



**United Nations  
Environment  
Programme**



UNEP(DEPI)/MED WG.347/Inf.4  
23 March 2010

ENGLISH



**MEDITERRANEAN ACTION PLAN**

First meeting of technical experts on the  
Application of the Ecosystem Approach by MAP

Rome, Italy, 8-9 April 2010

**MED POL DRAFT ASSESSMENT REPORTS  
FOR FOUR AREAS**



**Assessment of pressures and impact to the Western Mediterranean marine  
And coastal environment**



## 2 Physical and chemical characteristics

### 2.1 Topography, bathymetry and nature of seabed

- Maps of the coastal zone with depths on an adequate scale in order to detect important morphological features
- Maps of the Mediterranean basin seabed to show deep seas features
- Information on the nature of the above seabed (sand, rocks, canyons, sea mounts, reefs. Etc.)

To be developed

### 2.2 Spatial and temporal (all available data but at least 5 years) distribution of salinity; annual and seasonal temperature regime; currents, air sea interaction, water masses, mixing, upwelling, turbidity, etc.

Consider collecting data from national oceanographic programmes in the coastal zone, Environmental Impact Assessment Studies for industries submitted to the competent National authorities, Development Plans drafted by international and National bodies and other Oceanographic surveys of various purposes (research, placing of cables, sea bed prospecting, etc.). Available data could be raw (numbers without any assessment) or

- Salinity and temperature data (horizontal and vertical distribution) from the last 5 years in the coastal region of the country. Priority should be given to areas at the vicinity of outfalls (municipal and industrial effluents, desalination plants) and rivers (or oueds). Try to collect seasonal data, if possible.
- Data and information (from Reports) on available current measurements in the coastal zone. Give priority to areas, where fresh water is discharged to the sea (outfalls, rivers, oueds, industries – especially power plants)
- place for the functioning of the whole sea.
- Provide information on precipitation (quantity) in the coastal zone and, if available, data on the chemical composition of rainwater
- Provide information – data on water masses circulation that has been characterised in the region, as well as mixing processes. Provide available information on upwelling
- Provide data on turbidity, especially near river mouths or outfalls. If possible give information on the location of the turbidity maximum.

La circulation générale ou résiduelle des courants a été largement étudiée au cours des dernières décennies; Le schéma de circulation présenté des 1987 a fait l'objet de développements (Millot, 1999) notamment dans le sud du bassin mais reste valable dans ses généralités. Les travaux récents sur les eaux intermédiaires et sur le développement de modèles à échelle régionale (références) ou locale (références) ont permis de mieux comprendre l'hydrodynamisme du bassin nord ouest et l'importance des mécanismes au niveau du sud de la mer tyrrénienne.

La circulation générale inverse des aiguilles d'une montre, la présence des veines de courant variables plutôt que d'une branche unique large et homogène, l'absence de courant traversant le bassin mais des courants longeant les côtes ou les pentes continentales semblent les caractéristiques principales apparentes des courants du bassin occidental. Les expériences MEDIPROD sur les côtes algériennes (1986-1987), PRIMO-0 (1990-1991) dans les canaux de Corse et des Baléares, PRIMO-1 (1998-1999) dans le canal de Tunisie et de Sardaigne (Bouzinac et al., 1999; Sammari et al., 1998; Sparnocchia et al., 1999), les expérimentations THETIS-MAST-2, ALGIERS et ELISA-MAST-3 (Fuda et al., 1998, Millot 1999) et les suivis historiques (Font et al., 1998; Brasseur et al., 1994) ont permis de donner un schéma cohérent de la circulation. Depuis les années 2000, le développement des modèles et leur validation (COM/la Seyne, ICM/Barcelona, SO/LaSpezia, UIB/Palma, IFREMER) a permis de préciser les mécanismes de la circulation.

Les interactions avec les différentes forces affectant la circulation telles que les interactions océan-atmosphère (Korres et al., 2000), la formation des eaux profondes (Bethoux et al., 2002; Gasparini et al., 2005), l'influence de la topographie (Beranger et al., 2005) impliquent une haute résolution des modèles. Durant ces dernières années, la progression des méthodes a permis de caractériser des variations saisonnières (Bethoux et al., 2002), la formation et la variabilité des tourbillons (Testor et al., 2005a; Demirov and Pinardi, 2007, Hu et al., 2009). Récemment la diffusion des modèles à la communauté scientifique a permis un accès facilité aux informations. Des systèmes comme le « Mediterranean Forecasting System (MFS) (Tonani et al., 2008) de résolution 5-7 km sont suffisamment précis pour étudier la variabilité des gyres à mésoéchelle. L'altimétrie a permis également de démontrer l'importance des variables forçantes sur la circulation. Malgré les propriétés du géoïde qui doivent être considérées, cette

approche reste très utile pour caractériser la variabilité des gyres (Vigo et al., 2005; Pascual et al., 2007 ; Criado-Aldeanueva et al., 2008). Une haute résolution (3-4 km) et une comparaison aux données altimétriques a permis une estimation de la dynamique moyenne sur 12 ans avec un forçage atmosphérique permanent (Jordi et Wang, 2009). Ce modèle reproduit la plupart des grands courants et des tourbillons et confirme l'importance des phénomènes à méso échelle.

Confirmé par les observations notamment depuis la multiplication des suivis de bouée dérivantes ou plus récemment de gliders (ref) et largement modélisée avec des résolutions améliorées (ref) le schéma général s'est précisé. Divers programmes internationaux (ref) ont permis d'associer la communauté scientifique. Les modèles sont le plus souvent accessibles à la communauté scientifique, y compris en ligne (figure).

### *Insertion figure modèle Mercator du bassin occidental de la méditerranée*

Dans le cas du bassin nord ouest, la circulation générale du bassin occidental est soumise à des échanges et des facteurs régionaux affectant son bilan.

La méditerranée est connue pour ses importants taux d'évaporation qui ne peuvent être compensés par les apports des rivières, fleuves et les précipitations. En conséquence, la compensation des pertes est apportée par les flux entrant au niveau du détroit de Gibraltar. Cependant, les échanges font l'objet d'une stratification avec des entrées en surface des eaux atlantiques, de faible salinité, soumise à l'évaporation et au mélange avec les eaux plus profondes provoquant une augmentation de la salinité. Ce courant s'étend jusqu'au canal sicilo-tunisien où son épaisseur décroît d'environ 200 mètres à Gibraltar à 100 m environ à son entrée dans la mer ionienne. Il constitue l'une des sources des eaux méditerranéennes profondes, notamment le long des côtes d'Afrique du Nord.

Les vents de nord ouest (Mistral, tramontane) dominant la rive nord du bassin occidental de la méditerranée ont une influence sur les courants en générant dans le Nord du bassin des courants côte-large. Bien que d'influence secondaire à l'échelle du bassin, les upwellings générés par ces vents de Nord Ouest et les courants provoquent des phénomènes physiques complexes qui favorisent la redistribution des éléments dissous, particulaires et néphéloïdes et la remontée de nutriments vers les eaux de surface. Ce brassage provoque l'homogénéisation des

eaux, notamment un mélange avec les eaux des grands fleuves dans le delta du Rhône et près de l'estuaire de l'Ebre.

Sur la rive sud, les particules atmosphériques issues du corridor Sahara-sahel (Sahara occidental, Algérie, Tchad et Niger) sont sources naturelles d'aluminium et fer ainsi que de la plupart de traces ; Des niveaux élevés des molécules d'origine anthropogéniques (Zn, Pb, Cd) ou liés à l'abrasion des roches naturelles (Chrome, nickel) ont été également décrites. Elles concernent les apports sur l'ensemble des côtes de la rive Sud du bassin (Castillo et al., 2007) Dans le cas d'Annaba (Algérie), Le flux de particules atmosphériques et les vents sont responsables d'apports aériens de plomb, chrome, manganèse, nickel, cobalt et cadmium liés à la présence d'activités industrielles (Ali-Khodja et al, 2008).

La sécheresse de la décennie 1990-2000, l'importante baisse des apports liquides, le piégeage des sédiments au niveau des barrages et les retenues collinaires (envasement) sont les principaux responsables de la diminution des apports en matériaux provenant des bassins

versants. Les études réalisées par l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (ANRH) d'Algérie ont nettement mis en évidence le lien entre les apports solides et les débits liquides. Ceux-ci sont liés aux périodes de crues. Les volumes considérables de sédiments piégés au niveau des barrages situés en zone littorale privent les plages d'apports importants en éléments solides. Ceci est illustré par le cas de trois oueds représentatifs de la côte algérienne: oueds Soummam à l'Est, oued Mazafran au centre et oued Tafna à l'Ouest

Les estuaires sont le siège de forts gradients pour de nombreux paramètres physiques et chimiques. (Chapman and Wang, 2001). Les quantités et la composition de la matière organique dissoute, colloïdale et particulaire jouent un rôle important dans les transferts des contaminants ainsi que leur transformation (Schwarzenbach et al., 2003). La force ionique et les phénomènes de précipitation, affectent la biodisponibilité. La stratification des eaux est courante en raison des gradients de salinité provoquant des courants de densité dont le comportement dans le cas du Rhône et de l'Ebre, dépend de la topologie. L'analyse des séries chronologiques du climat, des courants et des flux particuliers (De Maderon et al., 1999) a montré que les particules transportées vers le fond pouvaient être liées à des échanges sédimentaires prépondérants entre la marge continentale et les plus grandes profondeurs plutôt qu'à des apports atmosphériques et le transport issu des



grands fleuves. Dans ce cas, les oscillations verticales des flux sur la pente continentale régissent une grande partie des apports vers le fond et subissent des variations saisonnières considérables en raison des fluctuations verticales ou non de la température.

Le var, fleuve se jetant au niveau de Nice, a particulièrement été étudié pour les transports hydro sédimentaires. A côté des courants issus de la circulation générale et des apports du fleuve, des courants de types isopycnaux, liés aux différences de salinité (Mulder et al., 2001 a & b ; Gervais et al, 2003) ont été démontrés dans cette zone. Ces courants sont susceptibles d'apport très important et d'un transport dans le lit des canyons profonds jusqu'à des distances de plusieurs dizaines de km pour aboutir notamment au niveau des lobes distaux. Dans ces conditions, un transport des contaminants associés aux particules sédimentaires vers la plaine abyssale doit être envisagé.

Enfin, les apports accidentels liés aux crues ou aux tempêtes sont présents lors d'événements climatiques exceptionnels. Ils affectent les apports sédimentaires des rivières des zones touchées, y compris celles de petite taille (Gremare et al. 2003, ). Dans ce cas, un apport non négligeable de sédiments mais aussi de substances dissoutes voire de contaminants sont repris par la circulation hydrodynamique locale enrichissant les apports sur le littoral et dans les canyons adjacents (ref )

**Modèles hydro sédimentaires et phénomènes d'avalanches sous marine (à développer).**

### 2.3 Spatial and temporal (all available data but at least 5 years) distribution of nutrients (dissolved inorganic nitrogen and phosphorus, total nitrogen and phosphorus), dissolved oxygen and pH

Nutrients, chl-a, and DO data are collected in the MED POL database. However, consider collecting additional information from scientific literature, National Reports on various development Programmes and from the Reports produced by National Oceanographic Institutions, Research Centres and Universities. Also add information from Remote Sensing surveys (satellite imagery) undertaken by national or international organisations for the area concerned. If available try to collect information on seasonal fluctuations and time series data, which could be used to describe a potential trend in the state of the marine environment.

Le bassin méditerranéen se caractérise par une biomasse de phytoplancton réduite, ce qui entraîne une grande transparence de l'eau et une pénétration profonde de la lumière dans la colonne d'eau.

Les eaux les plus riches dans le bassin occidental se situent sur la rive Nord. A l'inverse, les eaux du large sont généralement à la limite de l'oligotrophie, hormis en cas de remontée des eaux profondes riches en nutriments. L'utilisation de modèles biogéochimiques a permis de dresser un bilan des échanges concernant les nutriments à l'échelle du bassin méditerranéen et de démontrer des différences entre l'Est et l'Ouest. La simulation du comportement de l'écosystème par rapport aux apports des rivières ou de l'atmosphère et aux échanges entre les différents bassins a montré (Crispi et Pacciaronia, 2009) que le bilan des nitrates dans les couches intermédiaires de profondeur supérieures à 180 m et dans la couche euphotique ou pour le bilan de la chlorophylle, est caractéristique d'un gradient ouest –est de la production primaire.

D'après l'unep (EEA 1999) Les facteurs qui régissent les transferts des nutriments sont nombreux. L'azote total (N) est principalement rejeté par le traitement des eaux usées urbaines (31 %), l'élevage (19 %) et le secteur des métaux (11 %), alors que la production d'engrais représente la majorité des émissions de phosphore total (P) (63 %), suivie de l'élevage (20 %) et du traitement des eaux usées urbaines (8 %). Ces éléments illustrent comment un petit groupe de secteurs d'activité est responsable des apports à la mer de la majorité des émissions/rejets d'éléments nutritifs dans la région méditerranéenne. Il apparaît clairement que les grandes villes

jouent un rôle important dans les apports de matière organique et les nutriments associés.

L'origine des nutriments est en grande partie liée à la présence de rivières et fleuves. En Méditerranée occidentale, tous les systèmes fluviaux sont de petite taille mis à part Le Rhône et l'Ebre qui ont des zones d'influence en mer de 96 000 et 84 000 km<sup>2</sup> respectivement. Les teneurs en éléments nutritifs dans les rivières de la Méditerranée sont environ quatre fois inférieures à ceux dans les rivières d'Europe (EEA, 1999) mais les niveaux augmentent régulièrement. Les apports de sels nutritifs sont importants dans les cours d'eau ayant un débit faible ou qui accueillent des effluents trop riches ou en trop grandes quantités issues par exemple, d'exploitations agricoles, humaines ou industrielles. C'est le cas des oueds des pays de la rive Nord africaine (Djemai & Mesbah, 2008) mais également les rivières de la rive Nord ou, pendant les événements de fortes pluies après des périodes sèches, certains métaux, les nitrates et du carbone organique atteignent des concentrations qui pourraient affecter les populations biologiques (Nicolau et al., 2006). Les principales pressions provenant de l'agriculture sont l'érosion des sols et de l'excédent de nutriments provenant de la fertilisation excessive et le bétail. Parmi premières régions de drainage, d'érosion des sols et de pertes d'éléments nutritifs, 3 se trouvent dans le bassin occidental ( Sicile, Sardaigne, Espagne, AEE / PNUE, 1999). Plus localement, L'aquaculture intensive marine, bien que peu développée en mer ouverte et localisée surtout sur la rive Nord du bassin participe localement aux apports de matière organique et de sels nutritifs (Doglioli et al., 2004).

Dans la zone influencée par le panache du Rhône, l'enrichissement en matières organiques et les quantités Phaeopigments suggèrent une origine détritique terrestre des matières organiques. (Alliot et al., 2003). Dans certaines zones non influencées par des apports fluviaux, l'origine marine des sels nutritifs et de la matière organique est importante (Di leonardi et al. 2009).

En 25 ans, les concentrations en nitrates des eaux de l'Ebre (Espagne) qui possède un bassin de 85.566 km<sup>2</sup> ont augmenté dans 46 % des 65 sites échantillonnés, parallèlement à l'augmentation des activités agricoles ( $R^2 = 0,82$ , Lassaletta et al., 2009). Au niveau de l'estuaire, l'Ebre est fortement stratifié et montre un bilan excédentaire d'azote et de phosphore en raison des apports de sa couche superficielle d'eau douce, de la présence des composés dissous et particulaires, de la réduction de l'absorption par le phytoplancton liée à une diminution de la

chlorophylle dans l'estuaire, l'entraînement par le bouchon vaseux et, dans une moindre mesure, les effets des eaux usées. La charge annuelle est parmi la plus forte en méditerranée pour les nitrates et les silicates (# 10 000 tonnes) alors que le phosphore est libéré à des concentrations relativement faibles (environ 200 t an<sup>-1</sup>) malgré tout excédentaire (Falco et al., 2010). Selon le même auteur et à titre de comparaison, la charge totale en azote inorganique et phosphore est respectivement de 77500 et 2500 tonnes pour le Rhône avec un débit plus important.

Dans les sédiments situés au débouché des fleuves, la décroissance des teneurs est régulière (Denis et Grenz, 2010). Si les teneurs en nitrites et silicates sont variables, les teneurs en nitrates, phosphore et silicates représentent respectivement 5%, 7% et 28% des besoins en nutriments pour la production primaire du plateau continental. Dans ces conditions, les sédiments constituent un réservoir jouant un rôle important dans les cycles biogéochimiques du golfe du Lion, principalement pour le phosphore inorganique.

Table : Comparaison des apports moyens de sels nutritifs dans le golfe du lion. (DIN, DIP et DSi : Azote total, phosphore et Silicates dissous) (d'après Denis et Grenz, 2010)

	RHONE (Kt y <sup>-1</sup> -NW 1) CURENT		SHELF SEDIMENTS*	CONSUMPTION (kt y <sup>-1</sup> )**
DIN	99.9-104.3	75 (nitrates)	14.1	299
DIP	2.7-3	6	2.9	41
Dsi	135-139	nd	165	600

\*Continental shelf, \*\* Consommation par la productivité primaire

La reminéralisation de la matière organique, mesurée par les cinétiques du carbone organique total ou dissous est reconnue comme une source importante de nutriments inorganiques dans les systèmes côtiers. Elle augmente la production endogène de sels nutritifs. Cependant Le recyclage des sels nutritifs provoque une limitation notable dans certaines zones en raison des faibles apports. Que ce soit dans les eaux du large ou dans les zones côtières en hiver, les niveaux de certains nutriments, notamment des phosphates peuvent limiter la production primaire.

Une étude expérimentale et numérique de la distribution spatiale des aérosols au-dessus du bassin méditerranéen occidental (Salameh et al. 2007) a montré l'influence des vents de nord (Mistral et tramontane) dans la vallée du Rhône et dans le golfe du Lion qui peut transporter des aérosols naturels et anthropiques en mer sur l'ensemble du bassin nord occidental et affecter le bilan de luminosité du bassin. Ces vents sont responsables du transport de particules contenant des nitrates d'ammonium et des sulfates selon un schéma advectif en provenance de la région de Fos/Berre/Marseille vers les côtes de l'Afrique du Nord et vers l'Italie.

Ces vents ont également une influence sur les courants en générant dans le nord du bassin des courants côte-large. Bien que d'influence secondaire en Méditerranée, les upwellings générés par ces vents persistent de Nord Ouest et les courants provoquent des phénomènes physiques complexes qui favorisent la redistribution des éléments dissous et particulaires et la remontée de nutriments vers les eaux de surface. Ce brassage provoque l'homogénéisation des eaux, un mélange avec les eaux des grands fleuves dans le delta du Rhône et près de l'estuaire de l'Ebre et des variations de concentration de chlorophylle à la surface de la mer décrites depuis de nombreuses années (El Sayed et al., 1994).

D'après les évaluations nationales des apports de sels nutritifs, sur les côtes algériennes, les transferts d'éléments nutritifs du système terrestre au système marin concernent les zones agricoles, notamment de cultures intensives des plaines littorales (Annaba, Mitidja, Sahel algérois, plateau de Mostaganem) ou d'usages d'engrais phosphatés et azotés ont démultiplié les apports vers le littoral (MEDPOL Algérie). A titre indicatif, des analyses effectuées au Niveau des Aquifères de la Mitidja indiquent des pics de 200 mg / litre de nitrates (normes de 50 mg / l). Sur les collines du Sahel et d'autres zones côtières (Skikda, plaine du Saf Saf, Mostaganem ...) les nitrates sont apportés par les eaux de ruissellement et transférés directement à la mer. Dans les golfes d'Arzew et d'Alger, le schéma de distribution du carbone organique démontre un cheminement vers les zones de sédimentations des vasières situées en milieu de baie ainsi qu'à proximité des ports. Ces maxima sont relatifs à l'accroissement de la Population et des activités industrielles mais également les apports fluviaux (Buscail et al., 1998). Dans la quasi-totalité des ports, les concentrations en sels nutritifs dans les sédiments sont supérieures à celles mesurées alentour et corrélées aux niveaux de polluants organiques. Les ports de Djijell, Alger et Annaba sont les plus affectés. Dans certaines zones

soumises à une influence continentale, des teneurs élevées en sels nutritifs ( (14,9  $\mu\text{mol N-N03 L}^{-1}$ , 2,04  $\mu\text{mol P-P04 L}^{-1}$ , 11,3  $\mu\text{g Chl A L}^{-1}$ ) peuvent être observées (Frehi et al, 2007).

**Insérer les données nationales( rapports MEDPOL) de Nord Tunisie, France, Maroc, Espagne, Italie a insérer  
+ carte synthétique nitrates/phosphates**

. Le traitement de données satellitaires permet de localiser les zones de fortes concentrations en chlorophylle, caractéristiques de la production primaire.

L intégration des données de chlorophylle de SeaWiFS dans un modèle couplé 3D physico-biogéochimique a permis de tester des prévisions d épisodes d eutrophisation (Fontana et al., 2009) dans la zone confinée de Fos sur mer près du delta du Rhône. Cette zone est soumise à des phénomènes d eutrophisation liés à des conditions hydrodynamiques particulières et des apports intermittents de sels nutritifs. Ces modèles donnent des prévisions cohérentes qui ont été extrapolés au Nord du bassin nord ouest de la méditerranée pour les mesures de chlorophylle de surface ainsi que et de sels nutritifs comme les nitrates.

**Développer l'approche satellitaire et Insérer carte Chlorophylle a bassin occidental**

#### 2.4 Sedimentology

- Collect information on the mineralogy of the coastal zone and the drainage basin under survey.
- Compile data on the sediment mineralogy and granulometry (grain size) of the sediments in the marine coastal environment. Try to identify possible "natural anomalies" in the distribution of trace elements, which are contaminants (Hg, Pb ores; ultra basic minerals rich in Cr, Ni; etc.)
- Provide information on sedimentation rate, based on sediment traps data or marine sediment geochronology. Special attention should be given in areas close to river mouths, coastal cities (outfalls, harbours), industrial zones and desalination plants. This kind of information could be mainly found in the international and national scientific literature.

Le plateau continental apparaît comme un plateau fragmenté et discontinu. Extrêmement réduit, il disparaît en bordure des massifs montagneux côtiers et se développe près des côtes basses notamment près des grands fleuves Rhône, Ebre, Tevere etc.), dans les grands golfes ( Golfe du Lion) ou des baies ( Alger, Algesiras, Tunis etc..). La sédimentation est d'origine double : biogène à partir des peuplements planctoniques et benthiques et une autre terrigène due essentiellement aux apports solides (fins, grossiers) des fleuves, rivières ou oueds. Cette dernière est la plus importante. La distribution ou la répartition des sédiments terrigènes sur les fonds se fait selon un gradient bathymétrique, soit un gradient d'envasement de la côte vers le large avec une succession caractéristique de faciès sédimentaires : sables fins, sables fins envasés, vases sableuses, vases pures. Les sables fins envasés et les vases sableuses sont des sédiments de transition permettant de passer des sables fins côtiers aux vases pures du large.

Dans le prolongement des caps qui délimitent les baies et les golfes de la côte algérienne, les fonds sont occupés essentiellement par des fonds plus rugueux (sables très grossiers, graviers). Cette distribution des faciès sédimentaires est le modèle général, sauf exception, de la couverture sédimentaire au niveau des golfes et baies notamment sur la rive sud du bassin.

Les sables fins occupent tous les petits fonds où ils forment une étroite bande côtière. Les vases pures constituent parfois des vasières occupant quasiment l'ensemble du plateau continental (Golfe d-Al-Hoceima, baie d Arzew, Bou Ismail, golfe de Bejaïa, Skikda, baie de Tunis ) alors que l'absence d oued et de rivière (baie d'Oran ) limite ces zones de vases pures et favorise les sables grossiers et les graviers.

Le bilan global des échanges de mercure au niveau de la méditerranée a été évalué par Rajar et al.( 2008).. Cela inclut des apports directs des sédiments influencés par les mouvements tectoniques et les niveaux de base importants en Méditerranée liés à la bio géochimie du mercure. La distinction entre ces deux sources est difficile. Les apports liés à la tectonique sont importants en région volcanique et près de sources géothermales tel que le sud de la Thyréneene. Ces apports expliquent des niveaux naturels importants. La présence de mines situées en amont des rivières ou fleuves dans le bassin (Almaden en Espagne, Monte Amiata en Toscane) explique par

ailleurs des apports à la mer qui peuvent atteindre sur l'ensemble de la méditerranée 610 kmol/an et 4 à kmol/an pour les autres sources (UNEP-MAP, 1996).

**Développer les apports des rivières et fleuves ( structure et fonctionnement des fleuves d'un point de vue sédimentaire et préciser les taux de sédimentation en milieu profond**



## 2.5 General description of the catchment area in relation to the analysis

### A développer

II. Pressures and impacts (Note (1) Should cover cumulative and synergistic effects (2) Ecosystem goods and services to be included in the socio-economic assessment)

1. Contamination (including biomagnification) by hazardous substances (includes heavy metals, halogenated and petroleum hydrocarbons, antifoulants, chemicals and pharmaceuticals, etc. from all sources as well as radionuclides)

Relative data, generated by the National monitoring programmes of the Mediterranean countries in the frame of MED POL Phase III and IV, exist in MED POL database. More specifically in the MED POL database are collected data on:

- Trace metals and organic contaminants (including halogenated hydrocarbons and petroleum hydrocarbons – PAHs) in biota (Mullus barbatus and Mytilus galloprovincialis)
- Trend analysis of trace metals in biota (under preparation)
- Trace metals and organic contaminants (including halogenated hydrocarbons and petroleum hydrocarbons – PAHs) in marine sediments

More data should be gathered to fill geographical and temporal gaps in the MED POL database. The experts will work closely with MED POL, in order to be guided for concentrating their effort to fill these gaps.

Additional data could be found in the international scientific literature and the National specialised Reports, which may be found through National Research Institutes and competent National authorities.

Data on contaminants releases through effluent discharges and air emissions from industrial and municipal land-based pollution sources are available in the MED POL database. Information is been recently updated (2009) through the National Baseline Budget revision underway. Already 7,600 point pollution sources have been registered in the Mediterranean coastal zones of the countries, and data exist for a large number of contaminants. Furthermore, relevant information can be found in the UNEP/MAP archives (National Action Plans for all countries).

The effort of the experts should be concentrated in the filling of existing geographical gaps. Also more information can be gathered from other available National Reports for industry, as well as from the study of Environmental Impact Assessment studies.

Also, because MED POL does not collect data on radionuclide pollution, the gap should be filled using information from IAEA and International/national Reports on the state of radioactive contamination in the Mediterranean region.

In general, data should be gathered for all matrixes of the marine environment, i.e. biota, sediment and water.

Le bassin Nord-Ouest de la Méditerranée est touché par les activités humaines intenses qui constituent des sources de contamination chimique et peut entraîner une dégradation et un risque de dommages graves dans les zones côtières et marines (AEE, 1999).

