

***Pseudodiaptomus marinus* Sato, 1913**

Nom vernaculaire : --

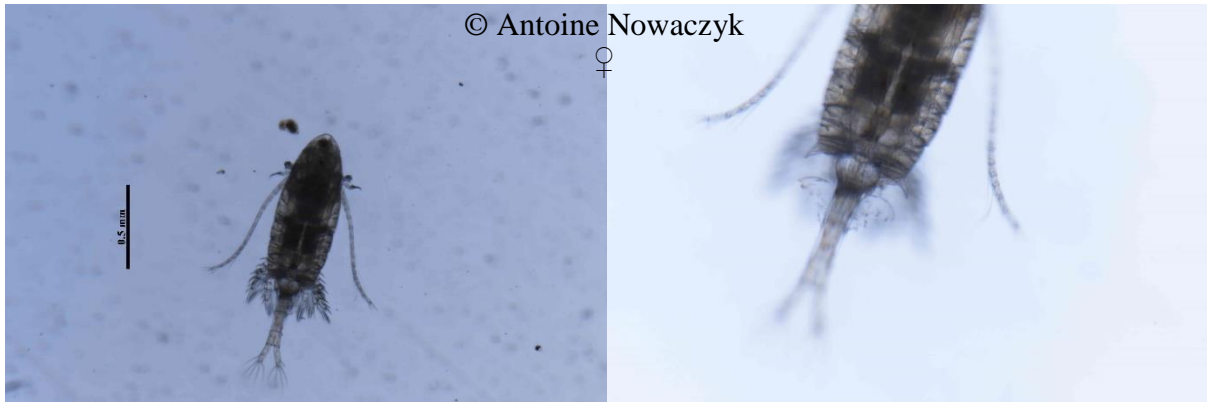
AphiaID : 360352

CD_NOM : 815915

Classification : Phylum : **Arthropoda** > Classe : **Hexanauplia** > Ordre : **Calanoida** > Famille : **Pseudodiaptomidae** > Espèce : *Pseudodiaptomus marinus*.

Risque de confusion : avec les autres espèces du genre *Pseudodiaptomus*

DESCRIPTION ET IDENTIFICATION



Pseudodiaptomus marinus a été décrit pour la première fois au Japon en 1913 par Sato (1). Chez ce copépode de petite taille, le mâle est généralement plus petit (0,85 - 1,50 mm) que la femelle (1,08 - 1,80 mm) et est composé de 21 segments (2; 3; 4). Le corps de ce copépode est transparent un peu bleuté parfois avec un œil médian rouge-foncé. Il se compose de deux parties : le céphalosome, et l'urosome qui se termine par une furca (4).

Les antennules dépassent légèrement le métasome. Chez la femelle, elles sont symétriques alors que chez le mâle, l'antennule droite est géniculée. Les cinq segments metasomiques portent chacun une paire de pattes natatoires (4). Des épines sont présentes sur la première antennule gauche pour le mâle (4). La cinquième paire de pattes natatoires est uniramée chez la femelle et biramée chez le mâle (2; 4). Des variations géographiques de la morphologie de la cinquième paire de pattes ont été observées (4). En effet, dans la description originale de *P. marinus*, trois points sont présents sur l'endopode de la cinquième paire de pattes du mâle (1), alors que sur d'autres spécimens japonais, quatre à six points ont été dénombrés (5; 6). A Mission Bay en Californie (USA), trois à six points sont présents sur la cinquième paire de pattes natatoires de *P. marinus* (7), alors qu'à Hawaï (USA), quatre points ont été observés (4).

Tous les segments abdominaux excepté le dernier, portent des petites rangées de spinules au niveau dorsal (4). Chez les femelles, le somite génital double (ou complexe génital) est renflé et légèrement asymétrique, il porte une rangée incurvée d'épines triangulaires (2; 4) lui donnant une forme de crochet vu de profil et quelques rangées de poils visibles au microscope. La furca, qui porte de longues soies fines sur la face interne, est environ quatre fois plus longue que large (2; 4).

La morphologie des stades naupliens et copépodite est décrite dans la référence (8). Une description plus complète des adultes figure dans les références (7; 9).

