

Progetto - Projet

**GEREMIA - Gestione dei reflui per il miglioramento delle acque portuali**



**PRODOTTO T3.1.1: REPORT STATO QUALITÀ DELLE ACQUE PORTUALI - IV**

**LIVRABLE T3.1.1: RAPPORT QUALITÉ DE L'EAU DU PORT - IV**

**Partner responsabile - Partenaire responsable :** Università di Genova

**Partner contributori - Partenaires contributeurs :** Servizi Ecologici Porto di Genova, Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Orientale, Université de Toulon, Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale, Istituto per lo studio degli impatti Antropici e Sostenibilità ambiente marino.

Nome del prodotto	Redatto da:	Verificato da:	Validato da:
T3.1.1 - Report stato qualità delle acque portuali - IV	Anna Reboa (UNIGE, Véronique Lenoble (UTLN)	Laura Cutroneo (UNIGE)	Marco Capello, Giovanni Besio (UNIGE)

**Descrizione del Prodotto:** Per ogni porto coinvolto nel Progetto è stilato un rapporto sulla presenza di reflui e scarichi all'interno dei bacini e sulla qualità delle acque in base ai dati di monitoraggi pregressi raccolti. In base ai dati di monitoraggi pregressi raccolti è stato redatto un rapporto specifico sulla qualità delle acque del Porto di Tolone.

**Description du livrable:** Un rapport est rédigé pour chaque port du Projet sur la présence d'eaux usées et de rejets dans les bassins et sur la qualité de l'eau, sur la base des données de surveillance précédentes recueillies. Un rapport spécifique sur la qualité des eaux du port de Toulon a été établi sur la base des données de surveillance recueillies précédemment.



**Interreg**



UNION EUROPEENNE  
UNIONE EUROPEA



**MARITTIMO-IT FR-MARITIME**

Fonds européen de développement régional  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Prodotto n. T3.1.1 - IV

## Indice

1 Introduzione.....	1
2. Il Porto di Tolone.....	1
Bibliografia.....	4
1 Introduction.....	5
2. La Rade de Toulon.....	5
Bibliographie.....	8

## 1 Introduzione

Il seguente prodotto mette a confronto studi scientifici effettuati nel periodo 2013-2017 nella rada di Tolone. I risultati di tali studi evidenziano la presenza di un elevato livello di contaminazione da metalli, soprattutto nella zona più a nord, ovvero quella maggiormente interessata da attività antropiche.

## 2. Il Porto di Tolone

Il Porto di Tolone è stato oggetto di monitoraggi prevalentemente volti a indagare la presenza di contaminazione da metalli e il suo impatto sulle comunità di ultraplankton presenti nell'area. Uno studio effettuato da Coclet et al. (2018), mette in relazione la presenza di metalli in campioni di acqua superficiale campionati negli anni 2014-2015, all'interno del Porto di Tolone, con la composizione delle comunità di ultraplankton, osservandone parallelamente gli effetti in campioni controllati in laboratorio. I campioni di acqua superficiale prelevati nelle zone maggiormente antropizzate dell'area portuale rivelano un'elevata contaminazione da metalli quali Cadmio (Cd), Rame (Cu), Piombo (Pb) e Zinco (Zn), che va a diminuire allontanandosi dalla parte più interna del Porto verso il mare aperto. Inoltre, le concentrazioni di Cu, Pb e Zn erano maggiori nei campioni prelevati nel 2015 rispetto a quelli del 2014, mostrando quindi un aumento della contaminazione da metalli nel tempo. Oltre alla presenza di metalli disciolti, è stata osservata anche una maggiore presenza di nitrati ( $\text{NO}_3^-$ ) e fosfati ( $\text{P-PO}_4^{3-}$ ) nella parte più interna ed antropizzata del porto, rispetto ai campioni prelevati andando verso il mare aperto (Fig.1). Lo studio prevedeva inoltre il monitoraggio delle comunità di ultraplankton presenti nei campioni, dalle quali sono state isolate nello specifico 4 diversi gruppi, per poter osservare eventuali variazioni sia nelle comunità totali sia nella composizione delle stesse. Mentre la quantità totale di ultraplankton è risultata stabile nel tempo e nello spazio, la sua composizione interna viene influenzata dai livelli di contaminazione dell'ambiente esterno, soprattutto relativamente alla presenza di metalli. In particolare, livelli più alti di metalli e nitrati in ambiente sono apparsi essere correlati positivamente con la quantità di picoeucarioti e nanoeucarioti fitoplanctonici, e negativamente con la presenza di cianobatteri tipo *Synechococcus*. Per confutare tali risultati, lo studio prevedeva anche un'esposizione in laboratorio, in ambiente