La côte est dans une situation particulièrement préoccupante en raison de la plus faible circulation, l'absence de marées, l'importance des voies de circulation d'hydrocarbures et les importantes industries présentes sur son pourtour. L'urbanisation a connu une croissance importante particulièrement le long de la bande côtière, à desservir la population permanente et temporaire, avec pour effet des altérations de la qualité de l'environnement notamment dans Les pays industriels très développés dans le Nord avec un contraste saisissant avec les zones non urbanisées de la rive sud.

À l'avenir, les zones côtières devraient être confrontées à des pressions encore plus grandes et une approche multi disciplinaire doit être adoptée dans les études de la distribution et les flux de contaminants chimiques, puisque les comportements, les devenir et les bilans des substances d'origine anthropique sont influencés par la dynamique des cycles biogéochimiques principaux (Cossa et al. 2009).

Le dépôt atmosphérique est une voie d'entrée principale des apports anthropiques de métaux traces accumulés dans les sédiments récents du large, tandis que l'advection latérale, les courants et les écoulements gravitaires de sédiments est proposée pour tenir compte des concentrations pré-industrielles de métaux ( Martin et al, 2009). De même les comportements géochimiques peuvent être très différents, le Pb et le Cu atmosphérique étant stockés de manière efficace dans les sédiments alors que le Zn est advecté. Dans les zones côtières, les apports

atmosphériques sont largement supplantés par les apports fluviaux quand ils sont présents (Roussiez et al., 2006).

En raison de l'importance particulière du transport atmosphérique, des échanges air-eau et la circulation, les eaux du large sont également source de préoccupation pour la contamination chimique, notamment à travers les processus de transfert trophique et la bioaccumulation.

Les connaissances en matière de concentrations, de flux d'entrée et de sortie, de comportement dans l'eau et dans les sédiments et des impacts toxicologiques sur les écosystèmes sont très variables, selon le groupe de contaminants étudié.

Pour de nombreux pays, aucune information détaillée est disponible sur les quantités de substances dangereuses provenant de sources ponctuelles (industrie et des centres urbains). En général, il y a un manque de données adéquates. L'interprétation des données passe par ailleurs par une compréhension des cycles géochimiques. A titre d'exemple, Le bilan global des échanges de mercure au niveau de la Méditerranée a été évalué par Rajar et al. (2008) avec des apports sur le fond à  $120 \text{ kmol} / \text{an}$ . Cela inclut des apports directs des sédiments issus des mouvements tectoniques et les niveaux naturels de base importants en Méditerranée liés à la biogéochimie du mercure. La distinction entre ces deux sources est difficile. Les apports liés à la tectonique sont importants en région volcanique et près de sources géothermales tel que le sud de la mer Thyréenne. Ces apports expliquent des niveaux naturels importants notamment dans certaines îles du bassin. La présence de mines situées en amont des rivières ou fleuves dans le bassin (Almaden en Espagne, Monte Amiata, en Toscane) explique par ailleurs des apports à la mer qui peuvent atteindre sur l'ensemble de la Méditerranée  $610 \text{ kmol} / \text{an}$  comparés à  $4 \text{ kmol} / \text{an}$  pour les autres sources (PNUE-MAP, 1996).

Une quantité importante d'informations existe sur la distribution des substances chimiques cependant liée aux résultats des campagnes de recherche plutôt qu'à l'existence de réseaux de surveillance. En conséquence, les données disponibles portent principalement sur des études locales, ou des situations particulières. Des écarts importants existent également sur l'origine géographique des données, en particulier pour le Sud et pour les contaminants émergents comme les dioxines ou les alkyl phénols.

En outre, le manque des méthodes normalisées rend difficile la comparaison et l'utilisation des données dans une évaluation régionale afin d'en tirer des conclusions définitives sur les tendances spatiales et temporelles.

En dépit de ces limitations, les données disponibles indiquent que les contaminants ne sont pas uniformément répartis dans la Région. Par exemple, les concentrations totales de DDT dans les sédiments varient de <0,25 à 885 ng / g et les PCB de 1,3 à 7274 ng / g, les niveaux plus élevés correspondant aux zones "points chauds" à proximité des exutoires des eaux usées des grandes villes ou à l'embouchure des grandes rivières (par exemple le Rhône). Des niveaux allant jusqu'à 400 mg / g de poids frais de DDT et de 1400 mg / g de poids frais de PCB ont été découverts dans les graisses de mammifères marins (dauphins), largement supérieures aux données équivalentes en Atlantique.

Certaines zones géographiques sont dans des situations préoccupantes. Il s'agit notamment des estuaires (Rhône, l'Ebre), des baies et golfes (Fos sur mer, baie d'Alger et Tunis, Genes, Naples, Algesiras) et de zones affectées par les décharges.

tableau : valeurs statistiques de distribution des contaminants du bassin Nord Ouest de la Méditerranée. Données Mytilos ( Andral et al 2010, Romanelli et al., 2010 ; Galgani et al., 2010, Benedicto et al., 2010 ). Minima-maxima / mean (std dev)

	DDTs µg/kg	PCBs µg/kg	PAHs µg/kg	Dioxins ng/kg
ALBORAN	1.07-7.51 3.68(2.07)	1.83-18.74 8.82(4.42)	43.06(17.08) 25-84.6	0.386 (0.003) 0.384-0.388
SW	1.65-10.21 3.18(1.95)	6.31-51.13 11.43 (10.4)	46.77(14.43) 25-79.6	0.534 (0.276) 0.375-1.02
TYRHENEAN SEA	1.19-15.33 3.95(2.58)	4.07-91.48 15.22(16.07)	48.31(14.13) 25.4-80.4	0.653 (0.306) 0.399-1.49
NW	0.38-15.44 4.42(3.50)	3.12-103.52 17.12(19.23)	45.9(18.35) 21.9-105.5	0.698 (0.540) 0.325-2.667

## **Analyse des sources/hotspots ( based on NATIONAL REPORTS medpol). A developper.**

En dehors des contaminants classiques, d'autres composés comme les phtalates, alkyl phénols, les PBDE / PBB sont soupçonnés d'être omniprésents, mais les données manquent. Des études exhaustives ont été menées dans un nombre limité de cas, par exemple pour les dioxines en Méditerranée NW (Munschy et al., 2005). D'une manière générale, Les plus fortes concentrations ont été trouvées dans les zones portuaires, en raison d'échanges limités et d'intenses activités urbaines et industrielles. Les rejets directs, le ruissellement (Tolosa et al., 1995; Dachs et al., 1997) ou les dépôts de dragage ( Alzieu, ) sont également très importants localement. En conséquence, les concentrations retrouvées dans les zones d'influence des villes et des rivières sont nettement supérieures aux niveaux observés dans le reste du plateau continental. L'assèchement des rivières peut également être un important facteur de concentration des apports (Meybeck et Ragu, 1997).

Dans les estuaires, en raison des forts gradients pour de nombreux paramètres physiques et chimiques, les quantités et la composition de la matière organique dissoute, colloïdale et particulaire jouent un rôle important dans les transferts des contaminants ainsi que leur transformation (Schwarzenbach et al., 2003). La stratification des eaux est courante en raison des gradients de salinité provoquant des courants de densité dont le comportement dans le cas du Rhône et de l'Ebre, dépend de la topologie. Le comportement des contaminants ( PCBs, pesticides organochlorés, etc.), testés expérimentalement en bassin (Gomez-Gutierrez et al. 2006) est lié aux propriétés chimiques intrinsèques mais également à la force ionique et aux phénomènes de précipitation, affectant la biodisponibilité. Les apports de contaminants organiques présents dans l'Ebre, mesurés mensuellement entre 2002 et 2003, donnent des concentrations de 0.4 à 19.5 ng l<sup>-1</sup> pour les composés organochlorés (dissous et particulaires) dont en moyenne 8.9 ng l<sup>-1</sup> pour les PCBs et de 0 à 170 ng l<sup>-1</sup> pour les pesticides polaires dont en moyenne 82 ng l<sup>-1</sup> pour l'Atrazine. Les quantités annuelles évaluées donnent des totaux de 167 et 1258 kg par an pour respectivement les organochlorés et les pesticides polaires. Les niveaux de PCBs, DDTs et HCB étaient liés aux apports

ponctuels de matières en suspension alors que les produits issus de l'agriculture sont liés à une utilisation saisonnière.

Les apports de métaux traces sont largement dominés par les apports atmosphériques (Migon et al., 2005), qui sont caractérisés par une signature d'origine européenne, à la fois naturelle et anthropique. En Méditerranée, les signatures des poussières sahariennes sont superposées à cette signature de fond naturel (Guerzoni et al. 1999). La variabilité spatiale des dépôts atmosphériques semble cependant faible, malgré la variabilité des conditions météorologiques et climatologiques (pluviométrie, vitesse des vents, l'efficacité de l'aérosol balayage). L'influence des grands cours d'eau est plus importante dans les régions des zones côtières, et constitue la principale source de particules de métaux sur certains plateaux continentaux. Par exemple, dans le golfe du Lion, Radakovich et al. (2008) ont démontré que les flux atmosphériques représentent moins de 5% du total (rivières + atmosphère) des apports de particules de Cr, Co, Ni, Cu et Pb, 17% du Zn et 35% pour le Cd.

Dans le bassin Nord Ouest, outre la présence de grands fleuves et rivières (Rhône, Tevere, Ebre, Var etc.), l'existence d'apports très importants liés à des inondations et catastrophes naturelles, jusqu'à 80% des apports dans certaines zones côtières, doivent être pris en compte dans les évaluations. La partition apports atmosphériques entre les phases dissoutes et particulaires dans la couche de surface détermine fortement le comportement des éléments traces métalliques et leur implication dans les cycles biogéochimiques (Cossa et al. 2009). On connaît peu l'absorption de contaminants dans les premiers niveaux trophiques (plancton et benthos) et de quelle manière ils se comportent dans les cycles. Les bactéries semblent jouer un rôle important dans la bioaccumulation et dans l'enrichissement en métaux des premiers niveaux trophiques, pélagiques ou benthiques.

Lors de la photosynthèse, les organismes phytoplanctoniques assimilent les nutriments et métaux traces dans les proportions suivantes un ratio de Redfield évalué comme: C: N: P: Fe: Zn: Cd, Cu, Mn, Ni = 106:16:1:0.005:0.002:0.0004 (Bruland, et al. 1991). Ce ratio est approximatif et variable selon les régions. Le caractère saisonnier des blooms phytoplanctoniques est responsable de variations importantes des concentrations de métaux en surface entraînant des profils verticaux caractéristiques des nutriments.

L'assimilation des métaux par les organismes peut être limitée par leur solubilisation ou par leur toxicité dans le cas de fortes concentrations. En outre, l'implication des métaux traces dans les processus d'absorption dépend de facteurs tels que la spéciation redox, complexation avec des ligands organiques, les réactions photochimiques (Luoma et Rainbow, 2005). Le transfert des éléments traces métalliques dans la chaîne alimentaire et leur accumulation dans les organismes marins ont été démontrés, notamment pour les dauphins et les baleines (Frodello et al. 2000). Les concentrations de métaux traces dans les estomacs des baleines semblent indiquer que la source de nourriture est responsable d'une proportion significative de la contamination aux métaux. Pendant les années 1970, plusieurs articles ont souligné les concentrations élevées de mercure dans les poissons méditerranéens. Plus récemment des travaux ont confirmé l'accumulation dans les merlus du golfe du Lion de mercure sous forme méthyles (<http://www.ifremer.fr/medicis/EN/projets/merlumed.html>), liée, en partie, à la bioaccumulation de MeHg à la base des chaînes alimentaires, en particulier en phytoplancton et bactérioplancton (Harmelin-Vivien et al. Soumis).

En Méditerranée, des concentrations de 0,1 à 1,4 mgHG / kg avec des concentrations maximales de 4 mg / kg ont été évaluées pour les poissons en bout de chaîne alimentaire (Requins, thonidés ; PNUE-MAP, 1996; Storelli et al., 2006). Au niveau du Bilan du mercure, cependant, cela donne des quantités négligeables d'exportation (1,2 kmol / an) et un total d'1.2 millions de tonnes

La production d'engrais représente la majorité des rejets dans l'eau de plomb et de mercure, tandis que l'essentiel des émissions dans l'air de mercure sont produites par les secteurs du ciment, de l'énergie et de la transformation des métaux. Le chrome dans l'eau est principalement rejeté par le secteur du raffinage du pétrole, suivi du secteur des engrais et de celui du tannage. Enfin, les émissions atmosphériques de nickel sont majoritairement issues du secteur de l'énergie. Dans le cas des ports, l'analyse des carottes sédimentaires démontre clairement l'origine récente de ces métaux (Di leonardi et al. 2009) dans les sédiments.

Les données de contaminants dans les sédiments ne sont pas généralisées en Méditerranée Nord Ouest. L'analyse des données MEDPOL met en évidence des concentrations significatives de cadmium et cuivre sur les côtes du Maroc (Nador) et, du mercure du plomb dans le Nord de la mer ligurienne.

Dans les tissus des moules et d'une manière générale, les niveaux maxima de métaux sont trouvés sur les sites de pollution prioritaires (AEE, 2006). Le cadmium se retrouve en quantité importante (> 10 mg/kg) sur le site de El Portus (Espagne), dans la baie de Naples et dans le sud ouest des cotes de France. Les niveaux moyens restent élevés également dans les îles (Sardaigne et nord Sicile). Le plomb est principalement localisé en Italie, surtout dans les zones autour du Lazio et du golfe de Gènes. Les niveaux de cuivre sont très importants le long des cotes italiennes et de Sardaigne tandis que le zinc est localisé à Naples, Palerme et dans une moindre mesure dans le golfe de Gènes. Une différence importante est observée entre la partie orientale du bassin Nord Ouest sur les cotes italiennes avec des concentrations faibles de mercure total et par contre très élevées sur les cotes espagnoles.

Table contamination des moules *Mytilus galloprovincialis* dans le bassin Nord Ouest de la Méditerranée

	PB	CD	CU	CR	Hg	Ni	Zn	
Balearic islands	0.8-6.7	0.14-1.59	5.9-58.3	0.7-14.8	0.13-2.21	0.7-35.2	48.9-316.7	Giuterrez et al, 2008
South Spain	0.5-12.2	0.2-12.5	2.6-11.85	-	0.05-1.80	-	86-423	Benedicto et al.,2003
Spain native ( mean)	7.59	0.99	-	-	0.19	-	-	Medpol database
Italy	1.47-3.9	0.66-2.43	6.6-16.40	-	0.3-0.47	-	90.13-234	Corsi et al, 2002
Italy native( mean)	3.56	0.88	12.51	-	0.30	-	159.5	Medpol database
Sardinia Transplanted	0.07-0.33	1.07-2.01	-	-	0.07-0.33	0.6-1.1	-	Andral et al.2010
Tunisia native ( mean)	0.95	0.33	-	-	0.22	-	-	Medpol database
France native	0.1-34.6	0.03-2.62	2.3-29.6	0.30-3.38	0.02-1.24	-	123.3(mean)	RNO 2001
France native ( mean)	2.14	0.88	7.97	-	0.14	-	105.5	Medpol database
Alboran sea caged	0.6-6.29	1.10-2.11	-	-	0.06-0.15	0.636-2.72	-	Andral et al., 2010
Tyrrhenean caged	0.66-3.06	0.86-2.05	-	-	0.07-0.22	0.123-3.20	-	Andral et al., 2010
North west caged	0.69-2.79	0.94-1.97	-	-	0.07-1.23	0.63-1.85	-	Andral et al., 2010
Naples/Bagnoli	21-1288	0.01-4.70	6-165	4-43	0.01-2.90	3.4-181.3	111-2525	Romano et al,2008
Morocco ( Perna perna) (2)	-	<1	-	-	0.05-3.6	-	180-390	Benaoui et al.,2004
Corsica (10)	0.9-1.2	0.89-1.23	-	-	0.07-1.1	0.6- 1	-	Andral et al.2010
Noth Tunisia transplanted(7)	1-1.3	1.28-2.48	-	-	0.1-0.14	1.4-3.4	-	Andral et al.2010
Algeria Transplanted (8)	0.8-1.5	0.87-1.97	-	-	0.08-0.14	0.6-3.1	-	Andral et al.2010
Morocco transplanted (4)	0.6-1.6	1.05-1.42	-	-	0;04-0.08	0.7-2.7	-	Andral et al.2010
Sicily transplanted (11)	0.9-1.2	1.33-2.89	-	-	0.10-0.23	1.1-1.4	-	Andral et al.2010

L'analyse des données de contamination en métaux sur 134 stations des moules transplantées le long des cotes du bassin Nord Ouest permet de préciser les niveaux de contamination dans les zones de 20-30 mètres de fonds ( Andral et al, soumis ; Benedcito et al, en préparation). Les résultats confirment le données antérieures sur les moules naturelles : Deux sites principaux, Portoscuso en



Sardaigne et El Portús en Espagne, à proximité de grandes zones industrielles et minières se distinguent par des niveaux élevés de plomb, de mercure et de cadmium. Portoscuso est une zone à risque pour l'environnement (Mitis et al, 2005). Des études récentes ont signalé des concentrations élevées de métaux dans les sédiments (Schintu et Degetto, 1999) et les moules transplantées (Schintu et al, 2008). Le site El portus, à proximité de la de la zone hot spot de Carthagène (PNUE, 2003), est sous l'influence d'une base navale, d'un complexe industriel et des anciennes mines de Portman. D'autres auteurs ont déjà rapporté des teneurs élevées de cadmium et de mercure dans les herbiers de *Posidonia oceanica* (Sanchiz et al, 2000).

En Tunisie, le golfe de Tunis est le plus affecté par les métaux en raison des apports de la ville, des échanges avec la lagune, des apports de l'oued Medjerda et des les apports atmosphériques du désert actuels et anciens (Pirrone et al., 2000).

En Algérie, la faible épuration des rejets favorise les apports a la mer (Taleb et al, 2007). Les niveaux maximums de Hg et Ni à Skikda, de Nickel a Annaba et Oran, de mercure a Alger sont concordants avec ceux obtenus dans les sédiments, l'eau ou d autres organismes (Gueddah et Djebbar, 2006 ; Kehal et al, 2004 ; Beldi, 2006 ; Rouibah, 2005 ; Soualili, 2008 ; Boutiba et al, 2003 ; Taleb et al, 2007).

Sur le littoral du Maroc, l'importance du plomb a Nador est confirmée ( Sabhi et al, 2000 ; Banaoui et al., 2004). Sur le littoral français, l'Huveaune ( Pb et Hg) est considéré comme une source importante de pollution dans le golfe de Marseille (Sauzade et al., 2007). De même, l'ancienne usine d'amiante située dans l'Ouest du cap Corse est responsable d'apports de contaminants associés aux métaux tels que le Chrome, le cobalt ou le Nickel ( Galgani et al, 2006, Lafabrie et al.,2009).

Trois sites sont affectés par les métaux sur la côte d'Espagne en plus de la zone de Carthagène. L'embouchure du Llobregat, responsable d'apports massifs notamment de plomb dans la région de Barcelone, la Baie d'Algesiras avec de fortes concentrations en Cadmium et la baie de Valence contenant notamment du Nickel confirme également les données antérieures (Palanques et al, 2008 ; Benedicto et al, 2003 ).

Outre Portoscuso, Palerme, Genova-Cornigliano et Livourne –Rosignano sont les sites les plus affectés des cotes italiennes du bassin Nord Ouest par les metaux, notamment par le cadmium et le nickel ( Tranchina et al, 2008 ; Rivaro et al, 2000 ; Lafabrie et al., 2007). Outres ces sites, Zinola (Bertolotto et al, 2005), Oristano

(Cucco et al, 2006 ; Magni et al, 2006), Piombino (Bocchetti et al, 2008) présentent des concentrations importantes de métaux dans les organismes.

Les fleuves et les rivières favorisent les apports de métaux. Le Tevere, le Rhône, l'Ebre et des rivières de moindre importance comme le Gapeau (France), le Zhou ( ) sont responsables d'apports d'origine industrielle (Green Book, 2003 ; Andral et al. 2004) ou naturelle (Bouzenoune et Remoum , 2008 ). Il en est de même pour le ruissellement sur les sites les plus pollués ou les zones urbaines qui ont un impact majeur sur la géochimie de l'environnement de certaines zones côtières comme celle de Portman ou Porto ferraio sur l'île d'Elbe (Martinez-Frias, 1997, Marín-Guirao et al, 2005, Benedicto et al, 2008, Sierra, 2005). Dans ces zones, une remise en suspension est possible lors de tempêtes qui s'ajoute à un lessivage naturel des sols et a tout autre origine géochimique(Elbaz-Poulichet et al, 2001; Salminen, 2005). Dans le cas des Baléares, des îles pontines( Palmarola) et éoliennes, en l'absence d'apports anthropiques importants, une origine naturelle liée à la nature géologique des substrats paraît la plus probable source de métaux traces. D'une manière générale, les comparaisons des concentrations avec les sites extérieurs au bassin méditerranéen ( Wepener et al, 2008 ; Schmidt et al, 1986 ; Chan et al, 1989, Andral et al., 2010) démontrent des niveaux de contaminations du même ordre de grandeur. La comparaison des données disponibles avec les valeurs relevant de la législation européenne démontre des niveaux des métaux ne dépassant pas les limites existantes, sauf pour le mercure dans les organismes échantillonnés dans le golfe de Portoscuso.

En raison des processus de bioaccumulation et de bioamplification dans la chaîne alimentaire, ces composés peuvent atteindre des concentrations dangereuses, en particulier chez les grands prédateurs, y compris les mammifères marins. D'autre part, avec les améliorations et le développement des techniques d'analyse, l'identification et la quantification d'un grand nombre de composés organiques non détectées auparavant dans l'environnement marin a également progressé de façon spectaculaire ces dernières années. Ce sont par exemple les éthers polybromés PBDE (Sellström et Jansson 1995, De Boer et al. 1998) les composés alkyl-phenols, certains pesticides ou phenyl-urées (Munschy et al, 2005), médicaments vétérinaires et pharmaceutiques, les biocides et bactéricides (Kolpin et al. 2002) et esters de phtalate (Mackintosh et al. 2004). Ces molécules pourraient devenir

préoccupantes en raison de leur persistance, leur toxicité et leurs propriétés de bioaccumulation

Les moules et les murets ont été les plus largement étudiés les organismes présents dans l'ensemble du bassin dans le cadre de nombreuses études de cas. Plus récemment, la posidonie s'est révélée également adaptée dans le contexte méditerranéen (Lafabrie et al., 2007). A côté de travaux ponctuels sur diverses espèces (patelle, vers etc.), certaines espèces de la meiofaune (nématodes, foraminifères) sont adaptées à des mesures dans des cas particuliers les zones portuaires (Moreno et al., 2009, Rumolo et al., 2009).

En ce qui concerne les polluants organiques, la transformation des métaux et le raffinage sont responsables des émissions et rejets de HAP, benzène, phénols, et benzène. Les transports représentent des émissions atmosphériques significatives de HAP et de dioxines. La majorité des substances dangereuses étant contenues dans les sédiments situés à leurs environs (Alger, Barcelone, Gênes, Marseille, Naples, Oran, Toulon). Des concentrations élevées de substances dangereuses se retrouvent dans les sédiments situés à l'embouchure des grands fleuves qui se jettent dans le bassin Nord Ouest (Ebre, Rhône, Var, Tevere) et dans les lagunes notamment les étangs du Languedoc en France.

Dans le nord et l'ouest du bassin, les sédiments situés dans les pro deltas du Rhône et de l'Ebre contiennent une concentration de PCB respectivement comprise entre 1 et 472 ng/g ps et entre 6 et 200 ng/g ps.

Pour les pesticides persistants, y compris le lindane, les sources sont multiples et diffuses. Bien qu'il y ait une tendance à la baisse dans l'utilisation de ces composés dans la région à la suite d'accords et de conventions connexes. Il ya cependant un manque de contrôle concernant les stocks de pesticides obsolètes..

Dans la base de données MED POL. Les concentrations d'aldrine, la dieldrine, l'endrine, l'hexachlorobenzène, lindane dans les tissus de l'espèce *Mytilus galloprovincialis* prélevés dans le milieu naturel sont faibles dans le bassin Nord Ouest. Les concentrations de DDT sont plus élevées notamment les produits de dégradation tel que le p, p'-DDE Les apports récents, bien que non exclus, sont peu probables dans cette partie de la Méditerranée en raison des interdictions. L'analyse des concentrations de

pesticides a l'échelle du bassin sur 122 stations de moules maintenues en cage( romanelli et al, 2010) révèle des concentrations faibles ou le plus souvent non détectable du lindane ( HCH) et parfois non detectable sur l'ensemble des stations (gamma HCH). En ce qui concerne les DDTs le pp'-DDE est la forme la plus représentée avec n moyenne 80% des métabolites.

Une étude approfondie a été entreprise (Giuterrez et al. 2006) afin d'évaluer la toxicité et les risques associés aux contaminants organiques tels que pcbs, DDTs et HCB dans les sédiments marins. Les effets ont été évalués à l'aide des niveaux de contaminants et par l'adoption de directives existantes car les informations écotoxicologiques sur les polluants organiques persistants (POP) dans les sédiments de la Méditerranée ne sont pas complètes. Les résultats ont permis l'identification de problèmes dans le voisinage des sites industriels et urbains et dans les embouchures des principaux cours d'eau méditerranéens. Le site portuaire de Imperia, Viareggio, Piombino, les zones urbaines de Marseille , Toulon, Barcelone, Genova et Nice et les pro deltas sous influence du Rhône et de l'Ebre sont très affectés par les POPs et notamment les pesticides de la famille des DDTs avec les risques associés. Ces apports sont liés aux augmentations de matériel particulaire associés au ruissellement et a la remise en suspension des sédiments ainsi qu'a la saisonnalité des usages de produits agrochimiques.

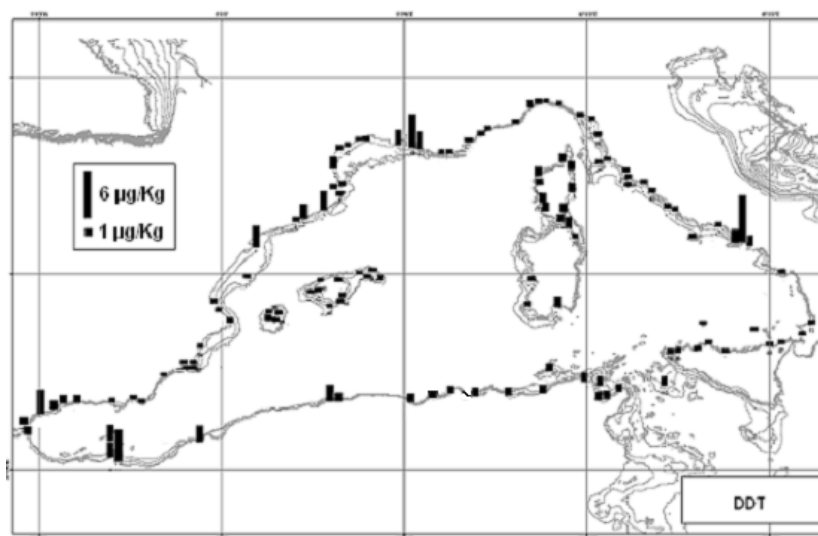


Figure : Niveau des DDTs dans Mytilus galloprovincialis transplantées dans le bassin Nord Ouest de la Méditerranée (Romanelli et al., 2010)

Dans les moules maintenues en cage sur des zones de profondeurs de 20 mètres, les profils de distribution des DDTs sont identiques à ceux des moules sauvages. Niveaux élevés sur Marseille (16,6 mg / kg), Barcelone/ Llobregat (16,2 mg / kg), à l'embouchure du Rhône et de l'Ebre, dans le golfe de Naples (15,3 mg / kg) et Alger (10,9 mg / kg).