BIOLOGIE ECOLOGIE

Reproduction – Cycle de vie :

Pseudodiaptomus marinus est un copépode à stratégie reproductive de type K. C'est-à-dire qu'il ne libère pas directement ses œufs dans l'eau mais dans deux sacs ovigères contenant entre 15 et 35 œufs chacun (10). Après maturation, les œufs éclosent et donnent le premier stade nauplien. Les mâles utilisent leurs antennes modifiées et la cinquième paire de pattes natatoires pour s'accrocher à la femelle et transférer un spermatophore au niveau de l'appareil génital de la femelle. Le cycle de vie comprend 6 stades naupliens (N1 à N6) puis 5 stades copepodites (C1 à C5). Chaque changement de stade se fait par mue successive. Le cycle complet, de l'œuf à l'adulte mature dure environ 23 jours à 20°C (8).

Dans son aire native, *P. marinus* se reproduit toute l'année (10; 11). Les taux de reproduction sont largement affectés par la quantité de nourriture et par les températures (12) (accroissement multiplié par 9 entre 9 et 26°C (10)). Le taux de survie des œufs jusqu'au stade N3 est de 94 % (10).

L'abondance de *P. marinus* fluctue durant l'année, mais les patrons observés diffèrent selon les milieux (ouverts, lagons etc.). Dans la mer intérieure de Seto au Japon, trois maxima sont observés principalement en été et automne : juin-juillet (979 ind.m⁻³), août et octobre (11). Dans le port de Fukuyama au Japon, femelles et mâles de *P. marinus* sont présents dans le plancton tout au long de l'année avec des abondances < 40 ind.m⁻³ jusqu'à début mai puis un maximum mi-juin (680 ind.m⁻³ et 555 ind.m⁻³ respectivement (10)). La population régresse ensuite, avec un second maximum moins marqué en début d'automne (4).

Dans les zones où *P. marinus* a été introduit, son abondance est généralement faible. En France en 2010-2011 les abondances variaient de 0,2 à 4 ind.m⁻³ (2), alors qu'en 2012 elles atteignaient 120 ind.m⁻³. En mer du Nord, seulement 0,05 mâles.m⁻³, 0,03 femelles.m⁻³ et 0,13 copépodites.m⁻³ (15). De la même manière, des abondances assez faibles ont été observées en mer Adriatique, de l'ordre de 1,6 à 3,2 ind.m⁻³ (16).

Groupe trophique : producteur primaire / brouteur / suspensivore / déposivore / détritivore / prédateur

Ecosystème : estuaire / côte / large

Compartiment : • benthique (le jour) / pélagique (la nuit)
• épifaune / endofaune / fixée / sessile / vagile

Zone : subtidale / intertidale

Substrat : • meuble / dur
• naturel / artificiel
• vase / sable / graviers / débris coquillers / rocheux / biogénique / infrastructures.

Ecologie, profondeur(s), salinité(s), température(s) :

Pseudodiaptomus marinus est décrit comme étant omnivore et détritivore. Il se nourrit sur les fonds durant la journée et remonte dans la colonne d'eau la nuit (7; 10; 17; 18). Mâles et femelles présentent les mêmes comportements alimentaires, ils sont capables de consommer des particules de taille allant de 2,8 à 63,3 µm, avec une préférence pour les particules ~ 50 µm (19). Les stades naupliens consomment des particules plus petites (< 30 µm), alors que les copépodites consomment des particules de taille intermédiaire.

Cette espèce de copépode typiquement côtière et estuarienne, vit uniquement dans les eaux peu profondes côtières ou intérieures, qui sont parfois très eutrophisées (19). Dans sa région native, *P. marinus* vit dans des eaux où les températures sont comprises entre 8,9 et 28,0 °C et la salinité variant de 28,6 à 32,3 (11). Dans l'estuaire de Chikugo au Japon, ce copépode est retrouvé dans des eaux dont la température varie de 8 à 31,1°C et la salinité de 9 à 25 (20). Dans son aire d'introduction sur les côtes françaises (Calais et Gravelines), *P. marinus* a été collecté à des profondeurs allant de 1,9 à 24 m, où les températures varient de 5,6 à 19°C et la salinité de 33,1 à 34,2 (2). En mer Adriatique, *P. marinus* a été collecté à des profondeurs allant de 8 à 29 m, où la température varie de 16 à 25°C et la salinité atteint 37,5 (16). Sur la côte du Pacifique est au sud de la Californie, *P. marinus* a été retrouvé dans des eaux dont la température varie de 14 à 23°C et la salinité 33 à 34 (7; 21). Cette espèce qui est à l'origine tropicale est néanmoins eurytherme (3.4 à 31.1 °C) et euryhaline (2.5-38.05), ce qui la rend très bien adaptée aux conditions rencontrées dans les zones estuariennes et lagunaires.

INTRODUCTION

Distribution globale :

Distribution native : côte nord-ouest Pacifique (Japon), Russie, Chine, Corée du Sud, Taiwan.

