

TESÁN ONRUBIA Javier-Angel, 2023. Variations spatio-temporelles de l'accumulation et du transfert de mercure et de méthylmercure dans les réseaux trophiques planctoniques en Méditerranée. Thèse doctorat 'Sciences de l'environnement', Aix-Marseille Université.

MIO - Mediterranean Institute of Oceanography, UMR 110 AMU - 7294 CNRS - 235 IRD - UTLN, 163 avenue de Luminy - Bât. OCEANOMED 13288 Marseille cedex 09, France.
Contact : javier.tesan@mio.osupytheas.fr

Résumé. Les populations humaines sont principalement exposées au mercure (Hg) à travers la consommation des produits de la mer. Les poissons méditerranéens contiennent plus de Hg que leurs congénères d'autres zones océaniques, phénomène connu sous le nom « d'anomalie méditerranéenne de Hg ». L'étude de l'accumulation et du transfert du Hg au sein du compartiment planctonique pourrait donc aider à mieux appréhender les phénomènes responsables des fortes teneurs en Hg mesurées dans les prédateurs supérieurs de Méditerranée. Dans ce contexte, le but de cette thèse était d'étudier les variations spatio-temporelles de l'accumulation et du transfert de Hg total (THg) et de monométhylmercure (MMHg) dans les réseaux trophiques planctoniques en Méditerranée. Deux suivis ont été réalisés en Méditerranée, l'un au niveau spatial, sur un transect Nord-Sud en Méditerranée entre les côtes françaises et les côtes tunisiennes, et l'autre au niveau temporel en Méditerranée française impliquant la collecte d'eau et de plancton en grandes quantités, ainsi que la séparation de ce plancton en différentes fractions de taille de phytoplancton (0.7-2.7, 2.7-20, 20-60 et 0.7-60 μm) et de zooplancton (60-200, 200-300, 300-500, 500-1 000, 1 000-2 000 et > 2 000 μm). Les rapports isotopiques du carbone et de l'azote, la composition biochimique et les concentrations en THg/MMHg ont été déterminées dans chacune de ces fractions, et la composition du plancton a été identifiée. Le pico- et le nanoplancton, dominants en Méditerranée, bioconcentrent le THg et le MMHg respectivement 10^6 et 10^5 fois par rapport aux concentrations dans l'eau de mer. Les cellules picoplanctoniques ont un rapport surface-volume plus important qui favorise la forte bioconcentration de THg. Dans le réseau trophique planctonique, le THg bioréduit, alors que le MMHg bioamplifie et atteint des concentrations maximales dans les niveaux trophiques supérieurs. Au sein des copépodes, le MMHg bioaccumule avec la taille et avec le contenu en protéines des tissus. En condition de biomasses phytoplanctoniques élevées, les concentrations de MeHg dissous dans l'eau de mer et les concentrations en MMHg dans le zooplancton sont plus faibles. Dans ces conditions, la présence de consommateurs herbivores-omnivores réduit la concentration de MMHg dans le zooplancton. En condition de faibles biomasses phytoplanctoniques, les concentrations de MeHg dissous dans l'eau sont plus élevées, ce qui favorise l'absorption directe du MeHg dans le zooplancton. Les consommateurs omnivores-carnivores de niveau trophique plus élevé que l'on retrouve davantage dans ces conditions oligotrophes entraînent une accumulation plus importante de MMHg dans le zooplancton. Les résultats de cette thèse montrent donc que l'accumulation et le transfert de THg et de MMHg dans les réseaux trophiques planctoniques, qui dépendent à la fois de la trophodynamique du milieu et des émissions anthropiques, pourraient en partie expliquer l'anomalie méditerranéenne de Hg.

Mots-clés : mercure, plancton, réseau trophique, méditerranée, bioconcentration, bioaccumulation, bioamplification.

Abstract. Spatio-temporal variations in the accumulation and transfer of mercury and methylmercury in planktonic food webs in the Mediterranean Sea. Human populations are mainly exposed to mercury (Hg) through the consumption of seafood. Mediterranean fish contain more Hg than their counterparts in other oceanic zones, a phenomenon known as the 'Mediterranean Hg anomaly'. The study of Hg accumulation and transfer within the planktonic compartment could therefore help towards a better understanding of the phenomena responsible for the high Hg levels measured in Mediterranean top predators. In this context, the aim of this thesis was to study spatio-temporal variations in the accumulation and transfer of total Hg (THg)

and monomethylmercury (MMHg) in plankton food webs in the Mediterranean Sea. Two surveys were carried out in the Mediterranean Sea, one at spatial level on a North-South transect in the Mediterranean Sea between the French coasts and the Tunisian coasts, the other at temporal level in the French Mediterranean Sea, involving the collection of large quantities of water and plankton, as well as the separation of this plankton into different size fractions of phytoplankton (0.7-2.7, 2.7-20, 20-60 and 0.7-60 μm) and zooplankton (60-200, 200-300, 300-500, 500-1 000, 1 000-2 000 and $> 2\ 000\ \mu\text{m}$). Carbon and nitrogen isotope ratios, biochemical composition and THg/MMHg concentrations were determined in each of these fractions, as was plankton composition. Pico- and nanoplankton, dominant in the Mediterranean Sea, bioconcentrate THg and MMHg respectively 10^6 and 10^5 times higher than the seawater concentrations. Picoplankton cells have a higher surface-to-volume ratio, which favors high THg bioconcentrations. In the plankton food web, THg bio-reduces, while MMHg biomagnifies and reaches maximum concentrations in higher trophic levels. In copepods, MMHg bioaccumulates with size and tissue protein content. Under conditions of high phytoplankton biomass, dissolved MeHg concentrations in seawater and MMHg concentrations in zooplankton are lower. Under these conditions, the presence of herbivore-omnivore consumers reduces MMHg concentrations in zooplankton. Under conditions of low phytoplankton biomass, dissolved MeHg concentrations in the water are higher, favoring direct MeHg uptake in zooplankton. The higher trophic level omnivore-carnivore consumers found in these oligotrophic conditions lead to greater accumulation of MMHg in zooplankton. The results of this thesis therefore show that the accumulation and transfer of THg and MMHg in plankton food webs, which depend on both environmental trophodynamics and anthropogenic emissions, could partly explain the 'Mediterranean Hg anomaly'.

Keywords: mercury, plankton, food web, mediterranean, bioconcentration, bioaccumulation, biomagnification.