L'analyse des concentrations de PCBs totaux ou du CB 153 à partir des données MEDPOL révèle un nombre peu important de données sur les organismes marins de la rive sud. Dans la partie Nord du bassin, les niveaux de base sont élevés et les sites les plus affectés sont les zones de Barcelone, Marseille (jusqu'à 1500 ng/g poids sec) et la baie de Gènes. Les ratios CB138 /153 sont peu variables.

Récemment, les techniques de transplantation de moules ont permis de résoudre le problème de l'absence d'échantillons du milieu naturel, de contrôler les facteurs comme le temps d'exposition et la profondeur et le stade de maturité sexuelle (Roméo et al., 2003). Dans ce contexte, Le projet Mytilos (Andral et al, 2010, Romanelli et al, 2010, Galgani et al, 2010) dédié au bassin Nord Ouest de la Méditerranée fournit une base importante de données et donne les bases scientifiques et techniques pour de vastes programmes de surveillance. Ces données se rapportent à 122 stations d'échantillonnage qui couvrent une période de suivi de l'ensemble de 3 ans (2004-2006). Les congénères PCB 31, 52, 156 et 180 ne sont présents qu'à faible concentration et dans les zones industrielles ou urbaines. Les PCB 153 et 138 montrent des niveaux d'accumulation maximaux le long des côtes françaises, en particulier au niveau de Marseille et de son émissaire (respectivement 42,3 mg / kg et 27,6 mg / kg) et dans une moindre mesure à l'embouchure du Rhône,

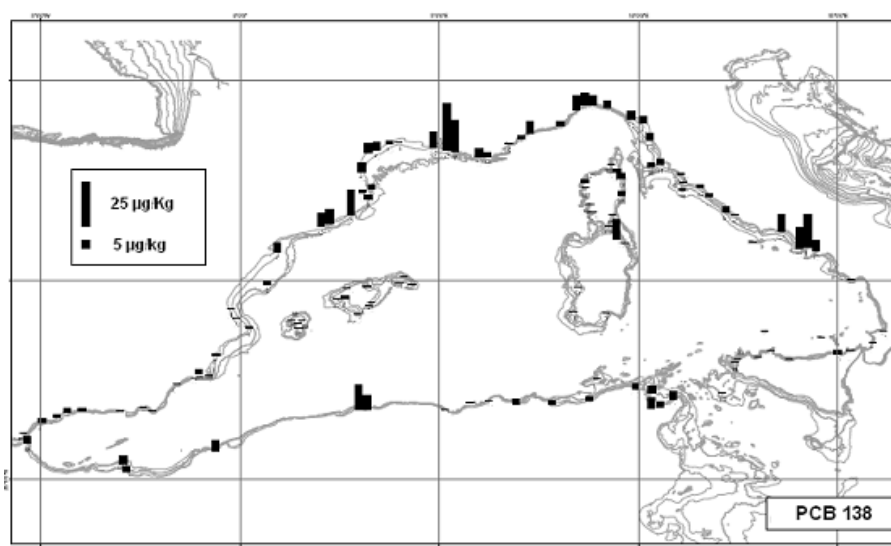


Figure : Niveau du PCB138 dans *Mytilus galloprovincialis* transplantées dans le bassin Nord Ouest de la Méditerranée (Romanelli et al., 2010)

Les concentrations sont également importantes le long des côtes italiennes à Naples (28,0 mg / kg et 19,0 mg / Kg) et Bagnoli (16,0 et 12,0 mg / kg), en Sardaigne à la Maddalena (PCB 153: 26,0 mg / Kg; PCB 138: 12,0 mg / kg) et dans la région de Barcelone, à l'embouchure du Llobregat (18,1 et 14,4 mg / Kg) et à Barcelone (11,0 et 8,2 mg / Kg).

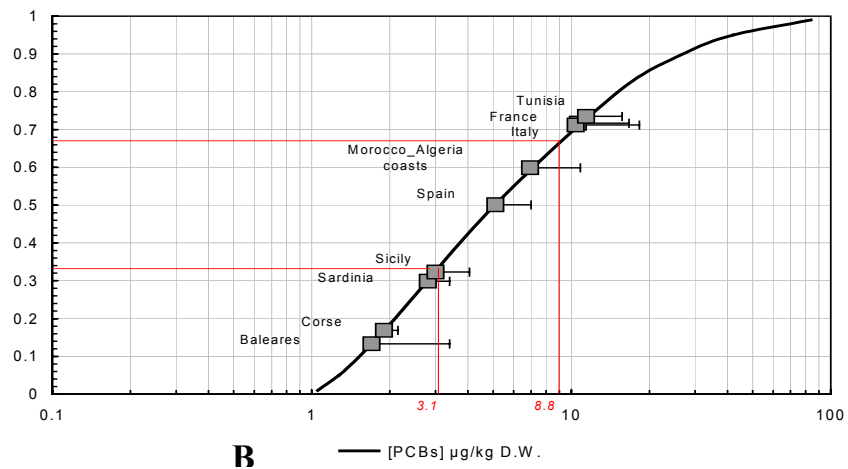
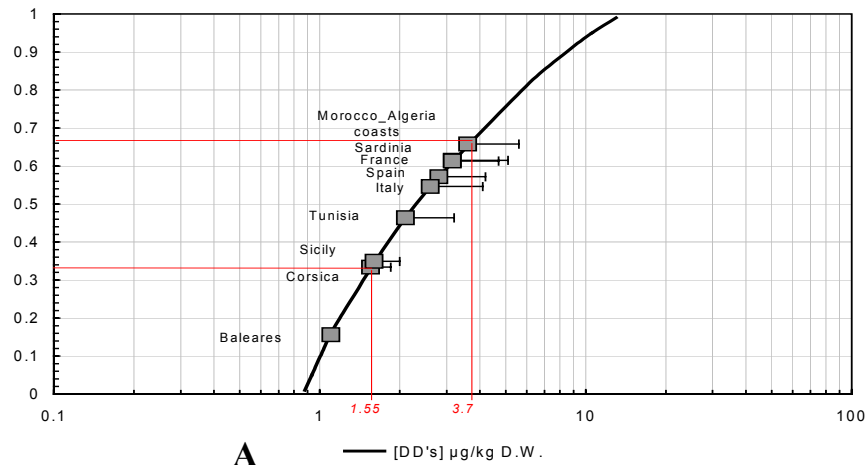


figure : Classification de différentes zones du bassin Nord Ouest de la Méditerranée (Galgani et al. 2010) sur la base des mesures de PAHs dans 122 stations. Algorithme de Johnson (d après Giovanardi et al, )

Parmi les sites côtiers de l'Afrique, Alger indique des valeurs considérables pour les PCB 153 et 138( 20,5 et 14,1 mg / kg. Tous les autres sites présentent des valeurs ne dépassant pas 10 mg / Kg. Les PCBs 101 et 118 ne sont que rarement trouvés le long des côtes occidentales de la Méditerranée avec des seuils de détection dépassés dans le Golfe de Naples, à Livourne, Nice( France) et sur le site d'immersion de l'épave du Haven. Marseille présente les plus fortes concentrations ( 16,3 mg / Kg et 8,4 mg / Kg pour les PCB 101 et 118). En Espagne, les sites d'échantillonnage de l'Ebre, Barcelone, Besos et Llobregat sont au dessus des limites de détection. Alger est le seul site d'Afrique avec des PCB 101 et 118 détectables.

La situation est similaire pour le mono ortho PCB 105 et le trichlorobiphényle 28 détecté à de faibles niveaux a Livourne, Gènes, Zinola, La Maddalena, et dans les grandes métropoles du bassin telles que Marseille, Naples, Barcelone pour la rive Nord. Seule le PCB 28 est détectable dans la baie d 'Alger.

Le bassin du Nord-Ouest est décrit comme contaminé par les hydrocarbures depuis de nombreuses années, notamment dans les sédiments (Benlahcem et al., 2002; Trabelsi et Driss, 2005 ; Mille et al., 2007), dans l'eau ( Bouloubassi et al., 2006) , dans les organismes marins (Baumard et al., 1999; Piccardo et al., 2001 ; Andral et al., 2004, Galgani et al, 2010) et par la mesure des effets biologiques (Burgeot et al., 1995; Porte et al., 2000, Minier et al, 2006; Box et al, 2007; Martínez-Gómez et al., 2008).

Les principales sources de HAP dans la région sont liées aux voies maritimes de transport du pétrole ; les installations connexes à l'exploitation ( détroit de Gibraltar, le canal Messine, Corse Channel)et et les grands ports (Algeiras, Valence, Barcelona, Fos / Mer-Marseille, Gènes, Livourne, Porto Torres, Naples, Palerme, Naples, Tunis, Alger, Nador) alors que les apports fluviaux ne contribuent aux apports que pour quelques dizaines de tonnes /an .

La formation de nappes de pétrole par la libération accidentelle ou continue du pétrole et des produits commencent à être évalués quantitativement (ref) par surveillance aérienne ou imagerie satellite mais les informations concernent surtout les mesures chimiques.

Le programme MYTILOS a permis récemment de dresser un bilan de la contamination par les hydrocarbures dans des moules transplantées (Galgani et al, 2010)

Dans cette étude Le total des niveaux de HAP s'étend de 20,0 à 105,5 mg par kg de poids sec. Les valeurs élevées ont été observées autour des zones connues pour leur contamination, y compris les grandes villes, mais aussi certaines zones industrielles. Les points chauds de pollution dans le bassin Nord-Ouest ont été décrits depuis longtemps (PNUE / MED POL, 1999) et les résultats confirment dans de nombreux cas la situation, notamment à Marseille, la zone de Gênes, Naples, Palerme (Di Leonardo et al., 2009) , Tunis, Alger et Nador.. L'analyse approfondie de ces résultats de cette étude permet de tirer un certain nombre de conclusions. Les niveaux moyens par pays sont homogènes à l'exception de l'Algérie qui, présente des niveaux faibles. Les profils des HAP individuels sont très différents selon les stations. Le Nord de la Sardaigne est caractérisé par des HAP de faible poids moléculaire caractéristiques de sources industrielles ( Piccardo 2001).

Le phénanthrène, l'anthracène, le Dibenzo [a, h] anthracène, l'Acénaphthylène, le benzo [a] anthracène, le benzo [b] fluoranthène, le benzo [k] fluoranthène, indène [1,2,3-cd] pyrène et indène [1,2,3-c, d] pyrène ne dépassent que rarement les seuils de détection.

L'Acénaphthène présente des valeurs plus élevées dans la partie Nord du bassin, de 11 à 25 mg/kg pour les stations de l'Ebre, de Montpellier à Marseille et d'Imperia à Gênes pour des valeurs maximales de 2,7 mg par kg (Alger) sur les côtes africaines. L'anthracène n'est détecté que dans 21% des stations. Le Chrysène et le fluoranthène ont été distribués avec le même schéma..

Pour le naphthalène, les valeurs les plus élevées ont été obtenues à Marseille (37 mg par kg), Porto Torres (32,0 mg par kg) et Nador (42,0 mg par kg).

La technique de transplantation permet la comparaison des sites où des stocks naturels de moules sont rares. Par ailleurs, les moules transplantées peuvent être



immergées à toute profondeur jusqu'à 1500m (Galgani et al., 2004), qui est très important dans la mer Méditerranée, où les profondeurs sont importantes très près des rivages. En outre, les moules donnent des résultats aussi fiables que les capteurs passifs (Boehm et al., 2005) et reflètent mieux les voies de l'absorption de HAP et de transfert de sédiments dans la chaîne alimentaire. Cela correspond à l'intégration de la pollution survenant durant la période d'immersion. Enfin, la méthode de transplantation permet également le contrôle de la source, l'âge et le stade de la maturité sexuelle des échantillons.

.En accord avec les données antérieures ( Benlahcen, 1997) Le calcul de ratios moléculaire( figure, (Baumard et al, 1998b; Norena-Baroso et al, 1999; Picardo et al, 2001, Mille et al., 2007 ) permet de démontrer l'origine pyrolytique ( issus de la combustion industrielle), des hydrocarbures dans le cas de Nador, Maroc, Porto Torres, Sardaigne, à Skikda, en Algérie, dans le Rhône, à Frontignan, et à l'emplacement de l'épave Haven dans le golfe de Gênes. Seule les hydrocarbures de la zone de la Maddalena (Sardaigne), de Naples et de l'Ebre sont caractérisés comme petrogéniques.

Une première classification des niveaux de contamination dans la mer Méditerranée occidentale est dressée à partir des distributions de fréquence des données du programme MYTILOS en utilisant l'algorithme de Johnson. Il est possible d'identifier trois niveaux de contamination dans le bassin de la Méditerranée occidentale, en considérant trois catégories: faible <22,6 mg / kg dw £ Moyenne <35,3 mg / Kg D.W. et de donner un score de contamination a chaque région, indépendamment des niveaux de contamination de chaque site, des variations effectives des données expérimentales et des risques ecotoxicologiques.

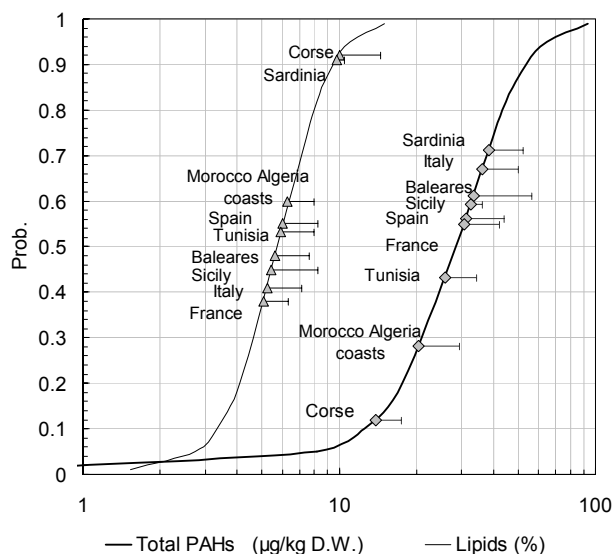


figure : Classification de différentes zones du bassin Nord Ouest de la Méditerranée (Galvani et al. 2010) sur la base des mesures de PAHs dans 122 stations. Algorithme de Johnson (d après Giovanardi et al, )

Sur la base des critères du Quality status report d'OSPAR, l'évaluation des risques et l'identification des points chauds avec l'objectif général de décrire l'état de la qualité des sédiments et / ou d'évaluer la possibilité d'effets indésirables dans les organismes biote marin, les concentrations ont été mesurées dans les deux compartiments ont été comparées à l'évaluation de certains critères. Comme aucun des critères de référence a été établi pour la région méditerranéenne, bien qu'il soit reconnu que le biote espèces et les concentrations de fond varient d'une région à l'autre, les critères définis par OSPAR pour le Quality Status Report 2010 (OSPAR, 2009) ont été utilisés pour évaluer les risques d'effets dans le bassin méditerranéen. Les métaux traces et en particulier le mercure dans les sédiments dépasse des seuils de risque. Dans les tissus des organismes, le CB138 et le lindane sont plus fréquemment au-dessus des seuils.

### **paragraphes a écrire sur TBT / dioxines/ Contaminants émergents**

Si le plus souvent, la présence de contaminants est localisée près de la bande littorale, il a parfois été observé une contamination de certaines zones du plateau continental et des canyons adjacents où les apports telluriques influencent le milieu. Ce phénomène est particulièrement important en Méditerranée NW où le plateau continental est très réduit et le nombre de canyons littoraux très important( ). L'extension de ces pollutions vers le milieu profond reste cependant peu connue et peu étudiée. A une échelle globale et dans le contexte de la gestion et de la protection de la qualité du milieu contre les apports telluriques, il est nécessaire de prendre en compte les différents compartiments d'un continuum bassin versant-bande littorale-canyons et pente continentale-plaine abyssale ainsi que les caractéristiques du milieu profond. Il existe en particulier des apports accidentels lors des crues et inondations qui alimentent les petites rivières côtières avec des phénomènes d'advection et courants hypopycnaux qui jouent un rôle important

dans le transport de sédiments continentaux vers les marges et au travers les canyons. (Bourrin et al.2008). Il existe également des rejets industriels massifs sur la pente continentale tel que des résidus de fabrication d aluminium ou boues rouges (Galgani 2006, Dauvin, 2010, Barcelone). Ces rejets peuvent être anciens comme dans le cas de dépôts de boues rouge immergés massivement dans le canal de corse sans connaissance sur l'impact a long terme, voire illégaux. La présence d'avalanches sous-marines a par ailleurs été démontré avec des flux importants de sédiments sur de longues distances ( carioca) Avec e lit profond des fleuves(Var, Rhône, Ebre) qui s'étend parfois sur des distances importantes, de l'ordre de plusieurs dizaines de kilomètres et des courants importants hyperpicnaux ou de turbidité (Mulder et al, 2003). Dans ces conditions, on observe t un enrichissement en contaminants dans les canyons et vallées sous-marines qui constituent selon les cas un réceptacle ou une zone de transfert vers la plaine bathyale. Des augmentations importantes des teneurs en métaux-traces ont été détectées dans des carottes de sédiments dans la partie haute du canyon de Blanes (Palanques et al., 2008). Ces enrichissements métalliques survenus au cours du 20ème siècle sont corrélés avec la période d'augmentation de la population et des activités industrielles dans la région adjacente et à ses apports a la mer. Des enrichissements significatifs ont également été mesurée dans le sud et dans la tete de canyon. Plus profondément dans le canyon, à 1370 m de profondeur, aucun enrichissement en métaux n'a été détecté, probablement en raison de la dispersion des particules et dilution avec des sédiments non contaminés. Cette étude montre que, dans certains systèmes de sédimentation Méditerranéen, la contamination par les métaux traces anthropiques n'influe pas seulement sur le littoral et le plateau continental, mais aussi le côté continental sédiments de pente à travers les canyons sous-marins. Sur la plaine bathyale, les signatures isotopiques de rejets industriels ont permis de montrer un transport des contaminants dans le sens de la circulation générale sur des distances de l'ordre de plusieurs centaines de miles( ref Monaco pechiney). L'échelle de temps et d'espace des phénomènes environnementaux y est particulière: La conformation des canyons provoque une canalisation des flux sédimentaires avec la présence de zones de très forte sédimentation. Certaines baies ( Naples, Genes, Cannes, Ajaccio)

possèdent des profondeurs importantes en raison de ces canyons adjacents. Dans ces conditions, l'évaluation de la situation environnementale doit prendre en compte le milieu profond et l'existence de zones de forte accumulation et de transfert doit être recherchée. L'impact de ces contaminants et la surveillance doivent y être considérés différemment en raison de la profondeur, l'absence de lumière et les faibles concentrations d'oxygène qui diminuent les phénomènes de photo-oxydation notamment pour la dégradation de déchets (Galvani et al., 1996).

**Paragraphe on trends to be written ( on basis from Hazardous substances Final Report from albaiges et al., 2009) including recent data.**

## **2. Dumping activities (introduction of substances and impact)**

Information on Dumping will be based on MED POL relative data and reports. However additional information has to be collected on the amounts and characterisation of materials dumped, originating from:

- Dredging of ports and waterways
- Public works construction (roads, land alteration because of development plans – landfills, sea reclamation for building purposes, etc.)

Furthermore, the impact of dumping activities on the marine environment has to be assessed. Examples of possible impacts to be assessed in local cases are:

- Stress on the benthic ecosystem
- Increased turbidity and reduction of light penetration
- change of the textural characteristics of the seabed
- introduction of toxic elements into the marine environment (dumping of dredged material from harbour with high content of toxic compounds, dumping of industrial by-products – phoshogypsum (Cd), ore mining sludges (Ni, Cr, etc.)

***To be developed ( Dredging, marine litter, Barcelone cqssidaigne)***

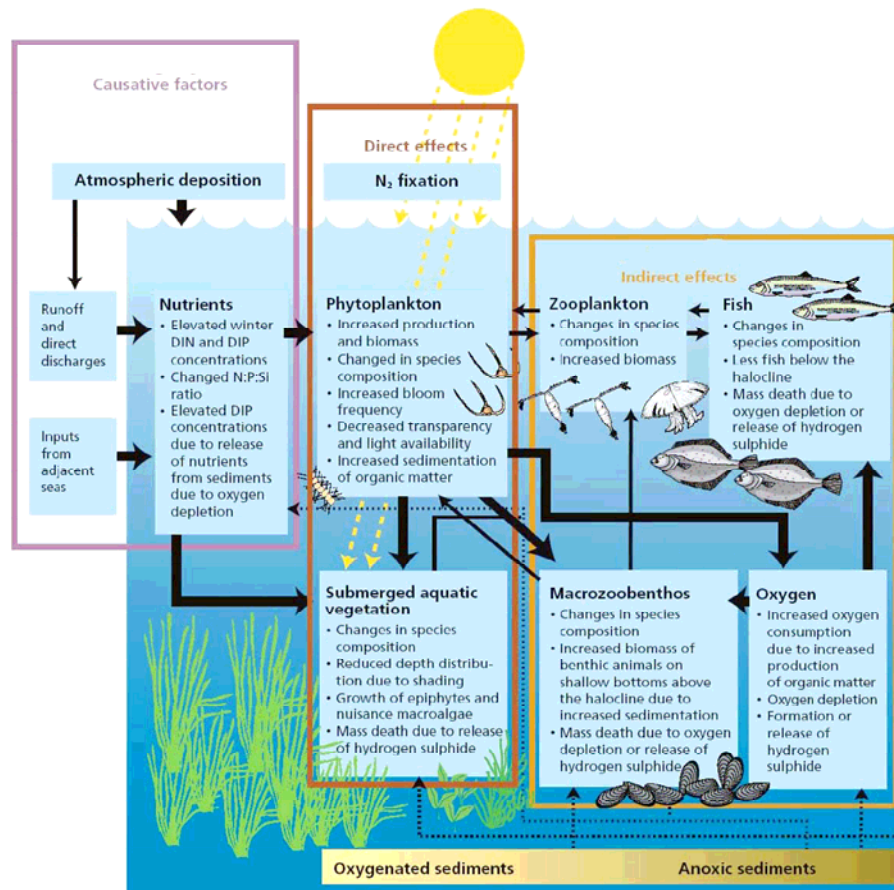
3. Nutrient and organic matter enrichment. Inputs of fertilizers and other N-P rich substances (e.g. from point and diffuse sources including agriculture, aquaculture and atmospheric deposition). Inputs of organic matter (e.g. sewers, mariculture, riverine inputs)

Data on organic matter and nutrients releases through effluent discharges and air emissions from industrial and municipal land-based pollution sources are available in the MED POL database. As mentioned above, information is been recently updated (2009) through the National Baseline Budget revision underway.

However, much less information exists for non-point sources of nutrients and organic matter (agriculture, rivers and cities runoff). Data and model estimation of pollutants quantities from these sources have to be collected from relative National and International Reports, as well as from the scientific literature.

Nutrient and organic matter pollution from mariculture is an emerging issue and few data are available. The effort has to be concentrated on the areas

L'Eutrophisation est définie comme un processus conduit par l'enrichissement des eaux en éléments nutritifs, notamment des composés de l'azote et / ou du phosphore, se traduisant par une croissance accrue de la production primaire et la biomasse des algues, des changements dans l'équilibre des organismes et une dégradation de la qualité de l'eau notamment une décroissance des concentrations en oxygène. Le milieu peut alors, dans les cas extrêmes, devenir hypoxique puis anoxique puis favorable à l'apparition de composés réducteurs. Il peut en résulter la mort d'organismes dont la décomposition, consommatrice d'oxygène, amplifie le déséquilibre. Les inconvénients principaux de l'eutrophisation sont la diminution de la biodiversité et de la qualité de l'eau en tant que ressource. Par voie de conséquence, Elle a des effets négatifs sur le tourisme et la pêche ( Ferreira et al, 2010)



Modèle conceptuel de l'eutrophisation. Les flèches indiquent les interactions écologiques entre les différents compartiments. Un écosystème marin équilibré se caractérise par: (1) une chaîne alimentaire pélagique (phytoplancton ► zooplancton / poisson ► zoobenthos) optimisée (2) la composition des espèces de plancton naturel et les organismes benthiques, et (3) le cas échéant, une répartition naturelle de la végétation aquatique submergée. L'enrichissement en nutriments entraîne des changements dans la structure et la fonction des écosystèmes marins, comme il est indiqué en gras. Les lignes en pointillés indiquent la libération d'hydrogène sulfuré (H<sub>2</sub>S) et le phosphore, dans des conditions anoxiques à l'interface sédiments-eau, qui est positivement liée à l'appauvrissement en oxygène. En outre, l'azote est éliminé par dénitrification dans les sédiments anoxiques. (<http://www.helcom.fi/stc/files/Publications/Proceedings/bsep104.pdf>, with permission)

La compréhension actuelle des mécanismes d'eutrophisation au niveau du bassin occidental repose sur la réponse à de nombreuses questions. La pression de charge en éléments nutritifs et de ses conséquences pour l'écosystème marin, les différences locales et régionales dans les apports de sels nutritifs et la considération de zones prioritaires, l'enrichissement et la Transformation biogéochimique le long des bassins versants et à travers le continuum côtes- eaux marines, la quantification des apports non anthropiques ( upwellings, hydrodynamisme), les crues et apport accidentels et La classification des zones par niveau d'eutrophisation restent les

questions principales. De même, la régulation des populations, la relation entre les concentrations de nutriments et la production primaire, la spécificité de certaines espèces vis à vis des nutriments, les conséquences sur l'ensemble du réseau trophique, les relations entre eutrophisation et espèces nuisibles ou événements anoxiques doivent permettre de mieux mesurer l'étendue des conséquences de l'eutrophisation de certaines zones du bassin Nord Ouest.

Le bassin méditerranéen, de nature oligotrophe, se caractérise par une faible production de matières premières et une biomasse de phytoplancton réduite.

Les eaux les plus eutrophes dans le bassin occidental se situent sur la rive Nord, au niveau de l'embouchure des fleuves Rhône et Ebre. Elles affectent les populations de plancton, qui forment la base de la chaîne alimentaire et qui, partiellement décrites, connaissent probablement des évolutions significatives en raison des modifications dans la répartition relative des nutriments. Une étude récente a souligné le changement des rapports N/ P et une diminution dramatique de silicates dans les eaux méditerranéennes (Turley, 1999). Bien que probablement plus marqué en méditerranée orientale, le passage d'un écosystème dominé par les diatomées à un écosystème non siliceux provoquant une augmentation de l'apparition d'efflorescence d'algues risque de se ressentir dans l'ensemble de la Méditerranée et pourrait avoir des conséquences sur la qualité des ressources marines. Le traitement de données satellitaires permet de localiser les zones de fortes concentrations en chlorophylle, caractéristiques de la production primaire. Comme pour les nutriments, ces zones de forte production se trouvent dans les zones proches des deltas ou des grandes agglomérations urbaines. A l'inverse, les eaux du large sont généralement à la limite de l'oligotrophie, hormis en cas de remontée des eaux profondes riches en nutriments. Un bilan des échanges biogéochimiques a permis de montrer (Crispi et Pacciaronia, 2009) un gradient Ouest – Est de la production primaire et une probable plus forte sensibilité du bassin Nord ouest à l'eutrophisation.