Distribution dans son aire d'introduction : côte nord-est Pacifique, USA (Etats de Californie, Hawaï et Washington), Mexique, France, Allemagne, Italie, Espagne.

Distribution européenne : France, Allemagne, Italie, Espagne.

Distribution en France métropolitaine :

	Manche – Mer du Nord	Mers Celtiques	Golfe de Gascogne Nord	Golfe de Gascogne Sud	Méditerranée Occidentale
Date de première observation	2010			?	2008-2010
Date de premier signalement	2012 (2)			2012 (2)	2012 (22)
Lieu	Port de Calais (Pas-de-Calais) Côte de Gravelines (Nord)			Estuaire de la Gironde (Gironde, Charente-Maritime)	Etang de Berre
Distribution actuelle				Bassin d'Arcachon, Estuaire de la Gironde	

Voie d'introduction (probable / certain) :

- Trafic maritime
- Mariculture (Transport des huîtres)
- Pêche
- Canaux de navigation
- Inconnu

Vecteur (probable / certain) :

- Eau et/ou sédiment de ballast
- Salissures de coques
- Aquaculture, ostréiculture
- Appâts
- Canal de Suez
- Inconnu

Introduction et propagation :

Pseudodiaptomus marinus a été décrit pour la première fois au Japon en 1913. Il serait originaire du Pacifique nord-ouest, où il est commun dans les eaux côtières du Japon (20), et présent sur les côtes russes (23), mais aussi en Corée du Sud, Chine et à Taiwan (3; 4; 7; 9; 24; 25). Les spécimens retrouvés plus au sud (Philippines, Thaïlande, Hong Kong) pourraient appartenir à une autre espèce, et des analyses supplémentaires sont nécessaires (26).

La première observation de l'introduction de ce copépode date de 1964-1965 dans le Pacifique centre-est à Hawaï (27). Cette introduction serait probablement due au transport des eaux de ballast. En 1986-1987, des populations de *P. marinus* ont été retrouvées sur les côtes sud californiennes (USA) (7; 28). Cette introduction à Mission Bay sur les côtes californiennes serait une conséquence directe d'un projet d'aquaculture dans cette zone, où les stocks étaient importés du Japon (7). *Pseudodiaptomus marinus* se serait ensuite étendue plus au sud (21).

Pseudodiaptomus marinus a été observé pour la première fois dans les eaux européennes en novembre 2007, où il a été trouvé le long des côtes italiennes de la mer Adriatique (16). En 2008, il fût retrouvé dans le lac Faro en Sicile (Messine, Italie) (29). En France, la première observation de *P. marinus* date de 2010, dans le port de Calais (2). Il fût retrouvé un peu plus tard à Gravelines (2) et dans l'estuaire de la Gironde (Sautour & Dessier, comm. pers., cité par (2)) ainsi qu'à Bilbao en 2010 (30) et dans le golfe de Cadix en 2016 (Espagne) (31). Il est également présent dans le Bassin d'Arcachon et aussi dans l'étang de Berre (22). Plus au nord, il a été retrouvé dans les eaux de Southern Bight entre les Pays-Bas et les côtes anglaises, et en Allemagne (15).

IMPACTS**Impact(s) mis en évidence en France métropolitaine :****Impact(s) mis en évidence ailleurs :****Impacts écologiques**

Les copépodes font partis des producteurs secondaires les plus importants dans les écosystèmes côtiers et marins. En effet, ils représentent un lien important entre le phytoplancton, le microzooplancton et les niveaux trophiques supérieurs comme les poissons. Aucun impact environnemental direct de *P. marinus* n'est mentionné pour l'instant. Cependant, ce copépode pourrait être en compétition avec les espèces natives, notamment pour les ressources alimentaires. Par exemple, le copépode endémique du sud de la Californie, *Pseudodiaptomus euryhalinus*, a disparu là où *P. marinus* est présent (7). De plus, depuis son introduction dans le lac Faro en Sicile, il est la quatrième espèce de copépode la plus abondante (18). *Pseudodiaptomus marinus* constitue une ressource alimentaire pour les poissons, et pourrait avoir un impact sur les espèces de poissons endémiques (20; 32). Il serait aussi consommé par les crevettes et

les méduses, et pourrait entraîner des invasions de ces espèces, modifiant ainsi la chaîne alimentaire dans les écosystèmes (3).