controllato, di un campione di acqua non contaminata a una miscela di metalli in tracce che ricreasse le condizioni ambientali del Porto di Tolone, e anche in questo caso sono stati ottenuti gli stessi risultati, con un aumento di picoeucarioti fitoplanctonici e una diminuzione dei cianobatteri tipo *Synechococcus*. Infine, confrontando i risultati ottenuti dai campioni di Tolone con altri studi effettuati in acque del Mar Mediterraneo, i livelli di Pb, Cu e Zn risultano significativamente elevati, confermando quindi un livello di contaminazione delle acque portuali dovuta a molteplici fattori antropici.

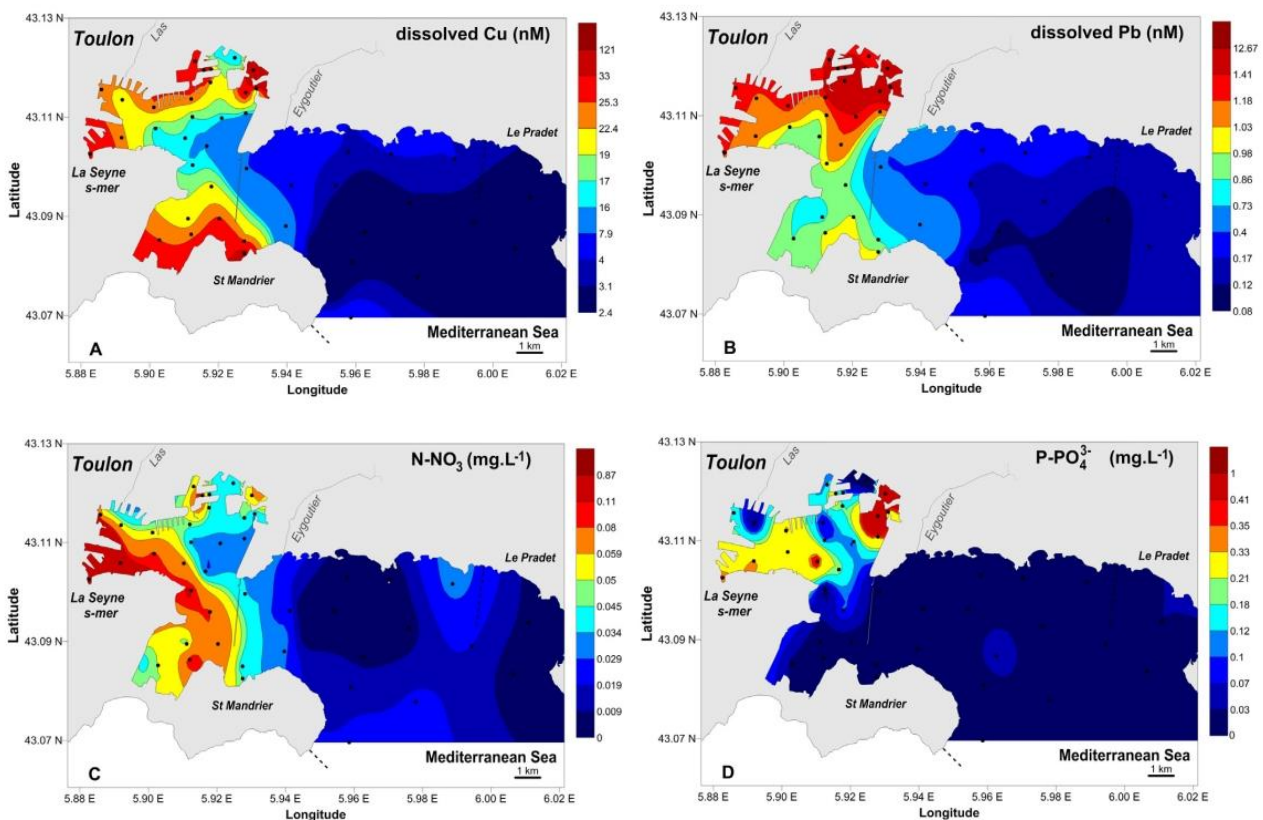


Fig.1: Grafici che mostrano la distribuzione di Cu e Pb disciolti, nitrati e fosfati osservati nei campioni di acqua superficiale campionati nel 2015 nel Porto di Tolone (Coclet et al., 2018).

Un altro studio riguardante la contaminazione da metalli nel Porto di Tolone è stato pubblicato da Layglon et al. (2020). In questo caso, il monitoraggio delle acque portuali è stato effettuato a partire dal 2013 fino al 2017, e durante tale arco temporale sono stati svolti lavori di dragaggio all'interno del porto. I siti del monitoraggio hanno quindi riguardato sia l'area dragata, sia l'area

di scarico dei sedimenti, sai un sito controllo individuato sempre all'interno della Rada di Tolone e vicino a uno stabilimento di ittiocoltura.

Durante il periodo in cui non sono state effettuate attività di dragaggio è stato osservato un chiaro e costante gradiente dei livelli di Cu e soprattutto di Pb, che tendono ad essere più alti nella zona nord del Porto, più antropizzata, e vanno gradualmente a diminuire spostandosi verso il mare aperto; inoltre, anche nel sito controllo i livelli di tale contaminazione da metalli risultano più alti rispetto a quelli osservati in