La mer Méditerranée est connue depuis longtemps comme présentant une anomalie dans le rapport entre les deux composés nutritifs majeurs que sont le nitrate et le phosphate ( Garcia et al.2006). En effet, alors que ces composés se distribuent dans l'océan mondial dans un rapport proche de la valeur 16/1, dit rapport de Redfield, le rapport nitrate/phosphate des eaux profondes de Méditerranée est supérieur à 20:1

dans le bassin occidental et à 25:1 dans le bassin oriental. Des valeurs très élevées, supérieures à 30, sont parfois trouvées dans les eaux superficielles, siège de l'activité biologique. Bien que le nitrate soit considéré comme l'élément limitant de la productivité dans la plupart des océans, le déficit en phosphate des eaux méditerranéennes, observé depuis longtemps, a amené certains auteurs à considérer cet élément comme le facteur nutritif limitant la production primaire dans cette région. Ceci est particulièrement vrai dans certains milieux confinés, où l'apport d'un excès azote d'origine atmosphérique entraînerait à long terme un déficit en phosphore. La fixation de diazote par voie biologique, ou diazotrophie, est discutée par la communauté scientifique comme source d'azote externe pour expliquer ces particularités (Garcia et al., 2006).

L'évaluation des risques et des effets de l'eutrophisation dans les eaux estuariennes et côtières est l'un des principaux problèmes dans la gestion environnementale (Paintings et al., 2007). La classification de l'état trophique à l'échelle du bassin Nord Ouest exige la disponibilité d'indicateurs et de procédures harmonisées. Il existe une littérature abondante sur les marqueurs et les indicateurs de l'eutrophisation. La mesure du phytoplancton des eaux côtières et hauturières est l'une des principales approches mais les paramètres les plus adaptés diffèrent selon l'échelle de temps et la dimensionnement spatial. Des valeurs statistiques sont adaptées dans le cas des bilans mais insuffisantes pour la compréhension des mécanismes sous jacents. Certains calculs basés sur des mesures d'éléments de colonne d'eau (oxygène dissous, nutriments) permettent de disposer d'indicateurs de pression. Les mesures de production primaire (Chlorophylle, biomasse algale) correspondent, en complément, à des indicateurs d'état. Les seuils pour les éléments nutritifs et la chlorophylle ont été fixés pour lutter contre les phénomènes d'eutrophisation (OSPAR, 2003; MSWD, 2010). Des échelles trophiques basées sur les taux de production primaire ( $> 300 \text{ g C m}^{-2} \text{ y}^{-1}$ ) pour l'état d'eutrophisation ont été présentées par Nixon (1995) mais la considération des effets de l'eutrophisation doit être prise en compte (Tett et al., 2007). Les proliférations d'algues toxiques, la croissance de macro algues, l'effet de la baisse de la luminosité, le développement des conditions d'hypoxie et d'anoxie due à la décomposition de la biomasse et les changements dans la structure des communautés d'organismes benthiques doivent être également considérés. Conformément à la Directive Cadre Européenne sur



l'Eau (DCE), Un certain nombre d'outils sont disponibles dans les systèmes marins (Muxika et al., 2007; Simboura et al., 2005). Quelques indices existent. Ils sont basés sur la concentration d'azote (Andersen et al., 2004) ou de chlorophylle a (Borja et al., 2004), sur les macrophytes benthiques (Panayotidis et al., 2004; Mangialajo et al., 2007), le phytoplancton toxique ou les proliférations phytoplanctoniques (Richardson, 1997). Devlin et al. (2007) ont récemment proposé un outil intégré fondé sur la concentration des éléments nutritifs, la production primaire et le niveau d'oxygène et des conditions de référence se fondant uniquement sur les niveaux d'azote inorganique dissous(DIN).

Plus récemment, des indices ont été élaborés pour intégrer les différents facteurs affectant la production primaire. Ces indices sont de portée différente mais toutes les méthodes intègrent la chlorophylle A comme l'un des paramètres de base. L'indice trophique (TRIX), introduit par Volleinweider et al. (1998) pour caractériser les conditions trophiques d'eau de mer, est une combinaison linéaire de quatre variables d'état (Chl-a, DIN, TP et l'écart en pourcentage absolu de la saturation en oxygène, O% AD). Il intègre par conséquent les indices de pression (nutriments), d'état (chlorophylle a pour la biomasse) et de dégradation (Oxygène). Cet indice possède l'avantage d'avoir été utilisé dans de nombreuses zones méditerranéennes et comparé à d'autres indices ou modèles tels que CARLIT (macrophytes) ou EUTRISK pour l'eutrophisation des zones sensibles en Europe. Une révision de l'indice TRIX et de nouveaux outils dérivés (Pettine et al., 2007) ont été développés à la lumière de la directive européenne cadre sur l'eau (DCE, 2000/60/CE). D'autres indices ont été proposés (Souchu et al, 2000; Tett et al., 2007; Borja et al, 2008; US EPA, 2008; European Commission, 2008) pour détecter les perturbations, entre autres, des communautés de producteurs primaires phytoplanctoniques. Ils s'appuient sur le suivi des indicateurs de structure et de vigueur de l'écosystème. L'indice TWQI/LWQI (Giordani et al, 2009) utilise une fonction non linéaire pour transformer les concentrations moyennes représentatives de chlorophylle des sites en un classement pondéré de 0 à 100. les valeurs de Chlorophylle a contribuent à hauteur de 15% à l'indice.

Enfin, des indicateurs utilisent les mesures de base avec des paramètres complémentaires tels que les efflorescences algales nuisibles qui peuvent être favorisées par l'eutrophisation (Frehi et al, 2007), l'abondance d'algues

macroscopiques ou les changements dans les prairies sous-marines. Cette dernière approche indirecte paraît adaptée bien que peu sensible au contexte de la Méditerranée et a fait l'objet de nombreux travaux dans le bassin Nord Ouest notamment sur la progression ou la régression des populations liées en grande partie aux phénomènes d'eutrophisation (Ben charrada et al., 1997, Ounis et al, 1998, Romero et al, 2007; Gobert et al., 2009 ).

---

## **Chapitre sur les outils satellitaires, méthodes, limites et perspectives, applications dans le bassin Nord Ouest en cours de rédaction**

---

L'eutrophisation peut atteindre les eaux saumâtres et salées, les eaux profondes comme les eaux superficielles. Les zones les plus affectées concernent en particulier les cours d'eau surchargés en apports d'exploitations agricoles, humaines ou industrielles. Les estuaires, golfes, baies et autres étendues semi-fermées sont également particulièrement touchés, car situés en aval des bassins versants. Enfin, il apparaît clairement que les grandes villes jouent un rôle important dans les apports de matière organique et les nutriments associés.

En Méditerranée occidentale, tous les systèmes fluviaux sont de petite taille mis à part Le Rhône et l'Ebre. Une stratification est observée ainsi qu'un bilan excédentaire d'azote et de phosphore en raison des apports de sa couche superficielle d'eau douce, de la présence des composés dissous et particuliers, de la réduction de l'absorption par le phytoplancton liée à une diminution de la chlorophylle dans l'estuaire, l'entraînement par le bouchon vaseux et, dans une moindre mesure, les effets des eaux usées. Dans ces conditions, les sédiments constituent un réservoir jouant un rôle important dans les cycles biogéochimiques du golfe du Lion, principalement pour le phosphore inorganique.

La reminéralisation de la matière organique augmente la production endogène de sels nutritifs. Cependant Le recyclage des sels nutritifs provoque une limitation notable dans certaines zones en raison des faibles apports. Que ce soit dans les eaux du large ou dans les zones côtières en hiver, les niveaux de certains nutriments, notamment des phosphates peuvent limiter la production primaire. Dans le cas du Rhône( Garcia et al.2006) et de l'Ebre ( Ibanez et al, 2008), les nutriments inorganiques sont en faible proportion par rapport à leurs homologues organiques.

L'utilisation des formes organiques par le phytoplancton constituerait alors une stratégie nutritionnelle avantageuse. Il semble que la mixotrophie soit commune (Troost et al., 2005) jouant un rôle significatif dans les communautés naturelles de microalgues (Stolte et al., 2006) et des diatomées en particulier (Diaz et al., 2008) qui dominent dans cette région du bassin. Dans ces conditions, cela pourrait avoir des incidences sur les proliférations fréquente de certaines diatomées comme Pseudo-Nitzschia dans cette région .

L'aquaculture intensive marine est un secteur relativement nouveau en Méditerranée. Bien que peu développé en mer ouverte, elle concerne principalement les mollusques sur la rive Nord et les poissons. Les rejets issus des ces activités aquacoles doivent être considérés comme une source de matière organique, au moins localement, et une source importante d'éléments nutritifs qui peuvent causer des effets liés à l'eutrophisation (Doglioloi et al., 2004).

Le bilan régional a été effectué sur l'ensemble des pays qui bordent le bassin occidental

Sur les cotes algériennes, le transfert d'éléments nutritifs du système terrestre au système marin concerne les oueds, les eaux de ruissellement Transférées directement à la mer et les zones portuaires (Djijell, Alger et Annaba) ou certaines baies adjacentes (Arzew et d'Alger). Dans ces zones, les concentrations en sels nutritifs dans les sédiments sont supérieures à Celles mesurées alentour et corrélées aux niveaux de des polluants organiques. Dans ces conditions, des floraisons presque Permanentes (Frehi et al, 2007) peuvent être observées dans les stations les apports terrigènes masquant les variations saisonnières et favorisant les efflorescences à dinoflagellés.

### Developper les bilans sur les autres régions (documents MEDPOL)

En raison de la vaste étendue possible des zones eutrophisées, un effort d'échantillonnage est parfois nécessaire. Par conséquent, une utilisation systématique de la télédétection de la teneur en chlorophylle de surface et d'autres techniques doivent être encouragées, et régulièrement améliorée par rapport à la masse des échantillons vérité. L'eutrophisation des indices basés sur la surveillance et / ou de modélisation doit prendre en considération les variations saisonnières

(période de production au printemps et nutriments en hiver) ou un cycle annuel dans les zones la saisonnalité est moins bien définie. Une approche automatisée (bouées automatiques, images satellites) calibrée régulièrement par des prélèvements de terrain doit assurer une fiabilité des mesures (Ferreira et al., 2010). Le développement d'outils d'évaluation du phytoplancton qui tiennent compte des changements dans la composition des espèces et la fréquence des blooms doit être également encouragé.

**Developper un paragraphe sur les developpement d outils satelliaires pour l eutrophisation dans le basssin nord ouest.**

L'imagerie satellitaire de type « large champ » ou « basse résolution spatiale » ou « haute résolution temporelle » permet d'accéder à certains paramètres environnementaux de la surface de la mer. Les données proviennent de capteurs orbitaux dont la largeur de la bande d'observation au sol est grande, en général de l'ordre de 1200 à 2500 kilomètres, ce qui permet de suivre de grandes zones mais va généralement de pair avec une résolution spatiale plutôt faible de l'ordre du kilomètre, au mieux quelques centaines de mètres. Cela est toutefois largement compensé par une haute résolution temporelle de l'ordre de 1 à 3 jours, qui permet de suivre efficacement les phénomènes extrêmement dynamiques à la surface des eaux marines.

Les données issues des capteurs tels que MODIS (MODerate resolution Imaging Spectro-radiometer, Résolution 1km, largeur de champ 2350 km, répétitivité : 1 à 2 jours) ou MERIS (Medium Resolution Imaging Spectro-radiometer Résolution 1km, largeur de champ 1150 km, répétitivité : 2 à 3 jours) permettent, après traitement d'images, d'obtenir des informations sur la concentration de surface en chlorophylle A (Chl-a, indicateur de la richesse trophique du milieu) et en matière en suspension (MES, apports terrigènes ou remise en suspension de particules), la température de surface de l'eau (SST – Sea Surface Température, réchauffement global) et enfin la transparence (en mètres « Secchi », développement des végétaux en zones peu profondes)

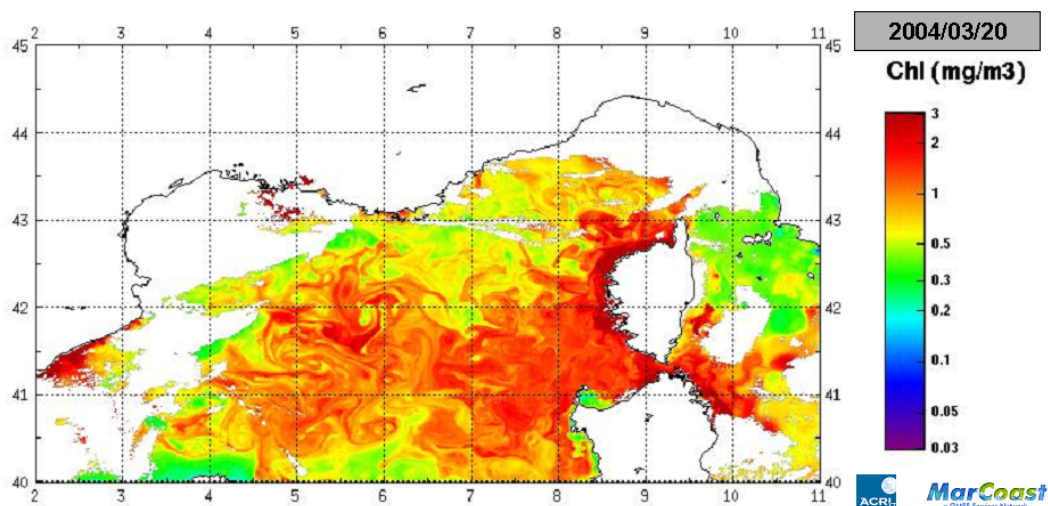


Figure : exemple de calcul de Chl-A dérivé de données MERIS (20 mars 2004) pour le nord du bassin occidental (données MARCOAST).

Bien que d 'usage encore limité dans les zones cotières en raison de la résolution limitée des modèles et des interférences avec les signaux terrestres, L'analyse de ce type de données sur une période de plusieurs années permet, par des méthodes statistiques, de calculer des paramètres saisonniers relatifs aux phénomènes d'eutrophisation et de les mesurer dans le temps. (figure ) et de classifier les masses d'eau.

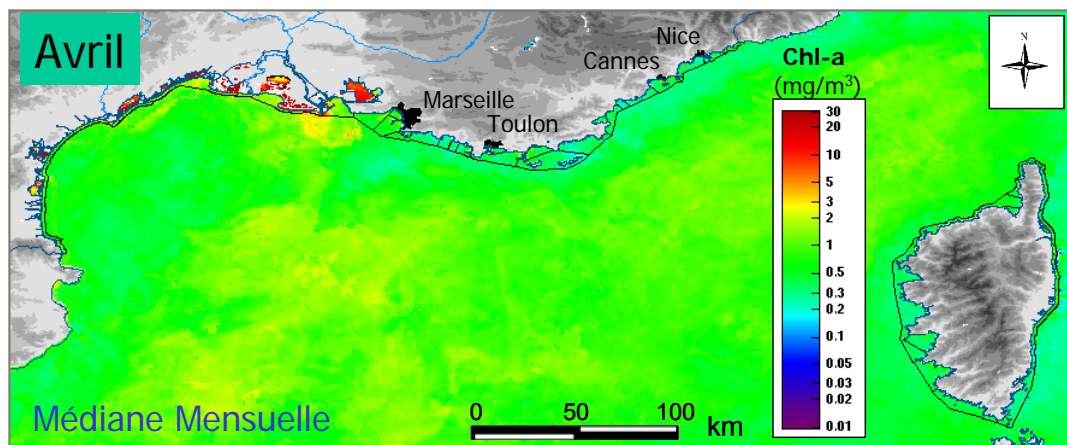


Figure : Médiane mensuelle de la Chl-A pour les mois d 'Avril 2003, 2004 et 2005 de la zone Nord du bassin occidental de la Méditerranée.

Cette approche, associée à l'utilisation de modèles, permet une couverture systématique dans le temps et l'espace des masses d'eau. Elle permettra à terme de disposer d 'éléments de comparaison très poussés entre les rives Nord et sud du bassin.

Les modèles couplés atmosphère-fleuves-côtes doivent être développés à l'échelle régionale pour l'estimation des charges critiques de nutriments provenant de sources terrestres et dans les eaux de transition. Enfin, l'identification des seuils critiques de charge des nutriments au-delà duquel l'écosystème est affecté de même que les mécanismes de rétablissement et de restauration doivent être compris.

## REFERENCES

- Adamo P, M Arienzo , M Imperato , D Naimo, G Nardi, D Stanzione (2005) Distribution and partition of heavy metals in surface and sub-surface sediments of Naples city port. *Chemosphere* 61 (2005) 800–809
- Alliot E, W Younes, JC Romano, P Rebouillon, H Masse (2003) Biogeochemical impact of a dilution plume (Rhone River) on coastal sediments: comparison between a surface water survey (1996–2000) and sediment composition. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 57, 357–367
- Andral B, JY Stanisiere, D Sauzade, E Damier, H Thebault, F Galgani, P Boissery (2004). Monitoring chemical contamination levels in the Mediterranean based on the use of mussel caging. *Mar. Pollut. Bull.*, Vol. 49, 9-10, 704-712
- Bacci E, C Gaggi (1989) Organotin compounds in harbors and marina waters from the Northern Tyrrhenian sea. *Marine Pollution Bulletin*, 20, 290–292
- Banaoui A, JF Chiffolleau, A Moukrim, T Burgeot, A Kaaya, D Auger, E Rozuel (2004) Trace metal distribution in the mussel *Perna perna* along the Moroccan coast. *Marine Pollution Bulletin* 48 , 378–402
- Ben Charrada R, M Moussa, J Zaouali (1997) Physico-chemical and biological analysis of water and sediment in Tunis Bay. *Mar. Life*, 7, 1-2, 53-66
- Béthoux J.P., Morin P. & Ruiz-Pino, D.P. (2002). Temporal trends in nutrient ratios: chemical evidence of Mediterranean ecosystem changes driven by human activity. *Deep-Sea Research, Part II: Topical Studies in Oceanography*, 49(11): 2007-2016.
- Borell A, A Aguilar (2007). Organochlorine concentrations declined during 1987-2002 in western Mediterranean bottlenose dolphins, a coastal top predator. *Chemosphere*, 66, 347-352.
- Borja A, J Franco, V Valencia, J Bald, I Muxiha, MJ Belzunce, O Solaun (2004) Implementation of the European water framework directive from the Basque country (northern Spain): a methodological approach. *Marine Pollution Bulletin*, 48, 209–218.
- Borja A, SB Bricker, DM Dauer, NT Demetriades, JG Ferreira, AT Forbes, P Hutchings, X Jia, R Kenchington, JC Marques, C Zhu (2008) Overview of integrative tools and methods in assessing ecological integrity in estuarine and coastal systems worldwide. *Marine Pollution Bulletin*, 56, 1519–1537
- Bourrin F, P Friend, C Amos, E Manca, C Ulses, A Palanques, X Durrieu de Madron, C Thompson (2008) Sediment dispersal from a typical Mediterranean flood: The Tet River, Gulf of Lion. *Continental Shelf Research* 28 , 1895– 1910
- Buscaill R, AE Foudil-Bouras, H PAUC(1998) Matière organique et pollution par les hydrocarbures dans les sédiments superficiels du golfe d'Arzew(mer Méditerranée, Algérie). *Oceanol. Acta*. 22,
- Castillo S, T Moreno, X Querol, A Alastuey, E Cuevas, L Herrmann, M Mounkaila, W Gibbons (2008) Trace element variation in size-fractionated African desert dusts. *Journal of Arid Environments* 72 (2008) 1034–1045

Chiffolleau JF, C Bonneau (1994) Chromium Content in French Coastal Mussels and Oysters. *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 28, No. 7, 458-460

Conti ME, G Cecchetti (2003). A biomonitoring study: trace metals in algae and molluscs from Tyrrhenian coastal areas. *Environmental Research*, 93, 99-112.

Crispi G, M Pacciaronia (2009) Long-term numerical evolution of the nitrogen bulk content in the Mediterranean Sea . *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. Volume 83, Issue 2, 20 June 2009, Pages 148-158

Dauvin JC ( 2010) Towards an impact assessment of bauxite red mud waste on the knowledge of the structure and functions of bathyal ecosystems: The example of the Cassidaigne canyon (north-western Mediterranean Sea). *Marine Pollution Bulletin*, 60 (2010) 197–206

Denis L, C Grenz (2003) spatial variability in oxygen and nutrient fluxes at the sediment-water interface on the continental shelf in the Gulf of Lions (NW Mediterranean) Variabilité spatiale des flux d'oxygène et de sels nutritifs à l'interface eau-sédiment dans le golfe du Lion (Méditerranée nord-occidentale). *Oceanologica Acta* 26 (2003) 373-389

Devlin M, S Painting, M Best (2007) Setting nutrient thresholds to support an ecological assessment based on nutrient enrichment, potential primary production and undesirable disturbance. *Marine Pollution Bulletin*, 55, 65–73

Deudero S, A Box, D March, JM Valencia, AM Grau, J Tintore, J Benedicto (2007) Temporal trends of metals in benthic invertebrate species from the Balearic Islands, Western Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin* ; 54 (2007) 1523–1558

Di Leonardo R, S Vizzini, A Bellanca, A Mazzola (2009) Sedimentary record of anthropogenic contaminants (trace metals and PAHs) and organic matter in a Mediterranean coastal area (Gulf of Palermo, Italy), *Journal of Marine Systems* 78 (2009) 136–145

Djemai M, M Mesbah (2008) Physicochemical and bacteriological water characterization of the Oued Aissi drainage basin (Great Kabylia, Algeria) . *Bulletin du Service Géologique National*, vol. 19, no. 1, 51-70

Doglioli D, MG Magaldi, L Vezzulli, S Tucci ( 2004) Development of a numerical model to study the dispersion of wastes coming from a marine fish farm in the Ligurian Sea (Western Mediterranean), *Aquaculture*, 231, 215–235

Durrieu de Madron X, O Radakovitch, S. Heussner, MD Loye-Pilot, A Monaco (1999) Role of the climatological and current variability on shelf-slope exchanges of particulate matter: Evidence from the Rhone continental margin (NW Mediterranean). *Deep-Sea Research I*, 46, 1513-1538

EEA 1999a. Nutrients in European ecosystems. *Environmental Assessment Report* No. 4, 155 pp

EEA 1999b. Environment in the European Union at the turn of the century. *Environmental Assessment Report* No. 2, 446 pp.



EEA/UNEP 1999. State and pressures of the marine and coastal Mediterranean environment. *EEA Environmental assessment series* N°5 Environmental indicators: Typology and overview EEA Technical report No 25, <http://reports.eea.eu.int/TEC25/en>).

El Sayed M, A Aminot, R Kerouel (1994) Nutrients and trace metals in the northwestern Mediterranean under coastal upwelling conditions, *Continental Shelf Research*, 14, 5, 507-530

EPA, 1994. A conceptual framework to support the development and use of environmental information. EPA 230-R-94-012

European Commission (2008) Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council. Document number C(2008) 6016 - 2008/915/EC). *Official Journal of the European Union*. L332, 20-44.

Frehi H, A Couté, G Mascarell, C Perrette-Gallet, M Ayada, M Kara (2007) Dinoflagellés toxiques et/ou responsables de blooms dans la baie d'Annaba (Algérie). *C. R. Biologie*, Volume 330, 8, 615-628

Falco S, LF Niencheski, M Rodilla, I Romero, J Gonzalez del Rio, JP Sierra, C Mosso(2010) Nutrient flux and budget in the Ebro estuary. *Estuarine coastal shelf science*, 2010 , 92 –102.

Fanton d'Andon O, P Garnesson, A Mangin, N Ganzin, D Sauzade, A Morel (2005) Use of ocean colour observations to support the Water Framework Directive implementation. Session Ocean Colour II - 29 September 2005. Workshop MERIS (A) ATSR – European Space Agency (ESA)/ESRIN, Frascati, Italy.

Ferreira J, S Andersen, A Borja, B Bricker, J Camp, A Cardoso da Silva, S Garcés, H Heiskanen, H Humborg, J Ignatiades, D Lancelot, A Menesguen, H Tett, S Hoepffner, K Claussen(2010) Marine Strategy Framework Directive Guidance. *Eutrophication Quality Descriptor. report of the TG 5 group*, 50 pages.

Fontana C, C Grenz, C Pinazo, F Marsaleix, F Diaz (2009) Assimilation of SeaWiFS chlorophyll data into a 3D-coupled physical–biogeochemical model applied to a freshwater-influenced coastal zone. *Continental Shelf Research* 29 , 1397–1409

Galgani F, JF Chiffolleau, V Orsoni, L Costantini, P Boissery, S Calendini, B Andral (2006) Chemical contamination and sediment toxicity along the coast of Corsica . *Chem. Ecol.* 22, 4, 299-312

Garcia N, P Raimbault, E Gouze, V Sandroni (2006) Fixation de diazote et production primaire en Méditerranée occidentale. *C. R. Biologies* 329 (2006) 742–750

Gervais A, B Savoye, T Mulder (2003)The distal sandy lobe: a heavy deposit? A new approach from very high resolution seismic data. 9th French Congress on Sedimentology - Abstracts no. 38, 226-227

Giordani G, JM Zaldivar, P Viaroli (2009) Simple tools for assessing water quality and trophic status in transitional water ecosystems. *Ecological Indicators*, 9: 982-991.

Gobert S, S Sartoretto, V Rico-Raimondino, B Andral, A Chery, P Lejeune, P Boissery (2009) Assessment of the ecological status of Mediterranean French coastal waters as required by the Water Framework Directive using the Posidonia oceanica Rapid Easy Index: PREI . *Marine Pollution Bulletin*, 58, 11, 1727-1733

Gomez-Gutierrez A, E Jover, L Bodineau, J Albaiges, JM. Bayona (2006) Organic contaminant loads into the Western Mediterranean Sea: Estimate of Ebro River inputs. *Chemosphere* 65 (2006) 224–236

Gomez-Gutierrez et al. (2007) Assessment of the Mediterranean sediments contamination by persistent organic pollutants. *Environmental Pollution*, 148, 396- 408

Gomez-Gutiérrez A, E Garnacho, J. Bayona, J Albaigés (2007) Screening ecological risk assessment of persistent organic pollutants in Mediterranean sea sediments. *Environment International* 33 (2007) 867–876

Gohin F, JN Druon, L Lampert (2002) A five channel chlorophyll concentration algorithm applied to SeaWiFS data processed by SeaDAS in coastal waters. *International Journal of Remote Sensing*, 23, 1639-1661.