AUTRES INFORMATIONS :

Pseudodiaptomus marinus est facile à élever en conditions de laboratoire, comparativement aux autres espèces de l'ordre des Calanoida (8). Il est d'ailleurs listé comme une des espèces de copépodes recommandées pour l'élevage de masse pour la préparation d'aliments pour poissons (33).

STATUT DE L'ESPECE

	Manche – Mer du Nord	Mers Celtiques	Golfe de Gascogne Nord	Golfe de Gascogne Sud	Méditerranée Occidentale
Observée	X			X	X
Etablie	X			X	X
Envahissante	X			X	
Impactante (impact avéré ou fortement pressenti)					
Cryptogénique					

Rédaction : Anne Lizé (UMS 2006 Patrimoine naturel (AFB/CNRS/MNHN)) – septembre 2019

Contributions : Antoine Nowaczyk (UMR 5805 EPOC – Université de Bordeaux) ; Delphine Thibault (MOI – Université Aix-Marseille) ; Cécile Massé (UMS 2006 Patrimoine Naturel (OFB-CNRS-MNHN))

(1) **Sato C. 1913.** Free-swimming Copepoda.(1). Fuyusei-Tokyakurui.(1). *Hokkaido Fisheries Research Laboratory, Investigation Reports* 1: 1-82.

(2) **Brylinski J.-M., Antajan E., Raud T., Vincent D. 2012.** First record of the Asian copepod *Pseudodiaptomus marinus* Sato, 1913 (Copepoda: Calanoida: Pseudodiaptomidae) in the southern bight of the North Sea along the coast of France. *Aquatic Invasions* 7: 577–584.

J.R. Grindley & G.D. Grice in *Crustaceana*, 1969, 16 (2). [p.126, Fig.1-11].

(3) **Gouletquer P. 2016.** *Guide des organismes exotiques marins*. Belin. p. 303.

(4) **CABI 2019.** *Pseudodiaptomus marinus* [original text by Shalaeva E. 09/12/2013]. In *Invasive Species Compendium*. Wallingford, UK: CAB International. www.cabi.org/isc.

(5) **Tanaka O. 1966.** *Proceedings Symposium on Crustacea, Ernakulam, India*, 12-15 January 1965, 1(2): 38-50.

(6) **Nishida S. 1985.** Pelagic copepods from Kabira Bay, Ishigaki Island, southwestern Japan, with the description of a new species of the genus *Pseudodiaptomus*. *Publications of Seto Marine Biological Laboratory* 30: 125-144.