letteratura in mare aperto nel Mar Mediterraneo. Come nello studio di Coclet et al. (2018), una correlazione positiva è stata osservata tra presenza di metalli e l'aumento di picoeucarioti fitoplanctonici a discapito delle comunità di cianobatteri tipo *Synechococcus*. Durante le attività di dragaggio, inoltre, è stato rilevato un aumento nei livelli di Pb, dovuto alla risospensione dei sedimenti.

Dai risultati presentati dagli studi effettuati nel Porto di Tolone, si può quindi assumere la presenza di elevati livelli di contaminazione delle acque portuali dovuta a metalli, quali soprattutto Pb e Cu, che possono influenzare la componente biotica.

## **Bibliografia**

Coclet C., Garnier C., Delpy F., Jamet D., Durrieu G., Le Poupon C., Mayer M., Misson B. (2018). Trace metal contamination as a toxic and structuring factor impacting ultraphytoplankton communities in a multicontaminated Mediterranean coastal area. *Progress in Oceanography* 163, 196-213. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pocean.2017.06.006>

Layglon N., Misson B., Durrieu G., Coclet C., D'Onofrio S., Huy Dang D., François D., Mullot J-U., Mounier S., Lenoble V., Omanović D., Garnier C. (2020). Long-term monitoring emphasizes impacts of the dredging on dissolved Cu and Pb contamination along with ultraplankton distribution and structure in Toulon Bay (NW Mediterranean Sea, France). *Marine Pollution Bulletin* 156 : 111196. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111196>

## 1 Introduction

Le produit suivant compare les études scientifiques réalisées sur la période 2013-2017 dans la Rade de Toulon. Les résultats de ces études montrent la présence d'un niveau élevé de contamination métallique, en particulier dans la zone la plus septentrionale, c'est-à-dire la plus affectée par les activités anthropiques.

