1891) (Decapoda: Penaeidae) in the Eastern Mediterranean Sea. *Mediterranean Marine Science* 14: 475–476, <http://dx.doi.org/10.12681/mms.676>.
- Goulletquer, P., Gros, P., Boeuf, G. & Weber, J., 2014. The Impacts of Human Activities on Marine Biodiversity. In: Goulletquer P, Gros P, Boeuf G, Weber J (eds), *Biodiversity in the Marine Environment*, Springer New York, pp 311–324, http://dx.doi.org/10.1007/978-94-017-8566-2_2.
- Holthuis, L., 1980. FAO species catalogue, shrimps and prawn of the World. An annotated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fisheries Synopses 125 Vol. I, 271 pp.
- Kampouris, T. E., Tiralongo, F., Golemaj, A., Giovos, I., Doumpas, N. & Batjakas, I. E., 2018. *Penaeus aztecus* Ives, 1891 (Decapoda, Dendrobranchiata, Penaeidae): On the range expansion in Sicilian waters and on the first record from Albanian coast. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 6(4): 468-471.
- Kapiris, K. & Apostolidis, C., 2014. *Farfantepenaeus aztecus*: a new alien decapod in the Ionian Sea, 209, in Kapiris et al., 2014, New Mediterranean Marine biodiversity records (April, 2014), *Mediterranean Marine Science*, 15(1): 198-212.

- Kapiris, K., Apostolidis, C., Baldacconi, R., Başusta, N., Bilecenoğlu, M., Bitar, G., Bobori, D.C., Boyacı, Y.Ö., Dimitriadis, C., Djurović, M., Dulcic, J., Durucan, F., Gerovasileiou, V., Gökoğlu, M., Koutsoubas, D., Lefkaditou, E., Lipej, L., Marković, O., Mavrič, B., Özvarol, Y., Pesic, V., Petriki, O., Siapatis, A., Sini, M., Tibullo, D., Tiralongo, F., 2014. New Mediterranean marine biodiversity records. *Mediterranean Marine Science*, 15: 198-212.
- Katsanevakis, S., Zenetos, A., Belchior, C. & Cardoso, A.C., 2013. Invading European Seas: assessing pathways of introduction of marine aliens. *Ocean & Coastal Management*, 76, pp.64- 74.
- Kevrekidis, K., 2014. The occurrence of the Atlantic penaeid prawn *Farfantepenaeus aztecus* (Ives, 1891) in the Thermaikos Gulf (Aegean Sea, eastern Mediterranean): considerations on the potential establishment and impact on the autochthonous *Melicerus kerathurus* (Forskål, 1775). *Crustaceana*, 87 : 1606–1619, <http://dx.doi.org/10.1163/15685403-00003387>.
- Kondylatos, G. & Corsini-Foka, M., 2015. First record of *Penaeus aztecus* Ives, 1891 (Crustacea, Decapoda) and *Melibe viridis* (Kelaart, 1858) (Gastropoda, Nudibranchia) in the South-Eastern Aegean Sea (Greece). *Mediterranean Marine Science*, 16(1): 278–279.
- Korun, J., Gokoglu, M., Balci, B.A. & Ozvarol, Y., 2013. Infestation of brown shrimp, *Farfantepenaeus aztecus*, Ives (1891) (Penaeidae) by Epipenaeon ingens, Nobili (1906) (Isopoda, Bopyridae) from the Antalya Bay, Turkey. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 164(12): 559-563.
- Marković, O., Gökoglu, M., Petovic, S. & Mandic, M., 2013. First record of the Northern brown shrimp, *Farfantepenaeus aztecus* (Ives, 1891) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) in the South Adriatic Sea, Montenegro. *Mediterranean Marine Science*, 15: 165–167.
- Minos, G., Kokokiris, L., Imsiridou, A., Karachle, P.K. & Kapiris, K., 2015. Notes on the distribution and biology of northern brown shrimp *Farfantepenaeus aztecus* (Ives, 1891) in the eastern Mediterranean. *Turkish Journal of Zoology*, 39 : 467-473.
- Missaoui, H. & Zouali, J., 1995. Apparition de nouveaux Crustacés dans les pêches crevettières du golfe de Gabès, Tunisie. *Marine Life*, 5 (2) : 27 - 34.