- (7) **Fleminger A., Kramer S.H. 1988.** Recent introduction of an Asian estuarine copepod, *Pseudodiaptomus marinus* (Copepoda: Calanoida), into California embayments. *Marine Biology* 98: 535-541.
- (8) **Uye S., Onbe T. 1975.** The developmental stages of *Pseudodiaptomus marinus* Sato (Copepoda, Calanoida) reared in the laboratory. *Bulletin of Plankton Society of Japan* 21: 65-76.
- (9) **Brodskii K.A. 1967.** Calanoida of the Far Eastern seas and Polar Basin of the U.S.S. R., Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, Israel.
- (10) **Liang D., Uye S. 1997.** Seasonal reproductive biology of the egg-carrying calanoid copepod *Pseudodiaptomus marinus* in a eutrophic inlet of the Inland Sea of Japan. *Marine Biology* 128: 409-414.
- (11) **Uye S., Iwai Y., Kasahara S. 1982.** Reproductive biology of *Pseudodiaptomus marinus* (Copepoda: Calanoida) in the Inland Sea of Japan. *Bulletin of Plankton Society of Japan* 29: 25-35.
- (12) **Uye S. 1983.** Growth and production of the inshore marine copepod *Pseudodiaptomus marinus*. *Marine Biology* 73: 91-98.
- (13) **Hirota R. 1962.** Species composition and Seasonal changes of Copepod fauna in the vicinity of Mukaishima. *The Journal of the Oceanographical Society of Japan* 18: 35-40.
- (14) **Hirota R. 1964.** Zooplankton investigations in Hiuchi-nada in the Setonaikai (Inland Sea of Japan). The seasonal occurrence of copepods at three stations in Hiuchi-nada. *Journal of the Oceanographical Society of Japan* 20: 24-31.
- (15) **Jha U., Jetter A.J., Lindley J.A., Postel L., Wootton M. 2013.** Extension of distribution of *Pseudodiaptomus marinus*, an introduced copepod, in the North Sea. *Marine Biodiversity Records* 6: 1-3.
- (16) **de Olazabal A., Tirelli V. 2011.** First record of the egg-carrying calanoid copepod *Pseudodiaptomus marinus* in the Adriatic Sea. *Marine Biodiversity Records* 4: 1-4.
- (17) **Valbonesi A., Harada E. 1980.** The vertical distribution of some copepods and a mysid in a near-shore water of Tanabe Bay. *Publications of the Seto Marine Biological Laboratory* 25: 445-460.
- (18) **Sabia L., Uttieri M., Schmitt FG; Zagami G; Zambianchi E; Souissi S, 2014.** *Pseudodiaptomus marinus* Sato, 1913, a new invasive copepod in Lake Faro (Sicily): observations on the swimming behaviour and the sex-dependent responses to food. *Zoological Studies* 53: 49.
- (19) **Uye S., Kasahara S. 1983.** Grazing of various developmental stages of *Pseudodiaptomus marinus* (Copepoda: Calanoida) on naturally occurring particles. *Bulletin of Plankton Society of Japan* 30: 147-158.
- (20) **Islam M.S., Tanaka M. 2006.** Ontogenetic dietary shift of Japanese sea bass during larva-juvenile transition in Ariake Bay. *Marine Ecology Progress Series* 323: 305-310.
- (21) **Jimenez-Perez L., Castro-Longoria E. 2006.** Range extension and establishment of a breeding population of the Asiatic copepod, *Pseudodiaptomus marinus* Sato, 1913 (Calanoida, Pseudodiaptomidae) in Todos Santos Bay, Baja California, Mexico. *Crustaceana* 79: 227-234.
- (22) **Delpy F., Pagano M., Blanchot J., Carlotti F., Thibault-Botha D. 2012.** Man-induced hydrological changes, metazooplankton communities and invasive species in the Berre Lagoon (Mediterranean Sea, France). *Marine Pollution Bulletin* 64: 1921-1932.
- (23) **Brodsky K.A. 1950.** Keys of the fauna of the USSR. *Moscow, Russia: Academy of science USSR*, p. 442.
- (24) **Walter T.C. 1989.** Review of the new World species of *Pseudodiaptomus* (Copepoda: Calanoida), with a key to the species. *Bulletin of Marine Science* 45: 590-618.
- (25) **Fofonoff P.W., Ruiz G.M., Steves B., Simkanin C., Carlton J.T. 2019.** National Exotic Marine and Estuarine Species Information System. <http://invasions.si.edu/nemesis/>.
- (26) **Ohtsuka S., Shimono T., Hanyuda T., Shang X., Huang C., Soh H.Y., Kimmerer W., Kawai H, Itoh H., Ishimaru T., Tomikawa K. 2018.** Possible origins of planktonic copepods, *Pseudodiaptomus marinus*

(Crustacea: Copepoda: Calanoida), introduced from East Asia to the San Francisco Estuary based on a molecular analysis. *Aquatic Invasions* 13: 221-230.

(27) **Jones E.C. 1966.** A new record of *Pseudodiaptomus marinus* Sato (Copepoda, Calanoida) from brackish water of Hawaii. *Crustaceana* 10: 316-317.

(28) **Orsi J.J., Walter T.C. 1991.** *Proceedings of the 4th International Conference on Copepoda, Karuizawa, Japan*, 16-20 September 1990 Bulletin of Plankton Society Japan (Ed. Uye S., Nishida, S., Ho J.). p. 553-562.

(29) **Sabia L., Uttieri M., Pansera M., Souissi S., Schmitt F.G., Zagami G., Zambianchi E. 2012.** First observations on the swimming behaviour of *Pseudodiaptomus marinus* from Lake Faro. *Biologia Marina Mediterranea* 19: 240-241.

(30) **Uriarte I., Villate F., Ariarte A. 2016.** Zooplankton recolonization of the inner estuary of Bilbao: influence of pollution abatement, climate and non-indigenous species, *Journal of Plankton Research* 38: 718-731.

(31) **Reyes-Martínez M.J., González-Gordillo J.I. 2019.** New record of the non-indigenous copepod *Pseudodiaptomus marinus* Sato, 1913 (Calanoida, Pseudodiaptomidae) from the Guadalquivir estuary (gulf of Cádiz, SW Spain). *Crustaceana* 92: 675-683.

(32) **Islam M.S., Tanaka M. 2009.** Diet and prey selection in larval and juvenile Japanese anchovy *Engraulis japonicus* in Ariake Bay, Japan. *Aquatic Ecology* 43: 549-558.

(33) **Omori M. 1973.** Cultivation of marine copepods. *Bulletin of the Plankton Society of Japan* 20: 3-11.