## 2. La Rade de Toulon

Une étude réalisée par Coclet et al. (2018) met en relation la présence de métaux dans des échantillons d'eau de surface prélevés au cours des années 2014-2015, au sein du port de Toulon, avec la composition des communautés ultraplanktoniques, tout en observant en parallèle leurs effets dans des échantillons de laboratoire contrôlés. Les échantillons d'eau de surface prélevés dans les zones les plus anthropisées de la zone portuaire révèlent une forte contamination en métaux tels que le cadmium (Cd), le cuivre (Cu), le plomb (Pb) et le zinc (Zn), qui diminue en s'éloignant de la partie la plus intérieure du port vers la mer ouverte. En outre, les concentrations de Cu, Pb et Zn étaient plus élevées dans les échantillons prélevés en 2015 qu'en 2014, montrant ainsi une augmentation de la contamination métallique au fil du temps. En plus de la présence de métaux dissous, une présence plus élevée de nitrate (N-NO<sub>3</sub>) et de phosphate (P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) a également été observée dans la partie la plus interne et anthropisée du port, par rapport aux échantillons prélevés en direction de la mer ouverte (Fig.1). L'étude comprenait également le suivi des communautés d'ultraplancton présentes dans les échantillons, dont 4 groupes différents ont été spécifiquement isolés, afin d'observer toute variation des communautés totales et de leur composition. Si la quantité totale d'ultraplancton est stable dans le temps et l'espace, sa composition interne est influencée par les niveaux de contamination du milieu extérieur, notamment en ce qui concerne la présence de métaux. En particulier, les niveaux plus élevés de métaux et de nitrates dans l'environnement semblent être positivement corrélés avec la quantité de picoeucaryotes et de nanoeucaryotes phytoplanctoniques, et négativement corrélés avec la présence de cyanobactéries de type *Synechococcus*. Pour réfuter ces résultats, l'étude a également inclus l'exposition en laboratoire, dans un environnement contrôlé, d'un échantillon d'eau non contaminée à un mélange de



métaux recréant les conditions environnementales du Port de Toulon. Là encore, les mêmes résultats ont été obtenus, avec une augmentation des picoeucaryotes phytoplanctoniques et une diminution des cyanobactéries de type *Synechococcus*. Enfin, en comparant les résultats obtenus à partir des échantillons de Toulon avec d'autres études réalisées dans les eaux de la mer Méditerranée, les niveaux de Pb, Cu et Zn sont significativement élevés, confirmant ainsi un niveau de contamination des eaux portuaires dû à de multiples facteurs anthropiques.