Grémare A, JM Amouroux,, G Cauwet, F Charles, C Courties, F De Bovée, A Dinet, J L Devenon, XD De Madron, B Ferre, P Fraunie, F Joux, F Lantoine, P Lebaron, JJ Naudin, A Palanques, M Pujo-Pay, L Zudaire (2003) The effects of a strong winter storm on physical and biological variables at a shelf site in the Mediterranean Effets d'une forte tempête hivernale sur les variables physiques et biologiques à une station côtière méditerranéenne , *Oceanologica Acta* , 26, 407–419

Hu Z, AM Doglioli, A. Petrenko, P Marsaleix, I. Dekeyser (2009) Numerical simulations of eddies in the Gulf of Lion, *Ocean Modelling*, 28, 203–208

Jordi A, DP Wang (2009) Mean dynamic topography and eddy kinetic energy in the Mediterranean Sea: Comparison between altimetry and a 1/16 degree ocean circulation model, *Ocean Modelling*, 29, 137–146

Ali-Khodja, H; Belaala, A; Demmane-Debbih, W; Habbas, B; Boumagoura, N (2008) Air quality and deposition of trace elements in Didouche Mourad, Algeria. *Environ. Monit. Assess.*, Vol. 138, no. 1-3, 219-231.

Ladji R, N Yassaa, A Cecinato, BY Meklati (2007) Seasonal variation of particulate organic compounds in atmospheric PM10 in the biggest municipal waste landfill of Algeria . *Atmospheric Research*, 86, 249–260

Lafabrie C, G. Pergent, R. Kantin, C. Pergent-Martini, JL Gonzalez (2007) Trace metals assessment in water, sediment, mussel and seagrass species – Validation of the use of *Posidonia oceanica* as a metal biomonitor. *Chemosphere* 68 (2007) 2033–2039

Lafabrie C, G Pergent, C Pergent-Martini (2009) Utilization of the seagrass *Posidonia oceanica* to evaluate the spatial dispersion of metal contamination. *Sci. Total Environ.*, 407, 7, 2440-2446

Lassaletta L, H García-Gómez, BS Gimeno, JV Rovira (2009) Agriculture-induced increase in nitrate concentrations in stream waters of a large Mediterranean catchment over 25 years (1981–2005). *Science of the Total Environment*, 407, 6034–6043

Mangialajo M, N Ruggieri, V Asnaghi, M Chiantore, P Povero, R Cattaneo-Vietti (2007) Ecological status in the Ligurian Sea: The effect of coastline urbanisation and the importance of proper reference sites, *Marine Pollution Bulletin*, 55, 2007-2011

Martín J, JA Sanchez-Cabeza, M Eriksson, I Levy, JC Miquel (2009) Recent accumulation of trace metals in sediments at the DYFAMED site (Northwestern Mediterranean Sea) *Marine Pollution Bulletin*, Volume 59, 4-7, 146-153.

Michel P, B Averty (1999) Distribution and fate of tributyltin in surface and deep waters of the northwestern Mediterranean. *Environmental Science and Technology* 33, 2524–2528

Michel P, B Averty, B Andral, JFs Chiffolleau, F Galgani (2001) Tributyltin along the Coasts of Corsica (Western Mediterranean): A Persistent Problem. *Marine Pollution Bulletin*, 42, 11, 1128-1132

Migeon S, B Savoye, JC Faugeres (2000) Quaternary development of migrating sediment waves in the Var deep-sea fan; distribution, growth pattern, and implication for levee evolution . *Sedimentary Geology*, 133, 3-4, 265-293

Millot C(1999) Circulation in the Western Mediterranean Sea, *Journal of Marine Systems*, 20, 423–442

Moreno M , G Albertelli, M Fabiano ( 2009) Nematode response to metal, PAHs and organic enrichment in tourist marinas of the mediterranean sea. *Marine Pollution Bulletin* 58 (2009) 1192–1201

Mulder T, S Migeon, B Savoye, J Jouanneau (2001a) Twentieth century floods recorded in the deep Mediterranean sediments . *Geology*, 29, 11, 1011-1014

Mulder T, S Migeon, B Savoye, JC Faugeres (2001b) Inversely graded turbidite sequences in the deep Mediterranean: a record of deposits from flood-generated turbidity currents? *Geo-Marine Letters*, 21, 2, 86-93

Munsch C, N Guiot, K.Héas-Moisan, C Tixier, J Tronczyjski (2008) Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans (PCDD/Fs) in marine mussels from French coasts: Levels, patterns and temporal trends from 1981 to 2005. *Chemosphere*, 73, 945–953

Muxika I, A Borja, J Bald (2007) Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive, *Marine Pollution Bulletin*, 55,

Nicolau R, A Galera-Cunha, Y Lucas (2006) Transfer of nutrients and labile metals from the continent to the sea by a small Mediterranean river. *Chemosphere*, 63, 469–476

Nixon SW (1995) Coastal marine eutrophication: a definition, social causes, and future concerns, *Ophelia*, 41, 199–219.

OSPAR Commission (2003) The OSPAR Integrated Report 2003 on the Eutrophication Status of the OSPAR Maritime Area based upon the first application of the Comprehensive Procedure. Includes “baseline/assessment levels used by the Contracting Parties and monitoring data (MMC 2003/2/4; OSPAR Publication 2003: ISBN: 1-904426-25-5).

Ounissi M, H Frehi, M Khelifi-Touhami (1998) Composition and abundance of zooplankton in eutrophication situation in a coastal sector of the Gulf of Annaba, Algeria. *Ann. Inst. Oceanogr. Paris (Nouv. Ser.)*. 74, 1, 13-28

- Painting S, M Devlin, S Rogers, D Mills, ER Parker, H Rees (2005) Assessing the suitability of OSPAR EcoQOs for eutrophication vs ICES criteria for England and Wales, *Marine Pollution Bulletin*, 50, 1569–1584
- Palanques A, P Masqué, P Puig, JA Sanchez-Cabeza, M Frignani, F Alvisi (2008) Anthropogenic trace metals in the sedimentary record of the Llobregat continental shelf and adjacent Foix Submarine Canyon (northwestern Mediterranean). *Marine Geology* 248 (2008) 213–227
- Panayotidis P, B Montesanto, S Orfanidis (2004) Use of low budget monitoring of macroalgae to implement the European Water Framework Directive. *Journal of Applied Phycology*, 16, 49–59
- Pettine M, B Casentini, S Fazi, F Giovanardi, R Pagnotta (2007) A revisit of TRIX for trophic status assessment in the light of the European Water Framework Directive: Application to Italian coastal waters. *Marine Pollution Bulletin*, 54, 9, 1413-1426
- Romano E, L Bergamin, A Ausili, G Pierfranceschi, C Maggi, G Sesta, M Gabellini (2009) The impact of the Bagnoli industrial site (Naples, Italy) on sea-bottom environment. Chemical and textural features of sediments and the related response of benthic foraminifera, *Marine Pollution Bulletin*, 59, 245–256
- Rajar R, M Četina, M Horvat, D Žagar (2007) Mass balance of mercury in the Mediterranean Sea. *marine Chemistry* 107 (2007) 89–102
- Richardson K (1997) Harmful or exceptional phytoplankton blooms in the marine ecosystem, *Advance in Marine Biology*, 31, 301–385
- Romero J, B Martínez-Crego, T Alcoverro, M Pérez (2007) A multivariate index based on the seagrass *Posidonia oceanica* (POMI) to assess ecological status of coastal waters under the water framework directive (WFD). *Marine Pollution Bulletin*, 55, 1-6, 196-204
- Roussiez V, W Ludwig, A Monaco, JL Probst, I Bouloubassi, R Buscail, G Saragoni (2006) Sources and sinks of sediment-bound contaminants in the Gulf of Lions (NW Mediterranean Sea): A multi-tracer approach. *Continental Shelf Research*, 26, 1843–1857
- Rumolo P, D Salvagio Manta, M Sprovieri, R Coccioni, L Ferraro, E Marsella (2009) Heavy metals in benthic foraminifera from the highly polluted sediments of the Naples harbour (Southern Tyrrhenian Sea, Italy) *Science of the Total Environment*, 407, 5795–5802
- Salameh T, P Drobinski, L Menut, B Bessagnet, C Flamant, A Hodzic, R Vautard (2007) Aerosol distribution over the western Mediterranean basin during a Tramontane/Mistral event. *Geophysical Research Abstracts*. [np]. 2007
- Salem Z, K Hamouri, R Djemaa, K Allia (2008) Evaluation of landfill leachate pollution and treatment. *Desalination* 220 (2008) 108–114
- Schintu M, B Marras, A Maccioni, D Puddu, P Meloni, A Contu (2009) Monitoring of trace metals in coastal sediments from sites around Sardinia, Western Mediterranean *Marine Pollution Bulletin*, Vol 58, 10, 1577-1583
- Simboura N, P Panayotidis, E Papathanassiou (2005) A synthesis of the biological quality elements for the implementation of the European Water Framework Directive in the Mediterranean ecoregion: the case of Saronikos Gulf, *Ecological Indicators*, 5, 253–266.

Souchu P, MC Ximenes, M Lauret, A Vaquer, E Dutrieux (2000) Mise à jour d'indicateurs du niveau d'eutrophisation des milieux lagunaires méditerranéens, août 2000, *Rapport Ifremer-Créocéan-Université Montpellier II*, 412 p.

Storelli MM, R Giacomini-Stuffler, GO Marcotrigiano (2006) Relationship between total mercury concentration and fish size in two pelagic fish species: implications for consumer health. *Journal of Food Protection* 69 (6), 1402–1405 (Jun.).

Tett R, D Gowen, D Mills, T Fernandes, L Gilpin, M Huxham, K Kennington, P Read, M Service, M Wilkinson, S Malcolm (2007) Defining and detecting undesirable disturbance in the context of marine eutrophication, *Marine Pollution Bulletin*, 55, 282–297

Tett P, C Carreira, DK Mills, S van Leeuwen, J Foden, E Bresnan, RJ Gowen (2008) Mathematical tool for linking marine eutrophication to land use: The Phaeocystis-dominated Belgian coastal zone (Southern North Sea) over the past 50 years. *J. Mar. Syst.* 64(14): 216-228.

Tolosa I, JW Readman, A Blaevoet, S Ghilini, J Bartocci, M Horvat (1996) Contamination of Mediterranean (Cote d'Azur) coastal waters by organotins and Irgarol 1051 used in antifouling paints. *Marine Pollution Bulletin*, 32, 335–341

Turley CM (1999) The changing Mediterranean Sea – a sensitive ecosystem? *Progress in Oceanography*, 44, 387-400

UNEP/FAO/WHO 1996. Assessment of the state of eutrophication in the Mediterranean Sea. *MAP Technical Reports Series No. 106*. UNEP, Athens, 211 pp.

UNEP/WHO 1999. Identification of priority pollution hot spots and sensitive areas in the Mediterranean. *MAP Technical Reports Series No. 124*. UNEP, Athens, 90 pp.

UNEP-MAP (1996) Guidelines for Treatment of Effluents Prior to Discharge into the Mediterranean Sea. Athens. 247 pp.

UNEP-MAP (1998) Atmospheric Input of Mercury to the Mediterranean Sea. Athens. 77 pp.

UNEP-MAP (2001) Protecting the Mediterranean from Land-based Pollution. Athens. 47 pp.

UNEP-MAP (2004) Global Mercury Assessment Report. United Nations Environmental programme. <http://www.chem.unep.ch>.

UNEP-MAP-MEDPOL (2007). Approaches to the assessment of eutrophication in Mediterranean coastal waters (Draft). 102 pp.

UNEP (200?). MED POL Database.

Volpe G, S Marullo, R Santoleri, V Vellucci, M Ribera d'Alcala (2005) Definition and assessment of regional Mediterranean Sea algorithm for surface chlorophyll.

WHO/UNEP-MAP-MEDPOL (2008). Municipal wastewater treatment plants in Mediterranean coastal cities: inventory of treatment plants in cities of between 2,000 and 10,000 inhabitants. *MAP Technical Report Series No*

WHO, UNEP-MAP-MEDPOL (2009). Sanitation and wastewater treatment plants in the Mediterranean

UNEP-MAP (2008). Potential priority Substances to be addressed at regional level through differentiation mechanism based on ELVs. Athens, MAP.

United States Environmental Protection Agency (US EPA) (2008) National Coastal Conditions Report III. United States Environmental Protection Agency, Office of Research and Development/Office of Water, Washington, DC 20460, EPA/842-R-08-002. <http://www.epa.gov/nccr>

Volleinweider RA, F Giovanardi, G Montanari, A Rinaldi (1998) Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters, with special reference to the NW Adriatic Sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. *Environmetrics*, 9, 329–357

**Regional Document on the assessment of pressures and impact to the Eastern  
Mediterranean (Aegean – Levantine Seas) marine and coastal environment  
DRAFT**

**Nikos Streftaris  
March 2010**





## Table of contents

Introduction .....	57
1. Priority issues in the Mediterranean Environment .....	57
2. Assessment .....	62
2.1. Mediterranean Marine Pollution Indicators .....	62
2.3. Eutrophication and Hazardous substances .....	62
2.3.1 Hazardous substances .....	63
2.3.1.1 Trace metals .....	65
2.3.1.2 Chlorinated pesticides .....	69
2.3.1.3 PCBs .....	69
2.3.1.4 Hazardous substances - Hot spots .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.1.5 Hazardous substances Gap Analysis .....	70
2.3.2 Eutrophication .....	72
2.3.2.1. Eutrophication hot spots .....	73
2.3.2.2. Eutrophication and Remote sensing .....	75
2.4 Waste .....	78
3. Conclusion .....	78
Details on Data availability in Aegean - Levantine .....	81
References: .....	84



## Introduction

The pressures and impacts in the Mediterranean have been the mainstream focus of UNEP/MAP. Key Reports and documents produced by the organization are reviewed to produce an assessment and gap analysis of the information available on the pressures and impact to the Eastern Mediterranean (Aegean – Levantine Seas) marine and coastal environment as integral tools supporting the Ecosystem Approach to Environmental Management within the Barcelona Convention.

### 1. Priority issues in the Mediterranean Environment

EEA and UNEP/MAP in 2006 have identified the main issues of concern impacting the integrity of marine coastal ecosystem in Mediterranean based primarily on the 2003 National Diagnostic Analyses (NDAs) from the countries, as: (i) Sewage and urban run-off, (ii) Solid waste, (iii) Industrial effluents including oil processing (e.g. heavy metals, hazardous substances, and persistent organic pollutants (POPs)), (iv) urbanisation, (v) eutrophication, (vi) sand erosion, and (vii) marine transport. Biological invasions, harmful algal blooms (HABs), and exploitation of fisheries resources and aquaculture, and have been marked as emerging issues (EEA, 2006).

The significance of these issues in the Aegean / Levantine countries has been graded as follows:

**Table 1.** Priority issues in Eastern Mediterranean

**Source:** Reprinted from EEA, 2006

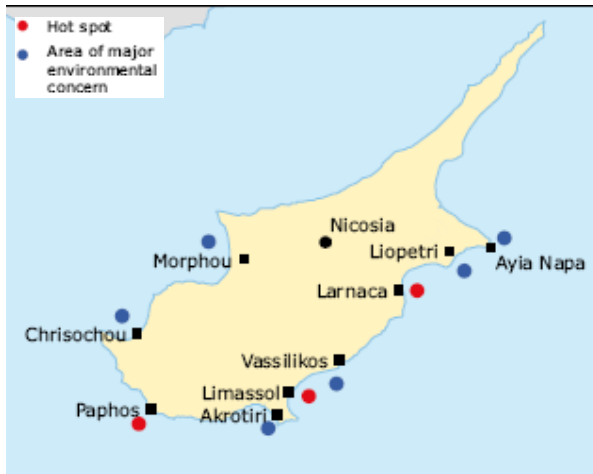
	Urban effluents	Urban solid wastes	Industrial effluents	Oily effluents	Stockpiles of toxic chemicals	Coastal eutrophication	Coastal urbanisation
Cyprus	+/-	-	+	-	-	-	+/-
Egypt	+	+	+	+/-	-	+	+
Greece	+	+	+	-	-	+/-	+/-
Israel	+	-	+	+/-	-	+/-	+/-
Lebanon	+	+	+/-	-	-	-	+
Syria	+	+	+	+	-	+/-	+/-
Turkey	+	+	+	+/-	-	+	+

Note: + : Important problem; +/- : Medium problem; - : Small problem

**Source:** EEA, 2006

EEA and UNEP/MAP have described issues and hot spots and depicted them as described below:

**Table 2.** Priority issues and hotspots in the Eastern Mediterranean:



## Cyprus

The country's industrial sector is small and therefore industrial pollution is limited. All coastal towns and tourist centres operate wastewater treatment plants.

**The major environmental problems are coastline alteration, industrial mining activities and urban wastewater**, in the Bay of Limassol, the Bay of Liopetri and Ayia Napa, and the Bay of Vassilikos (NDA Cyprus, 2003).

In more detail:

- Bay of Limassol: Urban and untreated industrial wastewater. The construction of the Limassol harbour resulted in beach erosion and the rectification measures (breakwaters perpendicular to the coastline) resulted in serious degradation of water quality;
- Bay of Liopetri and Ayia Napa: Nitrogen leaching from the intense agricultural area because of over-fertilisation (150 tonnes of nitrogen per year);
- Bay of Vassilikos: Mining activity (ferrous pyrite ore) resulted in copper, iron and zinc contamination of the marine environment. Inert material from industrial activity blanketed the bay's sediments destroying the benthic community of the area.



## Egypt

The coastal area around Alexandria (Lake Manzala, Abu-Qir Bay and Mex Bay, Alexandrian coast) is the major area of concern in Egypt as is Port Said.

**Major environmental problems are caused by untreated urban and industrial wastewater and**

**intense urbanisation has caused coastline degradation** (NDA Egypt, 2003). Sensitive areas and pollution hot spots include:

- Alexandrian coast: a critical wastewater problem because of high population growth and rapid industrial development;
  - Mex Bay and Abu-Qir Bay: total BOD5 load is 219 500 tonnes/year and 91 700 tonnes/year respectively for urban and industrial wastewater. High metal concentrations in the sediments of the bays;
  - Lake Maryut: receives industrial wastewater and shows severe signs of eutrophication (anaerobic conditions, hydrogen sulphide odours) as well as a significant accumulation of heavy metals (mercury, cadmium, lead, zinc) in sediments and biota;
- Alexandria to Mers Matruh coastline: intensive urbanisation along the coastline leading to the destruction of the natural calcareous ridges;
- Rosetta branch of the River Nile: erosion;
  - Wetlands of lakes Manzala, Maryut, Burullus and Idku: seriously reduced in size because of drainage for the irrigation of new agricultural land.



## Greece

Most coastal cities operate wastewater treatment plants.

**Localised environmental problems are caused by poorly treated urban and industrial wastewater, and run-off from agricultural areas** (NDA Greece, 2003).

The major source of nitrogen to the marine coastal areas of Greece is run-off from agricultural land, which contributes from 45 % (in the Aegean Sea islands) to 70 % (in the eastern Peloponnesus) of the total load.

The endangered marine coastal areas in Greece are:

Elefsis Bay: untreated industrial wastewater (1 000 industrial plants) including shipyards, iron and steel, petroleum refineries, cement, paper, detergents and food. Heavy metals are detected in high concentrations in water, sediment and some biota (mussels);

- Saronikos Gulf (Athina): primary treated wastewater from the capital and industrial wastewater. Occasional signs of eutrophication are present;

Thessaloniki Gulf: treated industrial and urban wastewater from the city of Thessaloniki and the Kalohori industrial area;

- Pagasitikos Gulf (Volos): treated industrial and urban wastewater from the city of Volos and agricultural land run-off through the river Pinios;



## Israel

**The main pollution sources include industrial and urban wastewater**, although most of the urban wastewater is treated and recycled (NDA Israel 2003).

The rivers Na'aman (near the city of Akko), Yarkon and Taninim are transporting nutrients from agricultural run-off. According to NDA Israel (2003), the areas of environmental concern along with the major LBS are:

- Haifa area: urban wastewater, industrial wastewater including oil refinery (directly and through the Kishon River) and harbour.

Apart from Haifa, the area is also affected by

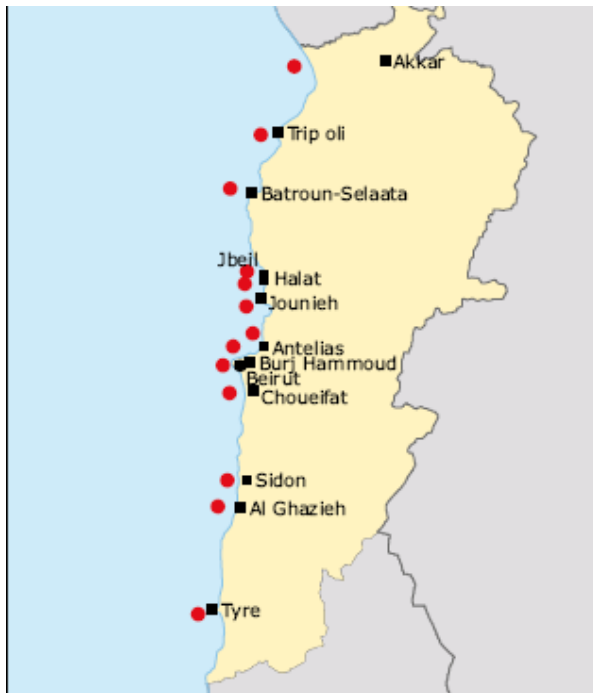
discharges from the cities of Akko, Kiryat Haim and Kiryat Yam. Cadmium, mercury, lead and zinc are accumulated in the sediments of the harbour. Industrial discharges via the Na'aman River are affecting Haifa Bay;

- Hadera area: receives urban and industrial wastewater from the coast as well as run-off from agricultural land through the Hadera and Taninim streams;

- Tel Aviv — Jaffa area: industrial and urban wastewater, port facilities. Pollution vectors include the Gush Dan and Yarkon River. Tel Aviv harbour and the marinas of Tel Aviv

and Jaffa are contaminated with PCBs and TBT;

- Ashod: Israel's main industrial harbour and its sediments are contaminated by heavy metals, organochlorine pesticides and TBT.



### Lebanon

The Lebanese coastal zone is very narrow and lies between the west mountainous chain and the sea.

**Major pollution problems are untreated urban wastewater, solid wastes and coastline urbanisation..**

Urban wastewater is discharged into the sea untreated (44 000 tonnes of BOD5 per year) as no municipal WWTP is in operation in the country (NDA Lebanon, 2003). Furthermore, beachfront dumping sites of municipal and industrial solid wastes constitute an important LBS. The major factor for the physical alteration of the coastal zone is urbanisation since most of the coastal fringe (at a width of 8 to 10 km) is built-up. Areas with major environmental problems include:

- Tripoli area: urban and industrial wastewater, harbour and coastal dumpsites contaminate the coastal zone;
- Beirut area: untreated urban and industrial wastewater is discharged directly from outfalls and through the Al Ghadir River. The coastal area is also affected by leachates and litter from Burj Hammoud and Normandy dumpsites;
- Mount Lebanon area hosts industrial activities at Jbeil, Jounieh, Halat, Zouk Mosgeh, Antelias, which discharge their wastewater into the sea;
- Sidon: urban and industrial wastewater, solid waste dumping.



## Syria

The Syrian coastal area represents only 2 % of the country's surface but hosts 11 % of its population. Coastal urbanisation, due to housing needs (local and tourist) and industrial development, (harbour facilities) has led to serious environmental problems.

These problems are: **disposal of untreated urban and industrial wastewater, oil slicks from the oil refinery and the oil terminal, and the management of solid wastes** (NDA Syria, 2003). In total it is estimated that 24.8 million m<sup>3</sup> of urban wastewater, 99 % of which is untreated, is discharged into the sea. As a result, the loads of heavy metals discharged into the sea can be high, for example the maximum value of lead (Pb) measured in marine sediments has reached 358.5 mg/kg in Tartous harbour.

- Lattakia area: urban wastewater (7 364 tonnes of BOD<sub>5</sub>, 1 664 tonnes of nitrogen and 377 tonnes of phosphorus), solid waste dumping site on the shore and eutrophication of the coastal zone.

zone.

- Tartous-Banias area: urban wastewater, (5 582 tonnes of BOD<sub>5</sub>, 714 tonnes of nitrogen and 218 tonnes of phosphorus), industrial plants including a petroleum refinery (at Banias) and a power generation plant.



## Turkey

**Urban and industrial centres, oil terminals, agricultural and recreational facilities on the coast are the major land-based pollution sources in both regions** (NDA Turkey, 2003).

Rapid urbanisation is

taking place in Turkey because of recreational constructions and extensive building of second (vacation) houses on the Aegean and eastern Mediterranean coastline. This is drastically altering the landscape. **Coastal erosion** is also an important problem. Out of 110 sand dune systems recorded in the 1980s only 30 (27 %) are relatively intact today. Areas of concern and LBS include:

Bay of Izmir: urban and industrial wastewater; Rivers Gediz and Bakircay drain large agricultural and urban areas transporting significant nutrient loads into the sea causing eutrophication;

- Buyuk Menderes River: untreated industrial wastewater (mercury, cadmium and chromium from leather industry);
- Aliaga and Foca regions: harbours and untreated industrial wastewater;
- Iskenderun Bay: industrial activity including petroleum pipeline terminal (oil pollution from deballasting and operational oil spills);
- Mersin: industrial and urban wastewater, heavy shipping activity;
- Bodrum: tourism and aquaculture activities.

## 2. Assessment

### 2.1. Mediterranean Marine Pollution Indicators

The pursuit of the Ecosystem Approach to Environmental Management and the Strategy for Sustainable Development through the integration of environmental and sustainability goals require monitoring as the key tool for their formulation, implementation and rectification. Furthermore, the management of coastal ecosystems requires the evaluation of their ecological quality through indicator-based investigation and assessment for describing the long term trends in anthropogenic stress impacting on the ecosystem. The establishment of “Sustainable Ecosystem Indicators” and “environmental monitoring” has been projected in the Mediterranean as a SMAP (Short and Medium-term Priority Environmental Action Programme) objective which also focuses on both trade and environment issues. The proper development of an indicators framework makes the concept of sustainable ecosystem operational in terms of policy decisions and, in the case of detection of unsustainability, generates political pressure.

UNEP/MAP has drawn a Marine Pollution Indicators (MPIs) report (UNEP/MAP 2007a) to evaluate the experience in the development of MPIs at regional level, based on the capacity and data availability of the Contracting Parties to the Barcelona Convention as reported to UNEP/MAP by the country’s tests on the feasibility of MPIs.

The report provides a source of data availability (particularly in the form of time series) that can be used to supplement the data collected in the MEDPOL Database and complement the assessment of of the Eastern Mediterranean coastal and marine environment..

### 2.2 Sewage run-off

In the Mediterranean as in the rest of the world, access to **sewerage and wastewater treatment systems** is not on a par with access to potable water, but the situation is notably better than the global average (UNEP/MAP-Plan Bleu 2009). From the table that follows the lack of Waste Water Treatment Plants in Turkey and Lebanon and the fact that the effluents from almost half the population of Cyprus and Israel are not treated are sticking.