- Nikolopoulou, I., Baxevanis, A.D., Kampouris, T.E. & Abatzopoulos, T.J., 2013. *Farfantepenaeus aztecus* (Ives, 1891) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) in N Aegean: first record in Greece by morphological and genetic features. *Journal of Biological Research*, 20: 367-375.
- NOAA, 2013. Ecosystem status report for the Gulf of Mexico. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-653. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service. <http://www.fishwatch.gov/profiles/brown-shrimp> (accessed April 2016).
- Özcan, T., Ates, A.S. & Özcan, G., 2019. The distribution of the alien species *Penaeus aztecus* Ives, 1891 (Decapoda, Penaeidae) in the Mediterranean Sea. *Transylv. Rev. Syst. Ecol. Res.* 21.2 (2019), "The Wetlands Diversity": 41-48.
- Poulain, P.M., Menna, M. & Mauri, E., 2012. Surface geostrophic circulation of the Mediterranean Sea derived from drifter and satellite altimeter data. *Journal of Physical Oceanography*, 42: 973–990, <http://dx.doi.org/10.1175/jpo-d-11-0159.1>.
- Re, A.D., Diaz F., Sierra E., Rodríguez, J. & Perez, E., 2005. Effect of salinity and temperature on thermal tolerance of brown shrimp *Farfantepenaeus aztecus* (Ives) (Crustacea, Penaeidae). *Journal of Thermal Biology*, 30: 618–622, [10.1016/j.jtherbio.2005.09.004](http://dx.doi.org/10.1016/j.jtherbio.2005.09.004).
- Scannella, D., Falsone, F., Geraci, M.L., Frogli, C., Fiorentino, F., Giusto, G.B, Zava, B., Insacco, G. & Colloca, F., 2017. First report of Northern brown shrimp *Penaeus aztecus* Ives, 1891 in Strait of Sicily. *BioInvasions Records*, 6(1): 67–72.
- Skiris, N., Sofianos, S., Gkanasos, A., Mantziafou, A., Vervatis, V., Axaopoulos, P. & Lascaratos, A., 2012. Decadal scale variability of sea surface temperature in the Mediterranean Sea in relation to atmospheric variability. *Ocean Dynamics*, 62: 13-30, <http://dx.doi.org/10.1007/s10236-011-0493-5>.
- Tavares, M., 2002. Shrimps. The living marine resources of the Western Central Atlantic, vol.1. Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras. In: *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Special Publication, No. 5* (K.E. Carpenter ed), pp. 251-259. FAO: Rome.
- Williams, A.B., 1984. Shrimps, lobsters, and crabs of the Atlantic coast of the Eastern United States, Maine to Florida. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., 550 pp
- Zaouali, J., 1993. Les peuplements benthiques de la petite Syrte, golfe de Gabès - Tunisie. Résultats de la campagne de prospection du mois de juillet 1990. Etude préliminaire : biocénoses et

- thanatocénoses récentes. *Marine Life*, 3 (1-2) :47-60.
- Zava, B., Insacco, G. & Galil, B.S., 2018. The first record of the brown shrimp *Penaeus aztecus* Ives, 1891 in the central Adriatic coast of Italy. *BioInvasions Records*, 7(3): 293-296.
- Zein-Eldin, Z.P. & Aldrich, D.V., 1965. Growth and survival of postlarval *Penaeus aztecus* under controlled conditions of temperature and salinity. *Biological Bulletin, Woods Hole*, 129: 199-216.
- Zenetos, A., GOFAS, S., Morri, C., Rosso, A., Violanti, D., Raso, J.G., Çinar, M.E., Almogi-Labin, A., Ates, A.S., Azzurro, E. & Ballesteros, E., 2012. Alien species in the Mediterranean Sea by 2012. A contribution to the application of European Union's Marine Strategy Framework Directive (MSFD). Part 2. Introduction trends and pathways. *Mediterranean marine science*, 13(2): 328-352.
- Zenetos, A. & Giavasi, M., 2015. *Penaeus aztecus* establishing in the Greek Ionian Sea. New Mediterranean biodiversity records (October 2015). *Mediterranean Marine Science*, 16(1): 266-284. <http://dx.doi.org/10.12681/mms.1292>.