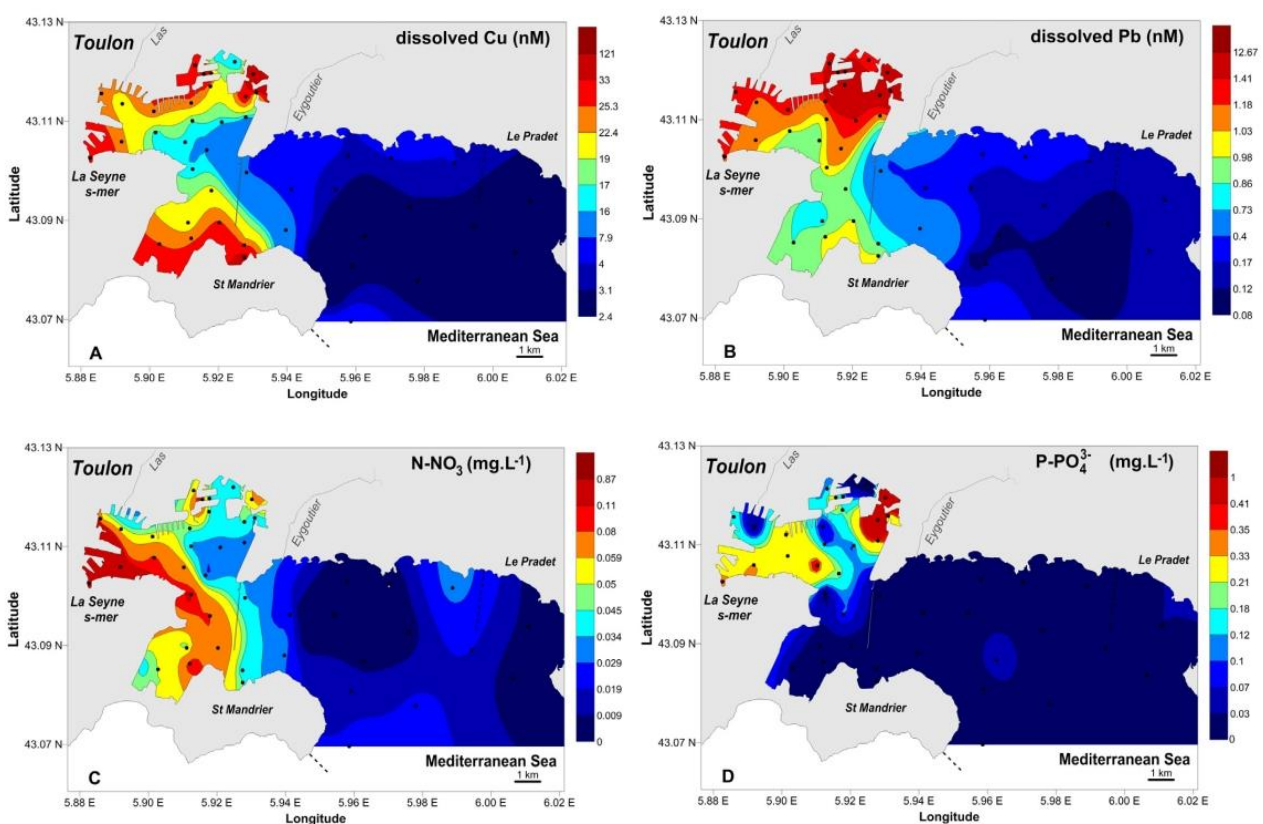


Fig.1: Graphiques montrant la distribution du Cu et du Pb dissous, des nitrates et des phosphates observés dans les échantillons d'eau de surface prélevés en 2015 dans le port de Toulon (Coclet et al., 2018).

Une autre étude concernant la contamination métallique dans le port de Toulon a été publiée par Layglon et al. (2020). Dans ce cas, la surveillance des eaux portuaires a été effectuée de 2013 à 2017, et pendant cette période, des travaux de dragage ont été réalisés dans le port. Les sites de surveillance couvraient donc à la fois la zone de dragage et la zone de dépôt des

sédiments, sachant qu'un site de contrôle a toujours été identifié dans la Rade de Toulon et à proximité d'un établissement d'ichtyoculture.

Pendant la période où aucune activité de dragage n'a été effectuée, on a observé un gradient clair et constant des niveaux de Cu et surtout de Pb, qui ont tendance à être plus élevés dans la zone nord du port, plus anthropisée, et qui diminuent progressivement en allant vers la mer ouverte. De plus, dans le site de contrôle également, les niveaux de contamination de ce métal sont plus élevés que ceux observés dans la littérature en mer ouverte de la Méditerranée. Comme dans l'étude de Coclet et al. (2018), une corrélation positive a été observée entre la présence de métaux et l'augmentation des picoeucaryotes phytoplanctoniques au détriment des communautés de cyanobactéries de type *Synechococcus*. En outre, pendant les activités de dragage, une augmentation des niveaux de Pb a été détectée, en raison de la remise en suspension des sédiments.

A partir des résultats présentés par les études réalisées dans le port de Toulon, on peut donc supposer la présence de niveaux élevés de contamination des eaux portuaires par des métaux, tels que notamment Pb et Cu, qui peuvent affecter la composante biotique.

## **Bibliographie**

Coclet C., Garnier C., Delpy F., Jamet D., Durrieu G., Le Poupon C., Mayer M., Misson B. (2018). Trace metal contamination as a toxic and structuring factor impacting ultraphytoplankton communities in a multicontaminated Mediterranean coastal area. *Progress in Oceanography* 163, 196-213. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pocean.2017.06.006>

Layglon N., Misson B., Durrieu G., Coclet C., D'Onofrio S., Huy Dang D., François D., Mullot J-U., Mounier S., Lenoble V., Omanović D., Garnier C. (2020). Long-term monitoring emphasizes impacts of the dredging on dissolved Cu and Pb contamination along with ultraplankton distribution and structure in Toulon Bay (NW Mediterranean Sea, France). *Marine Pollution Bulletin* 156: 111196. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111196>