**Table 3:** % of Waste Water Treatment Plants in Aegean-Levantine

Source: UNEP/MAP-Plan Bleu 2009

Countries	Number of cities				Number of inhabitants			
	With WWTP	Stopped/ in maintenance	In project/ Under construction	Without WWTP	With WWTP	Stopped/ in maintenance	In project/ Under construction	Without WWTP
Greece	81	5	0	14	94	2		4
Cyprus	47	0	0	53	49			51
Turkey	0	0	0	100	0			100
Syria	65	0	0	35	89			11
Lebanon	0	0	0	100	0			100
Israel	14	0	0	86	53			47
Egypt	46	0	15	38	92		4	3

Notes:

- WWTP : Waste Water Treatment Plants
- This table do not include the cities discharging into rivers

### 2.3. Eutrophication and Hazardous substances

Two MEDPOL up-to-date assessments of the hazardous substances and eutrophication in the Mediterranean have improved our knowledge in the area based on data from the MEDPOL monitoring database hosting monitoring data of 10 Mediterranean countries (eutrophication:



MED POL, 2009a; hazardous substances: MED POL 2009b). As the authors acknowledged, although the content is highly variable and the portion of data for each component and country is uneven and require caution in their treatment and manipulation, it constitutes a relevant source of information which has been assessed recently to provide the reports.



**Figure1.** MEDPOL III and IV monitoring sites in Aegean - Levantine

### **2.3.1 Hazardous substances**

Hazardous substances like trace metals and Organochlorines [PCBs (polychlorinated biphenyls), DDTs (dichloro-diphenyl-trichloro-ethane), HCHs (hexachlorohexanes, of which  $\gamma$ - HCH Lindane is the most infamous representative) and HCB (hexachloro-benzene)] are highly toxic persistent and bioaccumulative compounds monitored under the MEDPOL programme.

In the recent MEDPOL hazardous substance assessment report where the MEDPOL database has been used and in particular the MEDPOL Phases III and IV (1999-2007)

*‘only representative data was used, basically considering the existence of sufficiently large datasets. In this respect, only trace metals were found suitable for assessment at the regional level in sediments. In the case of biota, the Database includes a large number of marine species, but the report focused on one bivalve (*Mytilus galloprovincialis*) and one benthic fish (*Mullus barbatus*) as they are the more common and widely analyzed species in the region (MED POL, 2009b).*

The temporal and spatial coverage of samples collected and analysed for the Hazardous substances Report (MED POL, 2009b) have been summarised in the tables that follow

**Table 4.** Number of hazardous substances samples (Trace metals, OCPs and PCBs) in sediment and biota in Aegean – Levantine

Source: MED POL, 2009b

	Trace metals					OCPs					PCBs									
	Biota					Sediments					Biota					Biota				
	Cd	HgT	Pb	Zn	Cu	Cd	HgT	Pb	Zn	Cu	DDTs	ALD	DIE	END	HCB	LIN	PCB 1254	PCBs 1260	Σ7PCBs	
																		MG	MB	
<b>CYP</b>	26	52	24	18	18						46	45	13	13	53	46	46	43		43
<b>EGY</b>	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10										
<b>GRE</b>	367	81	92	407	407															
<b>ISR</b>	278	1089		1225	1216	116	112	104	146	121										
<b>TUR</b>	383	410	14	383	383	114	114	51	114	86	56	16	19		32		46	50	13	37

**Table 5.** Temporal series of hazardous substances samples (Trace metals, OCPs and PCBs) in sediment (S) and biota (B) in Aegean – Levantine

Source: MED POL, 2009b

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>Trace metals</b>									
<b>CYP</b>	B		B			B	B		
<b>EGY</b>								B,S	
<b>GRE</b>	B	B				B			B
<b>ISR</b>	B,S	B,S	B,S	B,S	B,S	B,S	B,S	B,S	B,S
<b>TUR</b>	B,S	B,S	B,S	B,S	B,S		S	B,S	B,S
<b>OCPs</b>									
<b>CYP</b>	B	B	B	B			B		
<b>TUR</b>					B		B	B	B
<b>PCBs</b>									
<b>CYP</b>		B	B	B	B		B		
<b>TUR</b>					B		B	B	B

### 2.3.1.1 Trace metals

The analysis of representative trace metals in the sediment and biota in the Aegean – Levantine (MED POL, 2009b) revealed values in sediments that in general, are in the lower range than those reported in previous assessments (derived from MEDPOL I and II). The individual analysis also demonstrated the occurrence of stations with high levels of Zn and Cu in Turkey and Israel. Additional analysis also verified the anthropogenic source of these trace metals originating from point and diffuse land-based sources (MED POL, 2009b).

Trace metal analysis in biota exhibited low values in general for the area in the case of *Mytilus galloprovincialis*. Analysis in *Mullus barbatus* appeared uniform metal bioaccumulation through the area but certain stations from Greece and Turkey exhibited the higher levels of Cd and Cu. In general the accumulation was found higher in mussels than in fish with reported values, excluding the hotspots, of the same order of magnitude than those obtained during the MEDPOL I and II. (MED POL, 2009b).

In the maps that follow the concentrations of trace metals in sediment and biota are depicted providing useful information on the identification of hotspots in the area

**Table 6.** Trace metals in sediments and biota in the Aegean – Levantine .

Median (and range) values ( $\mu\text{g g}^{-1}$  dw)

Source: MED POL, 2009b

	<b>Cd</b>	<b>Total-Hg</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>	<b>Cu</b>
<b>Sediments</b>	0.11 (0.01-8.47)	0.16 (0.00-5.18)	5.9 (0.03-132.3)	26.8 (0.07-1505)	11.2 (0.31-198)
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	0.36 (0.05-5.27)	0.06 (0.01-0.63)	2.09 (0.84-5.97)	68 (6.7-325)	5.90 (1.01-36.1)

**Table 7.** Mean and median concentrations of trace metals in sediments ( $\mu\text{g g}^{-1}$  dw) by country.

Source: MED POL, 2009b

	<b>Cd</b>		<b>HgT</b>		<b>Pb</b>		<b>Zn</b>		<b>Cu</b>	
	Mean	Median	Mean	Median	Mean	Median	Mean	Median	Mean	Median
<b>Egypt</b>	0.19	0.22	0.24	0.25	2.26	0.61	20.13	18.45	6.22	5.09
<b>Israel</b>	0.37	0.08	0.25	0.10	9.81	4.10	36.46	11.55	12.12	2.3
<b>Turkey</b>	0.30	0.13	0.22	0.16	33.13	19.1	108.31	79.83	41.54	31.9

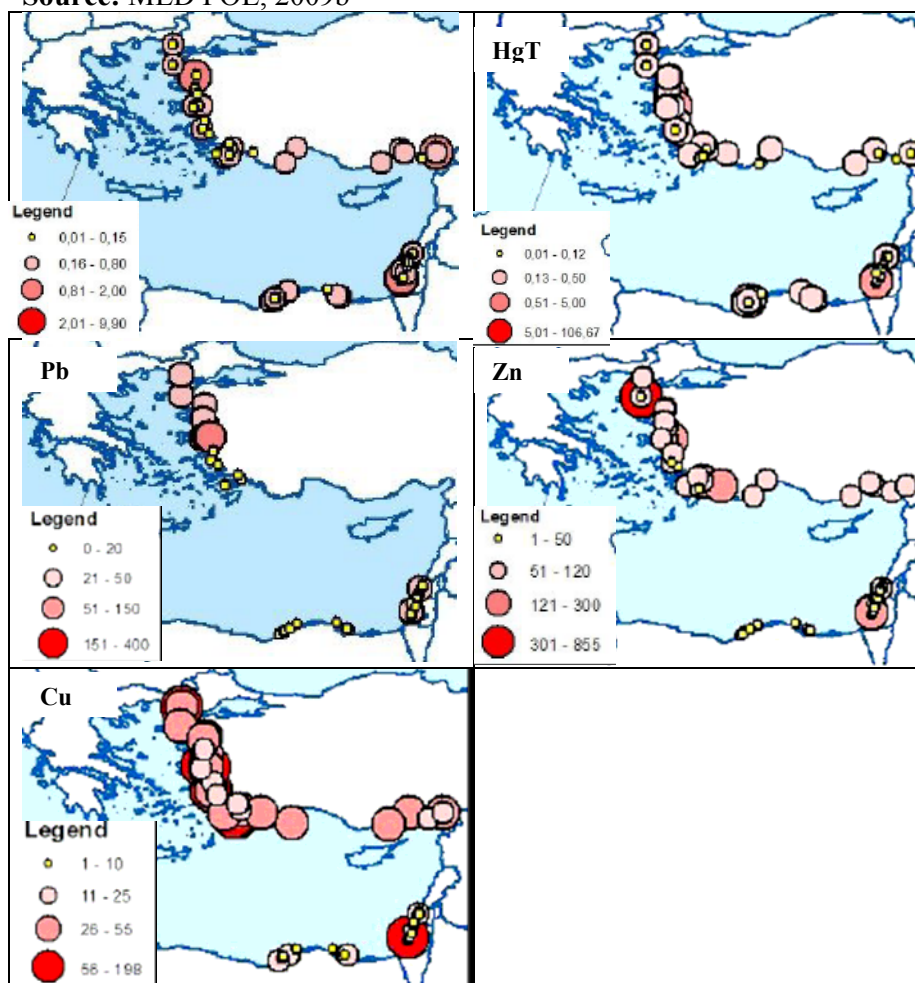
**Table 8.** Mean concentrations of trace metals in bivalves and benthic fish by country.

Source: MED POL, 2009b

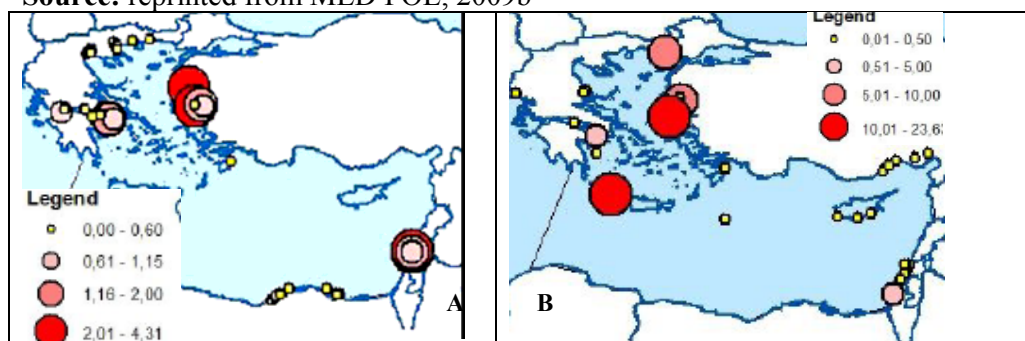
	<i>Mytilus galloprovincialis</i>					<i>Mulus barbatus</i>				
	<b>Cd</b>	<b>HgT</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>	<b>Cu</b>	<b>Cd</b>	<b>HgT</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>	<b>Cu</b>
<b>Cyprus</b>						0.06	0.34	0.54	34.19	1.74
<b>Greece</b>	0.77	1.13	1.03	150.48	8.22	2.27	0.66	0.43	55.9	2.28
<b>Israel*</b>	1.87	0.28		123.84	10.26	0.57	0.33		24.46	2.43
<b>Turkey</b>	0.59	0.05	3.97	54.90	6.37	0.11	0.13		14.28	15.73

\*values correspond to *Macra corallina*

**Figure 2.** Map of mean concentrations of trace metals in sediments ( $\mu\text{g g}^{-1}$  dw).  
**Source:** MED POL, 2009b

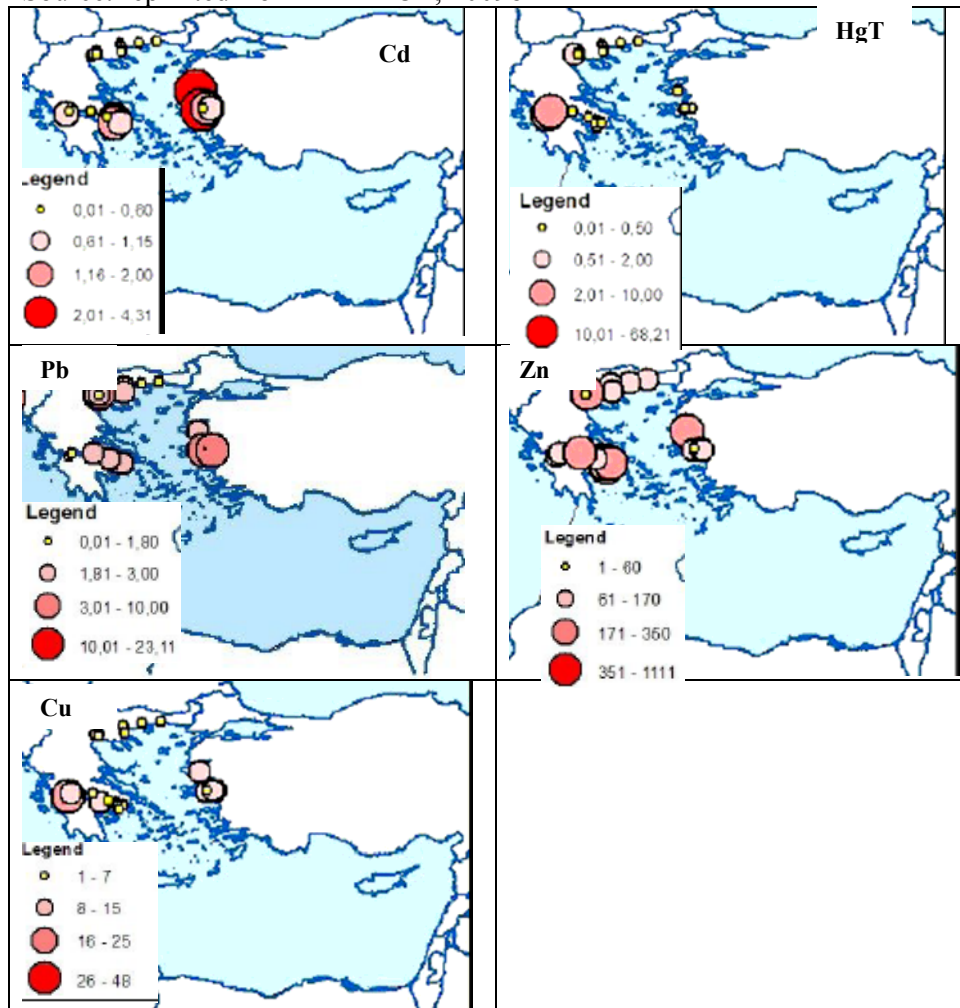


**Figure 3.** Map of mean concentrations of Cd ( $\mu\text{g g}^{-1}$  dw) in bivalves (A) and fish (B)  
**Source:** reprinted from MED POL, 2009b



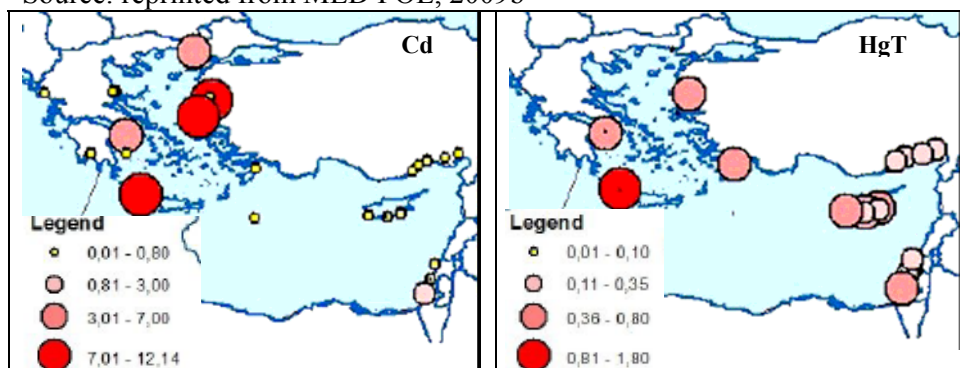
**Figure 4.** Map of mean concentrations of trace metals in *Mytilus galloprovincialis* ( $\mu\text{g g}^{-1}$  dw).

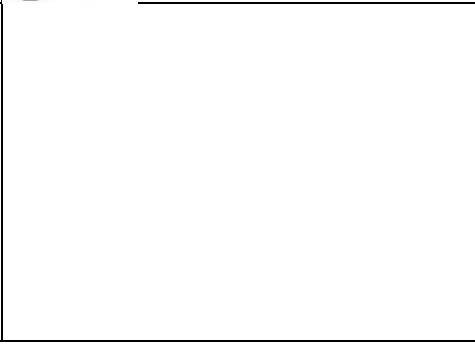
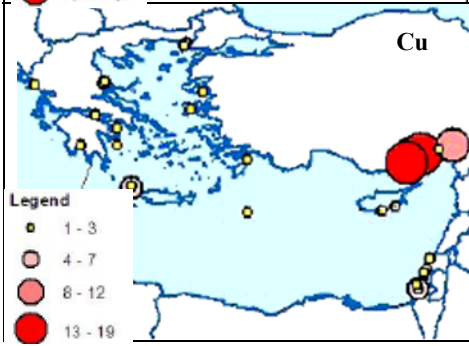
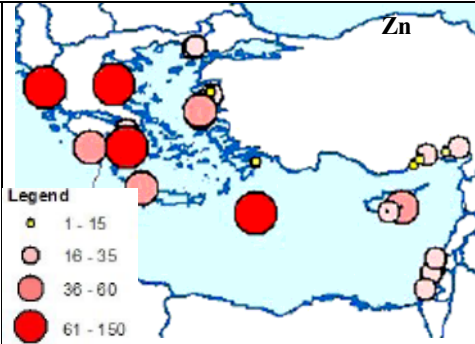
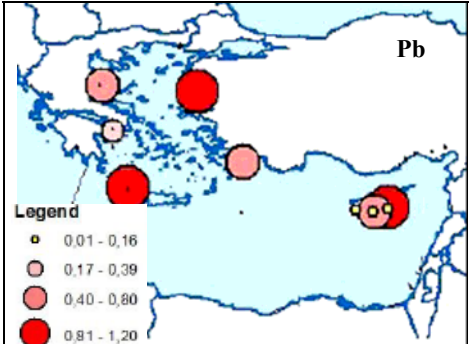
Source: reprinted from MED POL, 2009b



**Figure 5.** Map of mean concentrations of trace metals in *Mullus barbatus* ( $\mu\text{g g}^{-1}$  dw).

Source: reprinted from MED POL, 2009b





### 2.3.1.2 Chlorinated pesticides

Chlorinated pesticides have been extensively analyzed in Mediterranean biota since the inception of MEDPOL (UNEP, 1990). However, it has been only since the last decade that they have been continually monitored, and data gathered in the MEDPOL Database.

In the latest assessment concentrations of aldrin, dieldrin, endrin, lindane and hexachlorobenzene in *Mytilus galloprovincialis* were in the low ng g<sup>-1</sup> range with the exception of some stations from Turkey. In general concentrations of DDTs were one order of magnitude higher. (MED POL, 2009b).

In the maps that follow the concentrations of trace metals in sediment and biota are depicted providing useful information on the identification of hotspots in the area

**Table 9.** Chlorinated compounds in *Mytilus galloprovincialis*.

Median (and range) values (ng g<sup>-1</sup> dw)

Source: MED POL, 2009b

	$\Sigma$ DDTs	Lindane	CB138	CB153	$\Sigma$ 7CBs
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	17.44 (6.02-440)		0.21 (0.01-20.6)	0.33 (0.02-32.4)	1.13 (0.07-110)

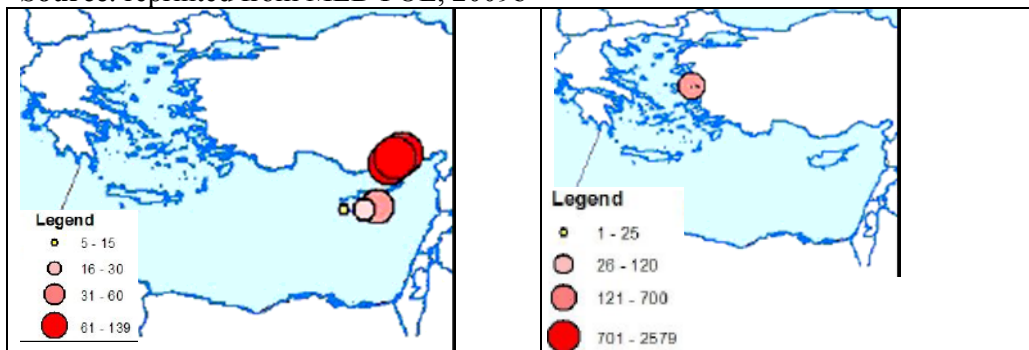
**Table 10.** Mean concentrations of OCPs in *Mullus barbatus* (ng g<sup>-1</sup> dw) by country

Source: MED POL, 2009b

	DDTs	ALD	DIE	END	HCB	LIN
Cyprus	27.29	0.45	1.55	0.82	3.77	1.77
Turkey	137.74	8.94	7.34		3.82	

**Figure 6.** Map of mean concentrations of DDTs (ng g<sup>-1</sup> dw) in *Mullus barbatus* (A) and *Mytilus galloprovincialis* (B)

Source: reprinted from MED POL, 2009b



### 2.3.1.3 PCBs

Data on *Mullus barbatus* in the latest MEDPOL analysis is limited to Cyprus and Turkey. The values can be considered in the low range, taking into account the higher accumulation capacity of fish with respect to mussels (MED POL, 2009b).

A graphical representation of the concentrations in the different stations is shown in Figure 7.

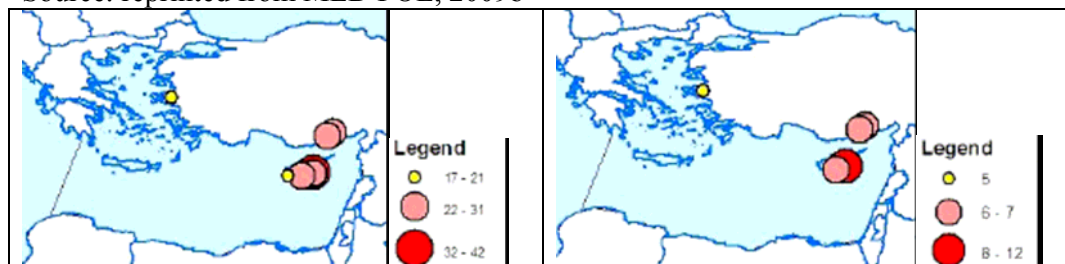
**Table 11.** Mean concentrations of PCB congeners in *Mytilus galloprovincialis* (ng g<sup>-1</sup> dw)

Source: MED POL, 2009b

	CB28		CB52		CB101		CB118		CB138		CB153		CB180		CB7	
	MG	MB	MG	MB	MG	MB	MG	MB	MG	MB	MG	MB	MG	MB	MG	MB
<b>Turkey</b>	0.04	0.03	2.78	2.34	2.78	2.34	0.60	0.51	4.97	4.19	7.81	6.59	7.5	6.32	26.47	22.3
<b>Cyprus</b>		6.06		2.79		21.58				9.28		9.14		11.06		29.4

**Figure 7.** Map of mean concentrations (ng g<sup>-1</sup> dw) of Σ7CBs (a) and CB153. (b) in *Mullus barbatus*

Source: reprinted from MED POL, 2009b



#### 2.3.1.4 Hazardous substances Gap Analysis

According to the latest state of the Mediterranean environment report (UNEP/MAP-Plan Bleu, 2009), **pollution** from heavy metals appears to be somewhat decreasing, as their content in sea water remains low and even the situation seems to be improving. Similarly concentrations of chemicals (DDT, PCBs) are also decreasing, but in some cases concentrations still remain relatively elevated. The most up-to-date status based on the MEDPOL database as been reviewed (MED POL, 2009b) has been present in the section above.

The identification of temporal trends of metals and chlorinated compounds in sediments and biota is difficult to achieve with the current data set archived in the MEDPOL Database (MED POL, 2009b). Not only the temporal scale is insufficient (as very few countries have time series more than 5 years) but ‘it will require, a reliable database in terms of validation of the archived information and the possibility of normalization of the data set for reducing the variance by taking into account the differences in morphology (e.g. sediment grain size) or composition (e.g. tissue fat content) of the samples’. The situation is even less satisfactory in the case of DDTs and PCBs.

The identification of hotspots and adequacy of data to depict the pressures and impact in the marine and coastal environment can be supplemented with the findings of the UNEP MPI report (UNEP/MAP, 2007a).

**Table 13.** Hazardous substances Indicator development status in eastern Mediterranean

Source: UNEP/MAP 2007a

Country	Indicator
---------	-----------



	Heavy metals			Organochlorines			Petroleum hydrocarbons			Bacterial levels	
	effluent	sediment	biota	effluent	sediment	biota	effluent	sediment	biota	Bathing water	Shellfish growing areas
Cyprus*	2	0	3 <sup>-</sup>	0	0	3 <sup>-</sup>	0	0	0	3 <sup>-</sup>	0
Egypt	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3 <sup>+</sup>	0
Greece	3 <sup>-</sup>	3 <sup>+</sup>	3 <sup>+</sup>	2	2	3	2	2	0	3*	2*
Israel	3*	2 <sup>+</sup>	3	1	0	3	1	0	0	3	0
Lebanon	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Syria	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0
Turkey*	3 <sup>-</sup>	0	2	0	0	0	3 <sup>-</sup>	2	0	3 <sup>-</sup>	0

1 = Indicator poorly developed (very limited temporal and /or spatial scale, no trends)

2= Indicator partially developed (limited temporal and /or spatial scale, and minimal trends)

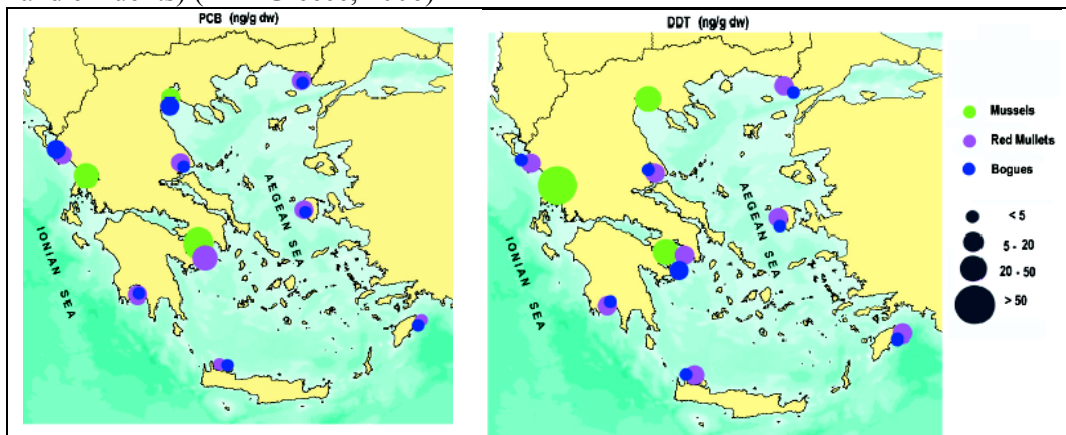
3<sup>-</sup>= Indicator almost fully developed (neither temporal scale nor trends presented in the national report, but apparently exist)

3 = Indicator fully developed (data series exist according to national report and sometimes actually presented in the report)

3<sup>+</sup> = Indicator fully developed and used for EQS assessment

\* = not from MPI report

Form the MPI report it is obvious that data also exist in some countries for trace metals in effluents. Interestingly the assessment of Cyprus and Turkey has been improved; this came as no surprise since these countries did not contribute to the MPI reporting exercise. On the other hand the MPI report reveals the existence of adequate data in the case of organochlorines in biota in Greece (and to lesser extent in sediment and effluents) (MPI Greece, 2006)



**Figure 9:** PCBs and DDTs concentrations in mussels (ng/g dw) and fishes (ng/g ww) in Greek seas.

**Source:** reprinted from SoHelME

In addition MPI report has revealed that limited effluents and sediment analysis for trace elements has been conducted in Lebanon in sporadic years in the identified hot spot areas which however cannot be used for the required trend analysis (MPI Lebanon 2006). Similarly there are some scientific research concerning heavy metals analysis in effluent, sediments & biota, in Syria's hot spot areas which cannot be used for proper trend analysis (MPI Syria, 2006).

Furthermore in the recent UNEP/MAP-Plan Bleu (2009) large cities have been identified as critical sources of hazardous substances pollution, since most of the “hot spots” are located in their neighbouring sediments (Alexandria and Port Said in Egypt and Athens and Thessaloniki in Greece). Also, high concentrations of hazardous substances are found in sediments located in river mouths and estuaries of major Mediterranean rivers (Nile) and lagoons (lake Manzala, Egypt). For other pollutants such as PAHs, atmospheric deposition may be more significant in the transfer of pollution to the open sea



**Figure 10:** Identified hot spots for the concentrations of PCBs, DDTs and HCB 4 in the Mediterranean surficial sediments, Source: reprinted from UNEP/MAP-Plan Bleu 2009.

### 2.3.2 Eutrophication

The manual on sampling and analysis techniques for the eutrophication monitoring strategy of MEDPOL has been adopted and followed by most of the countries in Eastern Mediterranean (although not in its full extent). The samples and parameters collected are presented in table 14 and the stations are depicted in figure 11, as compiled in the latest eutrophication assessment of the Mediterranean (MED POL, 2009a)

**Table 14.** Eutrophication related data collected and analysed via the MEDPOL Database

**Source:** MED POL, 2009a

Country	# stations	Total	Depth	temperature	Salinity	NH4	NO2	NO3	Total N	PO4	Total P	SiO4
Cyprus	87	466	449	203	0	405	275	0	0	214	362	0
Greece	93	572	466	404	126	419	432	126	336	366	42	366
Israel	37	105	105	105	0	93	85	0	70	84	0	84
Turkey	18	82	82	82	0	58	60	0	0	56	82	56

Biological parameters (chlorophyll –a, phytoplankton abundance and bloom dominance) are also mandatory. For this reason Cyprus, Greece, Israel and Turkey reported chlorophyll-a in most of their samples

The time series cover in these countries spans:

Cyprus: 1999- 2007

Greece: 1999 – 2004 (in the UNEP/MAP 2007 eutrophication document (UNEP/MAP 2007b), data are reported for 2005 too)

Israel: 2001- 2007

Turkey: 2006-2007



**Figure 11.** Eutrophication monitoring sites archived in MEDPOL database

Source: reprinted from MED POL, 2009a.

**Table 15.** Variables monitored with recorded Minimum and Maximum values

		<b>T</b>	<b>S</b>	<b>DO</b>	<b>NH4</b>	<b>NO2</b>	<b>NO3</b>	<b>PO4</b>	<b>SiO4</b>	<b>TN</b>	<b>TP</b>
<b>Cyprus</b>	Min	15.7	3.7	4.2	0	0	0	0		0.9	0.32
	Max	39.6	40	15.8	16.49	14.29	1642.86	102.14		130.97	310.97
<b>Greece</b>	Min				0.0	0.0	0.08		0.31	0.0	0.09
	Max				51.11	15.22	163.18		298.07	163.18	0.69
<b>Israel</b>	Min				0.0	0.0	0.0	0.01	0.22	0.08	
	Max				12.29	1.5	10.47	20.91	15.48	24.26	
<b>Turkey</b>	Min	15.64		5.57	0.04	0.02	0.03	0.02	0.31		0.10
	Max	27.27		9.79	25.54	0.76	15.8	2.15	8.3		6.32

### 2.3.2.1. Eutrophication hot spots



The coastal waters of **Cyprus** in general are classified as ultra-oligotrophic, since concentrations of nutrients are very low. The basic conclusion drawn in the latest assessment (Cruzado (2009) states *‘to judge from the nutrient values reported, various areas of the countries may have been subject to strong pollution from land-based operations’*



The trophic state of the open seawaters of the **Greek** Aegean Sea has been defined as oligotrophic. Nevertheless eutrophication problems have been recognized in a number of coastal areas characterized as enclosed or semi-enclosed with poor water exchange, affected by urban and industrial waste-waters and/or nutrient inputs from rivers and agricultural activities (UNEP MAP 2007b). The most disturbed Greek coastal areas, regarding anthropogenic nutrient enrichment, are the Saronikos and Thermaikos Gulfs situated in Central and Northern Aegean Sea,

respectively, however other eutrophic or at risk to be eutrophic areas have been reported: Pagassitikos Gulf, Gulf of Kavala, Gulf of Alexandroupoli, Argolikos Gulf, Gulfs of Geras and Kalloni in Lesvos island (UNEP MAP 2007b).

The same basic conclusion has been drawn by the 2009 report that states *'to judge from the nutrient values reported, various areas of the countries, particularly near the large cities, may have been subject to strong pollution from land-based operations'* (MED POL, 2009a) who also highlighted the case of Saronikos Gulf eutrophication.



For **Israel** the basic conclusion drawn in the latest assessment (MED POL, 2009a) states *'to judge from the nutrient values reported, harbour and industrial areas in various parts of the country, particularly off Haifa and Acre, may have been subject to strong pollution from land-based operations and/or ship pollution'*(MED POL, 2009a)

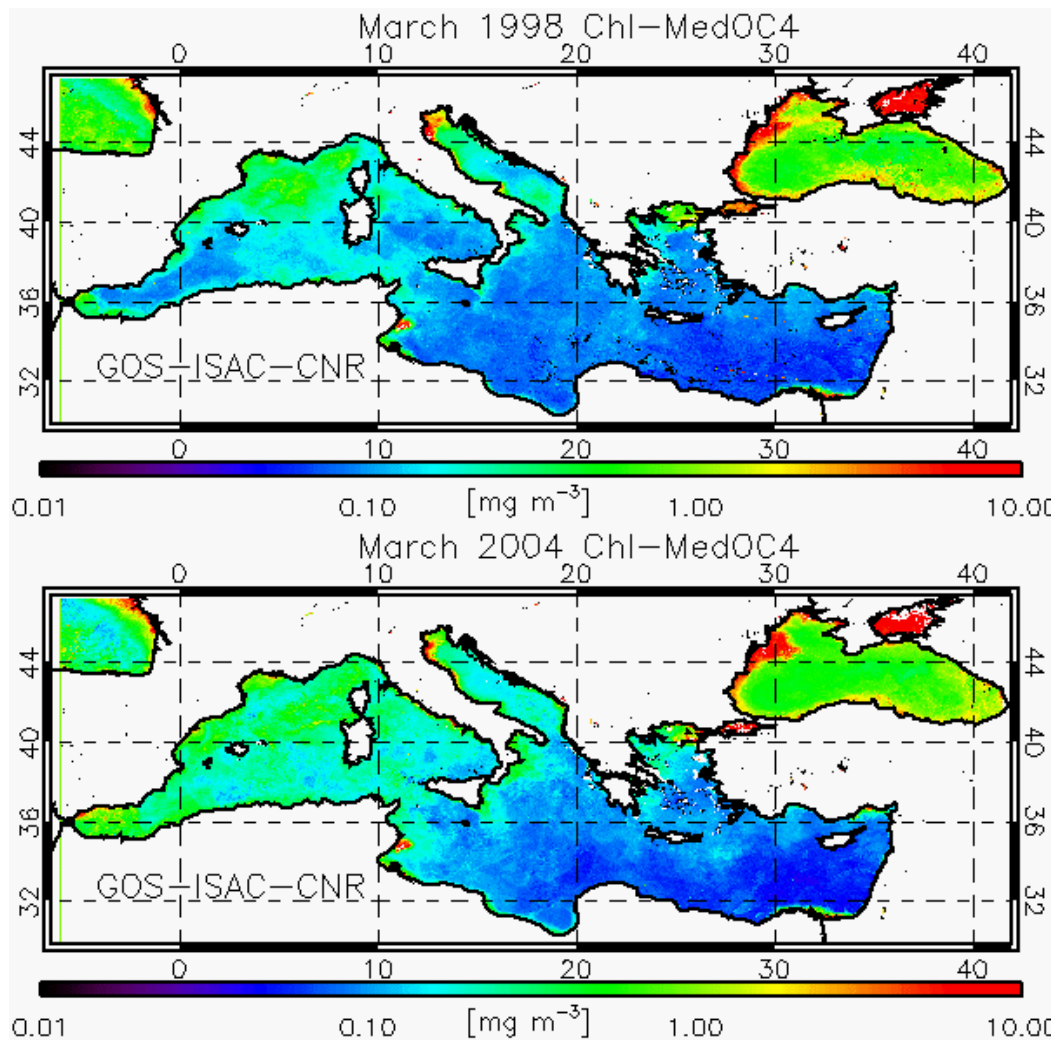


In the case of **Turkey** , open marine waters are generally regarded as oligotrophic; conditions of eutrophication have been reported only in limited costal areas affected by the inputs of rivers, sewage outfalls or industrial effluents, like Izmir bay and Mersin bays (reported as (eutrophic). (UNEP/MAP 2007b, MED POL, 2009a).

After carefully screening of the data revealed a N/P ratio of 10, indicative of phosphorus polluted surface waters in the bay of Mersin.

### 2.3.2.2. Eutrophication and Remote sensing

MEDPOL reports (2007b and 2009) acknowledge the importance of Remote sensing as supplementary techniques for monitoring eutrophication complementary to field work. CZCS, SeaWiFS, MODIS and MERIS images can be used for planning and have been used extensively for studies of water colour. However they require a significant corrective functions but the use of algorithms has resulted in reliable results (Cruzado 2009). Automatic buoys have also been recommended as supplementary techniques for monitoring eutrophication in the framework of the MED POL medium/long term strategy (UNEP/MAP 2007b).



**Figure 12.** Maps derived from SeaWiFS satellite images showing monthly mean concentrations from October 1997 to December 2004.

Source: Volpe *et al.*, 2005

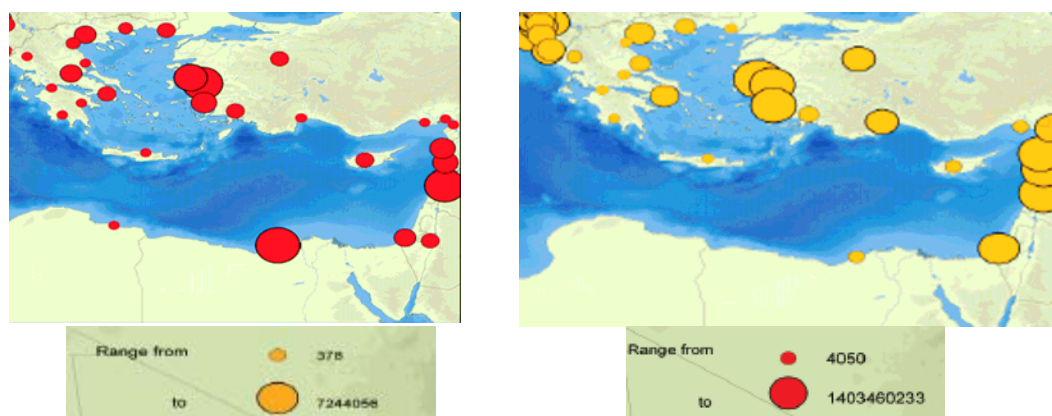
### 4.2.2.3 Eutrophication - Gap Analysis

According to the latest state of the Mediterranean environment report (UNEP/MAP-Plan Bleu, 2009) eutrophication from nutritional substances has been increasing for 20 years, however it is limited to such sectors as the Nile delta. The most up-to-date status based on the MEDPOL database as been reviewed has been present in the

section above. Nevertheless other areas have also been identified at the risk of becoming eutrophic with reported incidences as presented below.

Eutrophication is one of the issues in the Eastern Mediterranean that can be assessed through the MEDPOL data particularly when other sources of data are taken into consideration.

The recent UNEP/MAP –Plan Bleu have summarised the eastern Mediterranean status with respect to eutrophication related parameters as presented in figure 13.



**Figure 13:** Industrial Total Nitrogen (left) and BOD (right) releases from point sources

**Source:** MED POL NBB, reprinted from UNEP/MAP-Plan Bleu 2009

Egypt, Lebanon and Syria are also collecting data on eutrophication parameters through national programs as identified by the MPI report (UNEP MAP 2007a) and the past UNEP/MAP eutrophication working document (UNEP/MAP 2007b). However only in the case of Egypt data can be considered suitable for a reliable trend based assessment.

Table 16 presents the MPI assessment of eutrophication-related indicators.

**Table 16.** Eutrophication related Indicator development status in eastern Mediterranean

**Source:** UNEP/MAP 2007a

	Nutrients					<i>Chlorophyll</i>	DO	TRIX	BOD, COD	T & S	pH	Transparency
	N, P	N-NO <sub>2</sub> N-NO <sub>3</sub>	P-PO <sub>4</sub>	Si-SiO <sub>4</sub>								
Cyprus*	3	3	3	0	3	0	3 <sup>-*</sup>	3	3	3	3	3
Egypt	3 <sup>+</sup>	3 <sup>+</sup>	3 <sup>+</sup>	3 <sup>+</sup>	3 <sup>+</sup>	3 <sup>+</sup>	3 <sup>-*</sup>	0	3 <sup>+</sup>	3 <sup>+</sup>	3 <sup>+</sup>	3 <sup>+</sup>
Greece	2	3 <sup>+</sup>	3 <sup>+</sup>	3	3 <sup>+</sup>	3	3 <sup>*</sup>	1	3 <sup>-</sup>	3 <sup>-</sup>	3 <sup>*</sup>	3 <sup>*</sup>
Israel	3	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3
Lebanon	2	3 <sup>-</sup>	3	0	2	2	0	0	3 <sup>-</sup>	2	2	2

			-								
Syria	1	1	1	0	0	2	0	1	2*	2*	2*
Turkey*	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3

1 = Indicator poorly developed (very limited temporal and /or spatial scale, no trends)

2= Indicator partially developed (limited temporal and /or spatial scale, and minimal trends)

3= Indicator almost fully developed (neither temporal scale nor trends presented in the national report, but apparently exist)

3 = Indicator fully developed (data series exist according to national report and sometimes actually presented in the report)

3<sup>+</sup> = Indicator fully developed and used for EQS assessment

\* = not from MPI report

In Egypt according to the latest MPI report '*eutrophication data*' include the following items; orthophosphate, total phosphorous, orthosilicate, dissolved oxygen, Nitrate, Nitrite, Ammonia, Total Nitrogen, Chlorophyll a, Temperature, Salinity, Transparency, pH (Egypt MPI, 2006). The data are collected regularly through the national Environmental Information & Monitoring program (EIMP) database since 1998 and still is an ongoing activity. Four eutrophic sites were reported (El Mex, Abu Qir East, Port Said, Abu Qir Bay) and three sites at risk to become eutrophic (Alexandria eastern harbour, Rashid, Damietta), a lot less than those reported in the past (UNEP/MAP 2007b) (see also '*priority issues in Mediterranean environment*')

The MPI report have also provided a snapshot of eutrophication in Lebanon. 21 stations along the Lebanese coast are regularly sampled each month since the year 2000. Measured indicators are: Temperature, salinity, nitrites, nitrates, phosphates. Ammonia, pH and Chlorophyll a in 18 of the 21 stations were collected on trial basis and are expected to be regularly monitored in the future (Lebanon MPI, 2006). Except for some eutrophic port areas where occasional blooms may occur, no eutrophic conditions are reported in the coastal waters of Lebanon. However, in response to a questionnaire, three sites were identified as eutrophic (Antelias, Ramlet el Baida, Saida) and one reference site (Naqoura, Sud du Liban) (UNEP/MAP 2007b)

Very limited data exist for Syria (NDA Syria, 2003; MPI Syria 2006). Through scientific research it has been reported that although the coastal area off Lattakia did not show any signs of nutrient enrichment in 1992, by 2003 sewage and nutrient have been identified as causative agents of eutrophication in hot spots areas of Lattakia and Tartus with more areas at risk to become eutrophic (NDA Syria, 2003) (for details see '*priority issues in Mediterranean environment*')

Finally, atmospheric deposition data tend to be regarded as not consistent to support reliable calculations for Eastern Mediterranean (UNEP/MAP 2007b). Some information exists for wet deposition fluxes of inorganic nutrients (PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) at sites along the Mediterranean coast of Israel, which were made as part of a long-term study (MEDPOL Phase II and III monitoring activities, Herut et al., 1999, Herut, 2005). Herut (2005) has reported on dry atmospheric deposition of N and P in SE Mediterranean focusing on the role of Sahara dust in enhancing primary production.

## 2.4 Waste

Waste, responsible for the greatest pressures on the environment, closely correlated with economic growth and in particular with consumption patterns and production trends, has steadily increased (UNEP/MAP-Plan Bleu, 2009). Marine litter, originating mainly from coastal urban centres through direct disposal of domestic waste, tourism infrastructure waste, flows from landfills and rivers and waste from maritime traffic is generally not covered by national environmental policies, and that there is generally no municipal policy of management (UNEP/MAP-Plan Bleu 2009). According to the UNEP/MAP-Plan Bleu report *The International Coastal Cleanup (ICC) observes that, in the Mediterranean, the heavy fraction (big household appliances) is on the decrease and that the average weight of waste found in the sea has dropped from 511 g to 258 g. As regards the light fraction, the number of plastic bags, caps and plastic bottles is also on the decrease; the share of plastic found in the sea dominates and composes 75% of collected items. The analysis of the data available indicates that coastal and recreation activities account for 52% of the waste found on beaches.* MEDPOL is tackling these issues today but quantification of the issue is lacking.

**Figure 14.** Composition of municipal waste in some Mediterranean countries  
**Source:** UNEP/MAP-PlanBleu, 2009



## 3. Conclusion

Pollution in eastern Mediterranean (Aegean and Levantine) has been manifested mainly through the impacts of hazardous substances and eutrophication. Marine pollution from cities, the industry and tourist resorts, is large but localised. The presence of macro-waste on beaches and in the high seas has a considerable impact (UNEP/MAP-Plan Bleu 2009), but has not been quantified.

According to the latest state of the Mediterranean environment report (UNEP/MAP-Plan Bleu, 2009), pollution from heavy metals appears to be somewhat decreasing, as their content in sea water remains low and even the situation seems to be improving. Similarly concentrations of chemicals (DDT, PCBs) are also decreasing, but in some cases concentrations still remain relatively elevated. The most up-to-date status based



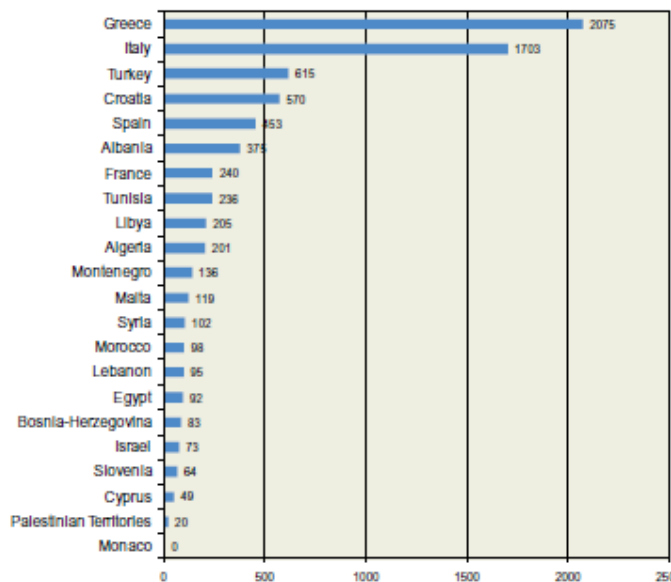
on the MEDPOL database has been reviewed by Pon et al, (2009). Eutrophication from nutritional substances has been increasing for 20 years; however it is limited to such sectors as the Nile delta (UNEP/MAP-Plan Bleu, 2009).

The most up-to-date status based on the MEDPOL database has been reviewed by Pon et al, (2009) and Cruzado for hazardous substances and eutrophication respectively. The current status of available data in these areas can and has resulted in the assessment of the status of the eastern Mediterranean ecosystem (Aegean – Levantine) where the critical issues have been identified and quantified and mapped to produce a picture of the hot spot areas. However not all pollution parameters are investigated to the same degree and in general the limited time series do not allow the extraction of sound trends.

The MEDPOL monitoring database (MEDPOL.mdb) and the inter-linked web version (<http://195.97.36.231/medpol/>) constitutes the most relevant and important source of information for assessing the state of the Mediterranean Sea. *Although at the moment is hosting monitoring data of only 10 Mediterranean countries, and the portion of data for each component and country is uneven, it constitutes the most comprehensive record of monitoring data for the whole basin and, therefore, it should be consolidated* (Pon et al, 2009). However it has been stressed that collected data should be treated with caution in their manipulation as the content is highly variable, the portion of data for each component and country is uneven, apparent errors (e.g. outliers) are present and QC needs to be improved.

On the other hand additional sources of data and assessment are available through MEDPOL resources, mainly the country NDAs, (National Diagnostic Analysis) and Indicator Reports (MPIs Marine Pollution indicator reports). Scientific literature should also be consulted and searched to acquire further information and fill the gaps in geographical coverage as well as on issues not covered in the MEDPOL monitoring and DataBase.

The National Baseline Budget (NBB) compiled by MED POL contains about 7600 records (each record indicating the emission of a substance for a given industrial sector and subsector, in an administrative region or country) can be another tool in the effort to acquire a more comprehensive assessment of the Eastern Mediterranean.



Source: MED POL NBB

**Figure 15.** NBB Number of records per country (2003)

The NBB inventory treats 80 different substances or groups of substances or parameters, split into 3 categories: ‘substances of concern’ (mainly hazardous substances) for the marine environment as defined in different international lists, ‘other substances’ or groups of non-hazardous substances and ‘general parameters’ that are usually considered to monitor pollution to air and water such as Biochemical Oxygen Demand (BOD), Volatile Organic Compounds (VOC), Total Suspended Solid (TSS), etc. Indicators for nutrients (e.g. Total Nitrogen or Total Phosphorus) also fall under this latter category. Generic parameters or non hazardous substances account for the majority of records followed by substances of concern. Within this group, it can be generally observed that there is more information for heavy metals, dioxins and phenols, than for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs<sup>3</sup>) and benzenes, and organohalogenes, for which very few records have been reported. It seems that general parameters such as BOD and nutrients are more easily monitored than hazardous substances which are more specific and therefore more difficult to measure. The dominant or most observable impacts of these releases on the marine environment concern: eutrophication and the formation of Harmful Algal Blooms’ (HAB), as well as the number of intoxication incidents.

Even within the MEDPOL very few countries follow the MED POL monitoring strategy to its full extent and that most countries prefer to follow their own monitoring strategies and assessment methods. The challenge for the MED POL and the countries is the harmonization of the monitoring strategies and assessment methods on a basin-wide scale.

There is an apparent need to establish more extensive monitoring programs both in terms of parameters and geographic extend (e.g. Syria and Lebanon) to fill the data gaps, and to ensure the continuation of existing temporal trend data. Emphasis should also be given to quality of collected data and their quality assurance/quality control when uploaded in the Database in order to generate comparable and accurate data,

taking into account the intrinsic variability of the environmental matrices considered. Furthermore there is a need to establish environmental assessment criteria (EAC).

MEDPOL data in general, updated with the recent knowledge and experience generated by the scientific community can provide the best available picture of the status of the Eastern Mediterranean and identify the gaps towards establishing an ecosystem approach for the management of the Aegean and Levantine seas.

#### Details on Data availability in Aegean - Levantine

Indicators related to the MEDPOL strategy for monitoring eutrophication (T, S, pH, DO, Transparency, Orthophosphate, Silicate, Chlorophyll-a, Total N, Total P, Nitrate, Nitrite, Ammonium and chlorophyll-a appear to be in the best stage since they are the most 'measured' parameters in most monitoring programmes of Mediterranean countries. Their development has even reached a level where they are used in the countries Ecological Quality Assessment. In general eutrophication related indicators can be regarded not only as well developed but also implemented in EQS Assessments. The trophic state of the Greek coastal and marine waters has been ascertained based on the combination of the above criteria (and in conjunction with chlorophyll-a) and the same applies for Egypt (based on Total N and P values). This high level of development is important as nutrient in coastal and marine environment are considered suitable MPIs, for assessing the ecological quality of the environment and relevance to policy and management (Barcelona Convention and Protocols –LBS Protocol, Prevention and Emergency Protocol).

Monitoring of heavy metals in biota and in effluents and organochlorines in biota (as well as bacterial levels in bathing waters) are also very well developed whereas the monitoring of organochlorines in effluents and sediment and even more so the monitoring of Petroleum hydrocarbons in water, are lagging. The limited monitoring on these parameters can be attributed to the fact that are not considered as primary threats to the marine environment of many countries (as in the case of hydrocarbons) and that there are inherent difficulties in their quantification (as in the case of organochlorines).

Monitoring heavy metals in biota is highly developed providing reliable information on bioaccumulation in biota and can reflect the quality of the environment (and label the suitability of edible marine resources), with high relevance to policy and management (Barcelona Convention and Protocols – LBS Protocol, Prevention and Emergency Protocol) (the same applies for monitoring bacteria levels in bathing water). However no specific management target exists (but do so in the case of bacterial levels). Furthermore concern has also been raised in the case of heavy metals over the issues of collaborating institutes (even within MEDPOL programme) and data comparability (common methodologies intercalibration, QA/QC). It is important to adapt common analytical and QA/QC procedures and methodologies for the scientific development of a relative indicator. Further work is also required in determining background / reference values in order to calculate the enrichment factor and thus to quantify the impact of the metals on the quality of the environment

On the other hand heavy metals in effluents and in sediment, and organochlorines in biota are monitored to a lesser extent in the area whereas organochlorines in effluent and sediment are monitored the least, (interestingly monitoring of hydrocarbons in

effluent and bacterial level in shellfish growing waters are also the least monitored parameters of environmental quality)

Organochlorines and heavy metals should be monitored in a more systematic way to provide sufficient temporal and spatial data coverage to support sound environmental assessment. The concern described above for heavy metals on data comparability, standardisation of methods and QA/QC intercalibration apply also in the case of organochlorines. In their case in particular it should be emphasised that despite their importance as hazardous substances in the marine environment (Organochlorines are of high relevance to policy and management (Barcelona Convention and Protocols – LBS Protocol, Prevention and Emergency Protocol)), no specific management target exists and their quantification remains very difficult.

## **CYPRUS**

Cyprus is implementing the MEDPOL monitoring framework. Annual National Monitoring Programmes were undertaken the MED-POL Phase II and III, that provided data for the assessment of pollutants inputs into the marine environment and the assessment of the quality of coastal waters (UNEP/ MAP, 2007a; NDA, Cyprus, 2003). The availability of adequate time series and reasonable spatial coverage can be regarded at a level appropriate to support such an assessment.

## **EGYPT**

Monitoring of marine pollution through the use of the proposed chemical indicators appears to be well developed in Egypt (MPI-Egypt, 2006). Chemical indicators were the major component of the national Environmental Information Monitoring Program (EIMP), which have helped to provide an overview of the extent and degree of marine pollution of the coastal waters around Egypt. Even more, it has identified the major sources of pollution to coastal waters and provided information on changes in the pollution situation during the period 1998-2005. However, data related to effluents only focus on the outlets of the main Canals and drains to the Mediterranean.

The EIMP monitoring program includes a component of quality assurance and quality control of chemical indicators which was established within the program. A general issue of concern to the program sustainability lies in the dissemination of information and the utilization of the monitoring data in the planning for coastal zone development.

## **GREECE**

Monitoring of marine pollution is well developed in Greece. Under the endorsement of the MEDPOL monitoring programme, heavy metals in coastal environment (water, sediment and bioaccumulated in biota), hazardous substances in biota, and nutrients and chlorophyll-a are adequately monitored for the endorsement as a suitable and applicable indicator of chemical pollution in Greek Seas. In particular the synthesis of the latter (nutrients and chlorophyll- a has been proven to lead into a classification of environmental quality similar and comparable to the environmental status of the WFD combining both biotic and abiotic components of the ecosystem. Hazardous substances in water and sediment can easily developed and used as a tool of sustainable management if data coverage is extended and intercalibration of analytical methodologies and assessment are enforced. The same applies petroleum hydrocarbons along with the adoption of common methodologies that should also be

applied in the case of hydrocarbons ensure the homogeneity in results and valid interpretation of the indicator. In general biomarkers in Greek waters are understudied both in temporal and spatial scale.

#### **ISRAEL**

Monitoring of environmental quality parameters. Most of the proposed chemical MPIs is routinely carried out in Israel and is used to generate regular (annual) national assessment reports under a National Monitoring Programme and to describe the state of the marine environment in scientific papers over the past years (the annual report presents trends of environmental changes based on analysis of long-term monitoring data which extends from the late 1970's to date) (MPI-Israel, 2006; UNEP/ MAP, 2007a). The monitoring capacity of the country can expand as capability exists to complement the data in certain localized areas that are not currently covered by monitoring programs. (MPI-Israel, 2006)

#### **LEBANON**

According to the country's MPI feasibility study (MPI-Lebanon, 2006) The Monitoring programme of Lebanon was established at 1985 with limited spatial and parameter coverage; since then it has been expanding in temporal coverage as well in new parameters and reference sites and identified hot spots. An extensive monitoring programme is however carried out only since 2000. The parameters regularly analyzed are water temperature, salinity, nitrates, nitrites, orthophosphates, and phytoplankton. During the last few years new parameters were included in the monitoring scheme namely ammonia, pH and chlorophyll a in water. At that time monitoring was extended to a limited identified 'hot spots' where DO, trace elements (Hg, Cd, Pb) in sediments and in effluent water (Hg, Cd, Pb) and biological indicators are now covered.

#### **SYRIA**

A National Monitoring Program in cooperation with MEDPOL-phase III was initiated in 2003 in Syria. The program is carried out on limited number of stations in two geographical areas (hot spots) and so far has established the need for control measures and the necessity to establish long-term monitoring based on time series of data and background/ reference sets. Despite the existence of the monitoring programme this is at its early stage and as such cannot fully support the development sound ecological assessment.

#### **TURKEY**

Turkey is implementing the MEDPOL monitoring framework and thus data are available for the assessment of pollutants inputs into the marine environment and the assessment of the quality of coastal waters (NDA, Turkey 2003). A regular monitoring programme is in force under MEDPOL monitoring for the assessment of nutrient (total N and P, nitrate, nitrites, ammonium, orthophosphates, orthosilicic acid), chlorophyll DO, BOD/COD and the hydrographic parameters although both temporal and spatial scales are not adequately extended (UNEP/ MAP, 2007b). Heavy metals in water (along with Petroleum Hydrocarbons in water and sediment, heavy metals and bacterial load, in water) and to a lesser degree organochlorines, are also under regular monitoring. The availability of adequate time series and reasonable spatial coverage can be deduced from the NDA report, scientific publications and the questionnaires, is regarded at a level appropriate to support assessment of environmental status in the country.

## References:

- European Environment Agency, 2006. Priority issues in the Mediterranean environment. Copenhagen, EEA. (EEA Report n° 4).
- Herut B. (2005). The role of desert/Sahara dust event as N and P supplier to the SE Mediterranean. In: "Atmospheric inputs of nitrogen and phosphorus to the South East Mediterranean: The role of desert/Sahara dust event as N and P supplier", UNEP(DEC)/MED WG.282/Inf.3, UNEP/MAP, Athens, 2005, 18pp
- Herut B., Krom M.D., Pan G., Mortimer R. (1999). Atmospheric input of nitrogen and phosphorus to the Southeast Mediterranean: Sources, fluxes, and possible impact. *Limnology and Oceanography*, 44(7): 1683-1692
- MED POL, 2009a. Eutrophication in the Mediterranean Sea: An assessment and roadmap for future action. UNEP/MAP, pp 107
- MED POL, 2009b. Hazardous substances in the Mediterranean. An assessment of the MEDPOL Database, UNEP/MAP pp 91
- MPI – Egypt, 2006. *Testing Procedure for the feasibility of the Marine Pollution Indicators in Egypt* (by Eng. Ahmed Abou Elseoud Ahmed), EIMP Project, April, 2006, 42pp
- MPI – Greece, 2006. *Report on testing of feasibility of MED POL marine pollution indicators in Greece* (by N. A. Streftaris). Hellenic Centre for Marine Research, June 2006, 50pp
- MPI – Lebanon, 2006. *Report on Testing Marine Pollution Indicators in the Mediterranean Region, LEBANON (co-ordin. Khaled NAKHLE)*. National Center for Marine Sciences, Batroun, 2006, 19pp.
- MPI – Syria, 2006. *Testing Marine Pollution Indicators in the Mediterranean Region, Syrian Coastal Area* (by Eng. Atef Deeb). Department of Water Pollution Control Ministry of Irrigation, Damascus – 2006, 22pp
- National Diagnostic Analysis Cyprus, 2003. UNEP/MAP, pp. 67.
- National Diagnostic Analysis Egypt, 2003. UNEP/MAP, pp. 48.
- National Diagnostic Analysis Greece, 2003. UNEP/ MAP, pp. 64.
- National Diagnostic Analysis Israel, 2003. UNEP/MAP, pp. 85.
- National Diagnostic Analysis Lebanon, 2003. UNEP/ MAP, pp. 127.
- National Diagnostic Analysis Syria, 2003. UNEP/MAP, pp. 37.
- National Diagnostic Analysis Turkey, 2003. UNEP/ MAP, pp. 67.
- SoHel ME, 2005. *State of the Hellenic Marine Environment* (E. Papatthanassiou & A. Zenetos (eds)), HCMR Publ., 360 pp
- UNEP/MAP 2007a Report On The State Of The Art Of Marine Pollution Indicators In Mediterranean Countries, UNEP/MAP, pp 51
- UNEP/MAP, 2007b. *First Draft – Eutrophication assessment for Mediterranean coastal waters*. Workshop on Eutrophication Assessment and Monitoring. Anavissos (Greece), 5-6 February 2007. UNEP/MAP, pp169
- UNEP/MAP-Plan Bleu, 2009. : State of the Environment and Development in the Mediterranean, UNEP/MAP-Plan Bleu, Athens, 2009
- Volpe G., Marullo S., Santoleri R., Vllucci V. & Ribera d'Alcala M., 2005. *Definition and assessment of regional Mediterranean Sea algorithm for surface chlorophyll*. MERSEAWP02- CNR-ISAC-STR-001, Marine EnviRonment and Security for the European Area - Integrated Project

**PRELIMINARY REPORT FOR ADRIATIC SEA**  
**Prepared by: Dr. Monika Peterlin**





## **1. Tasks to be undertaken according to ToR**

- co-ordinate, assist, guide and harmonize the inputs provided to MED,
- collate, revise and provide coherence to the inputs received,
- prepare and harmonize the assessments, identify gaps
- present the draft cluster assessments to MED POL and finalize them in accordance with comments by MED POL.
- follow the provided contents and structure.

## **2. Documents received**

- Overview and assessment of priority substances globally and regionally addressed and related Emission Limit Value. Background document. UNEP(DEPI)/MED WG. 328/Inf. 1. November 2008
- Hazardous substances in the Mediterranean. An assessment of the MEDPOL Database, October 2009
- Eutrophication in the Mediterranean Sea: An Assessment and roadmap for future action. October 2009.
- NDA for Albania
- NDA Bosnia and Herzegovina, 2003
- NDA for Croatia
- NAP for Italy (2005)
- NDA for Montenegro (outline)
- NDA for Slovenia, 2003 (missing annexes)

Many aspects of the proposed 'Draft annotated table of content'.are not covered by the documentation. All documentation was analysed with regards to content and geographical coverage of required topics. The analysis is presented in appendix 1 and 2. The availability of data collected from MEDPOL data is included in the analysis.

First findings with regards to available data, gaps and methods used are described based on chapters, 'marked' in the proposed 'Draft annotated table of content'.

Issues, which are not covered by received literature or other information sources, the case studies are proposed in order to outline the problem. For first chapters (2.1.and 2.2.) the information will be provided on Adriatic sea level.

## 2. First findings

The report includes only chapters, which were marked as relevant.

### I. Marine and coastal ecosystem status

#### 2.1 Topography, bathymetry and nature of seabed

Physical and chemical characteristics, which should include topography, bathymetry and nature of seabed with relevant maps can be prepared on the level of Adriatic basin, based on literature. These aspects are mostly not covered in the NDA reports.

#### 2.2 Spatial and temporal distribution of phi-chem parameters

Spatial and temporal distribution of salinity; annual and seasonal temperature regime; currents, air sea interaction, water masses, mixing, upwelling, turbidity, etc. can be prepared based on literature, using also maps from remote sensing. Details on horizontal and vertical distribution of salinity and temperature can be illustrated also by case studies. These aspects are mostly not covered in the NDA reports.

#### 2.3 Spatial and temporal distribution of nutrients, dissolved oxygen and pH

Spatial and temporal distribution of nutrients, dissolved oxygen and pH can be prepared based on MED POL database. Maps from remote sensing shall also be used.

EU Environmental Agency has prepared also maps on chl a and oxidized nitrogen.

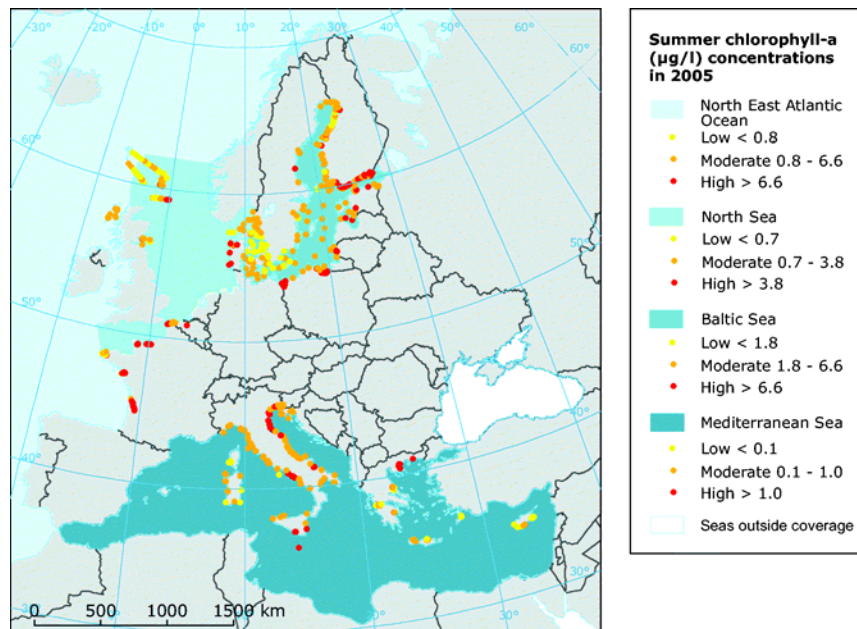


Fig.1 Example of a map on chl a concentration in 2005 produced by EEA for SoER2010

## 2.4 Sedimentology

Information on mineralogy of the coastal zone and the drainage basin, data on the sediment mineralogy and granulometry (grain size) of the sediments in the marine coastal environment and sedimentation rate.

Some of these aspects will be outlined based on scientific literature. These aspects are not covered in the NDA reports.

## II. Pressures and impacts (Note (1) Should cover cumulative and synergistic effects (2) Ecosystem goods and services to be included in the socio-economic assessment)

Currently the assessment, as outlined in the Annotated table of content, can be prepared based on MED POL database, using information from the last report on hazardous and priority substances (2008).

Additional information could be used from EEA with regards to trends in concentrations in biota of cadmium, lead, hcb, lindane, mercury and pcb7

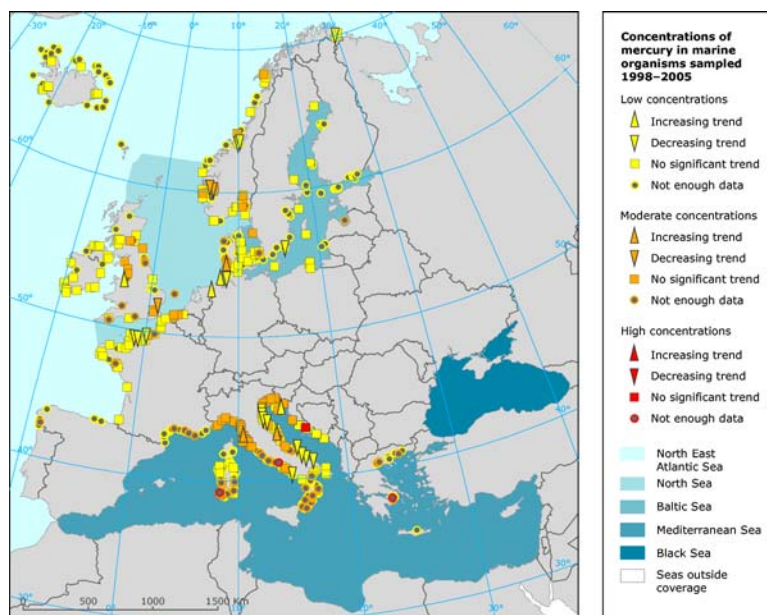


Fig.2 Example of a map on mercury concentrations produced by EEA for SoER2010

It does not look realistic to expect assessment of cumulative and synergistic effects of pollution as well as inclusion of ecosystem goods and services on subregional level until april 2010.

## 2. **Dumping activities (introduction of substances and impact)**

Information on Dumping will be based on MED POL relative data and reports.

Additional information will be collected from literature. The extent of detail will depend on availability of information in various articles.

The impact of dumping activities on the marine environment will be outlined based on available scientific literature. The extent of stress on the benthic ecosystem, Increased turbidity and reduction of light penetration, change of the textural characteristics of the seabed and introduction of toxic elements into the marine environment (dumping of dredged material from harbour with high content of toxic compounds, dumping of industrial by-products – phosphogypsum (Cd), ore mining sludges (Ni, Cr, etc.) will be outlined using case studies.

**3. Nutrient and organic matter enrichment. Inputs of fertilizers and other N-P rich substances (e.g. from point and diffuse sources including agriculture, aquaculture and atmospheric deposition). Inputs of organic matter (e.g. sewers, mariculture, riverine inputs)**

MED POL database will be used for this part.

Emissions from non-point sources of nutrients and organic matter (agriculture, rivers and cities runoff) are not addressed in all NDA reports. Data will be collected from other literature as much as possible.

Efforts will be made to collect some information for nutrient and organic substances emissions as well as on other impacts of mariculture (fish).

I am not aware of rivers with intermittent flow in Adriatic, so this issue will not be addressed.

**5. Physical disturbance**

**5.1 Effects from man-made structures and constructions on and off shore**

The extent of land reclamation will be abstracted from EEA report (The changing faces of EU). Impacts will be outlined based on relevant scientific literature, on general level.

5.2 Impacts on the seabed and situation changes (e.g. from fishing and boating activities, dredging material, outfalls, exploration and exploitation of living and non-living resources on the seabed and subsoil, marine erosion, etc.)

Coastal erosion areas will be abstracted from EEA report (The changing faces of EU). Other impacts will be outlined, if possible, on general level.

**5.3 Effects of underwater noise and marine litter**

Impacts of UW noise can be outlined on general level.

There is some information about litter pollution. Impacts can be outlined on general level.

## **6. Other interferences; on temperature (e.g. power plants); on salinity (e.g. in lagoons from constructions); desalination plants**

The following issues will not be addressed for Adriatic:

- salinity changes, because of river flow reduction
- desalination plants

Temporal temperature changes in areas under the influence of land based activities will be shown with a case study (Slovenia).

### **Some additional sources of information**

- [http://themes.eea.europa.eu/IMS/ISpecs/ISpecification20041007132008/IAssessment1204714151163/view\\_content](http://themes.eea.europa.eu/IMS/ISpecs/ISpecification20041007132008/IAssessment1204714151163/view_content)
- <http://maris.iaea.org/>
- <http://engineering.dartmouth.edu/adriatic/databanks/rivers/rivers.html>
- [http://www.absoluteastronomy.com/topics/List\\_of\\_islands\\_in\\_the\\_Adriatic](http://www.absoluteastronomy.com/topics/List_of_islands_in_the_Adriatic)

### **Some of the additional literature:**

Reports:

- Overview and assessment of priority substances globally and regionally addressed and related Emission Limit Value. Background document. UNEP(DEPI)/MED WG. 328/Inf. 1. November 2008
- Hazardous substances in the Mediterranean. An assessment of the MEDPOL Database, October 2009
- Eutrophication in the Mediterranean Sea: An Assessment and roadmap for future action. October 2009.
- UNEP/MAP-Plan Bleu: State of the Environment and Development in the Mediterranean, UNEP/MAP-Plan Bleu, Athens, 2009.
- Priority issues in the Mediterranean environment (revised version). EEA Report No 4/2006. European Environment Agency, 2006.
- The changing faces of Europe's coastal areas. EEA Report No 6/2006. European Environment Agency, 2006.

Other sci. literature

- Cushman-Roisin, B.; Gacic, M.; Poulain, P.-M.; Artegiani, A. (Eds.). Physical Oceanography of the Adriatic Sea - Past, Present and Future. 2002, 320 p.
- L. M. J. U. van Straaten. Holocene and late-Pleistocene sedimentation in the Adriatic Sea. Journal Geologische Rundschau. Issue Volume 60, Number 1 / November, 1970. Pages 106-131.
- Artegiani, D. Bregant, E. Paschini, N. Pinardi, F. Raicich, and A. Russo. The Adriatic Sea General Circulation. Part I: Air-Sea Interactions and Water Mass Structure. Journal of physical oceanography. 1997 American Meteorological Society. Pp. 1492- 1514.)
- V. Barale a; C. Schiller a; C. Villacastin a; R. Tacchi a The Adriatic Sea surface temperature historical record from Advanced Very High Resolution Radiometer data (1981-1999). International Journal of Remote Sensing, Volume 25, Issue 7 & 8 April 2004 , pages 1363 – 1370)

- De Lazzari , G. Rampazzo , and B. Pavoni; Geochemistry of sediments in the Northern and Central Adriatic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*; 2004; 59; 3; 429-440
- Bruno Pigorini. Sources and dispersion of recent sediments of the Adriatic Sea. *Marine Geology*; 1968; 6; 3; 187-192
- B Ogorelec, M Mišič and J Faganeli. Marine geology of the Gulf of Trieste (northern Adriatic): Sedimentological aspects; *Marine Geology*; 1991; 99; 1-2; 79-92
- M. Giani, D. Berto, F. Rampazzo. Origin of sedimentary organic matter in the north-western Adriatic. *Estuarine, coastal and shelf science*; eng; 2009; 84; 4; 573-583; Academic Press in association with the Estuarine and Brackish-water Sciences Association; London; New York;
- J.P.M. Syvitski, Altlert J Kettner. On the flux of water and sediment into the Northern Adriatic Sea. *Continental Shelf Research*; eng; [Print ed.]; 2007; 27; 3-4; 296-308; Pergamon Press; Oxford; New York;
- Dynamics of the oceanographic properties during mucilage...; Stefano Cozzi, Ingrid Ivan i , Giulio Catalano, Tamara Djakovac, Danilo Degobbis; V: *Journal of marine systems*; eng; 2004; 50; 3-4; 223-241; Elsevier; New York; 0924- 7963;
- Recent evolution of sea-level extremes at Trieste (Northern Adriatic); Fabio Raicich; V: *Continental Shelf Research*; eng; [Print ed.]; 2003; 23; 3-4; 225-235; Pergamon Press; Oxford; New York; 0278-4343;
- 150 years of eutrophication in the northern Adriatic Sea: Evidence from a benthic foraminiferal record; Barmawidjaja D. M.; van der Zwaan G.J.1; Jorissen F.J.; Puskaric S.; V: *Marine Geology*; 1995; 122; 4; 367-384
- Roberta Guerra, Andrea Pasterisa and Massimo Pontia. Impacts of maintenance channel dredging in a northern Adriatic coastal lagoon. I: Effects on sediment. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. Volume 85, Issue 1, 30 October 2009, Pages 134-142
- M. Ponti, G. Vasi, A. Pasteris, R. Guerra, M. Abbiati. Impact of dredging on macrobenthic assemblages in a northern Adriatic coastal lagoon. *Biol. Mar. Mediterr.* (2008), 15 (1): 126-129
- David L. Wheeler. Land Reclamation in the Po River Delta of Italy. *Land Economics*, Vol. 41, No. 4 (Nov., 1965), pp. 376-382. (<http://www.jstor.org/stable/3144673>)
- Paolo Breber, Ramūnas Povilanskas and Aušrinė Armaitienė. Recent evolution of fishery and land reclamation in Curonian and Lesina lagoons. *Journal Hydrobiologia*. Issue Volume 611, Number 1 / October, 2008. Pages 105-114
- L. Tosi, P. Teatini, T. Strozzi, L. Carbognin, G. Brancolini & F. Pizzetto. Present ground surface dynamics in the North Adriatic coastland. *Rendiconti online Soc. Geol. It.*, Vol. 2 (2008), 1-3.
- Pavletić , L., Holjević , D., Grbčić -Čapkanov, J., Petrović , G. Condition of land reclamation systems in the reclamation areas of the North Adriatic catchments. *Hrvatske vode, Vodnogospodarski odjel za vodno područje primorsko-istarskih slivova*.
- J. R. Thompson and R. J. Flower. Environmental science and management of coastal lagoons in the Southern Mediterranean Region: key issues revealed by the MELMARINA Project. *Journal Hydrobiologia*. Issue Volume 622, Number 1 / April, 2009. Pages 221-232
- Cristina Munaria, Umberto Tessarib, Remigio Rossia and Michele Mistrìa. The ecological status of Karavasta Lagoon (Albania): Closing the stable door before the horse has bolted?. *Marine Environmental Research*. Volume 69, Issue 1, February 2010, Pages 10-17

## Appendix 1 – Geographical coverage of data and information from received national reports

		Geographical coverage - data and information from received national reports					
		Italy	Slovenia	Croatia	Bosnia	Montenegro	Albania
<b>I. Marine and coastal ecosystem status</b>							
	<b>Report title</b>	NAP for Italy, 2005	NDA for Slovenia, 2003	NDA for Croatia	NDA Bosnia and Herzegovina, 2003	NDA Montenegro - outline	NDA for Albania, 2003
<b>1. Introduction</b>			yes	yes	yes		yes
<b>2. Physical and chemical characteristics</b>							
<b>2.1 Topography, bathymetry and nature of seabed</b>							
	Maps of the coastal zone with depths	no	no	no	no	no	no
	Maps of the basin seabed	no	no	no	no	no	no
	Information on the nature of the above seabed	no	no	no	no	no	no
<b>2.2 Spatial and temporal (all available data but at least 5 years) distribution of salinity; annual and seasonal temperature regime; currents, air sea interaction, water masses, mixing, upwelling, turbidity, etc</b>							
	Salinity and temperature	no	general description	case study	no	no	no
	Current measurements	no	general description	no	general description	no	no
	Precipitation (quantity) in the coastal zone	no	yes	no	no	no	no
	Water masses circulation	no	general description	no	no	no	no
	Turbidity, especially near river mouths or outfalls	no	general outline	no	no	no	no
<b>2.3 Spatial and temporal (all available data but at least 5 years) distribution of nutrients (dissolved inorganic nitrogen and phosphorus, total nitrogen and phosphorus), dissolved oxygen and pH</b>			no (will be included based on national monitoring report)	classification (several case studies)	yes (riverine inputs)		yes (case study)

## Geographical coverage - data and information from received national reports

	Italy	Slovenia	Croatia	Bosnia	Montenegro	Albania
Nutrients, chl-a, and DO data						
<b>2.3 Sedimentology</b>						
mineralogy of the coastal zone	no	no	no	no	no	no
sediment mineralogy and granulometry	no	no	no	no	no	no
sedimentation rate	no	no	no	no	no	no
<b>2.3 General description of the catchment area in relation to the analysis</b>	no	yes	yes	yes	no	yes
<b>3. Biological characteristics (Not included here)</b>						
<b>4. Habitat types (Not included here)</b>						
<b>II. Pressures and impacts</b>						
<b>1. Contamination by hazardous substances</b>		yes, general overview	yes, general overview	yes, general overview of emissions	yes, general overview of some emissions	yes, general overview
biomagnification	no	no	no	no	no	no
heavy metals	no		emissions + state	yes, general overview of emissions	no	no
halogenated and petroleum hydrocarbons	no		yes, state	yes, general overview of emissions	no	no
antifoulants	no				no	no
chemicals and pharmaceuticals	no		yes, state		no	no
radionuclides	no	no (no registered emissions)	no (no registered emissions)	no (no registered emissions)	no	no (no registered emissions)



## Geographical coverage - data and information from received national reports

	Italy	Slovenia	Croatia	Bosnia	Montenegro	Albania
<b>2. Dumping activities (introduction of substances and impact)</b>						
Dredging of ports and waterways	no	general overview	general overview	no	no	no
Public works construction	no	no	general overview	no	no	no
Stress on the benthic ecosystem	no	general overview	general overview	no	no	no
Increased turbidity and reduction of light penetration	no	no (will be included based on national monitoring report)	no	no	no	no
change of the textural characteristics of the seabed	no	no	no	no	no	no
introduction of toxic elements into the marine environment (dumping of dredged material from harbour with high content of toxic compounds, dumping of industrial by-products – phoshogypsum (Cd), ore mining sludges (Ni, Cr, etc.)	no	nota applicable	no	no	no	no
<b>3. Nutrient and organic matter enrichment. Inputs of fertilizers and other N-P rich substances (e.g. from point and diffuse sources including agriculture, aquaculture and atmospheric deposition). Inputs of organic matter (e.g. sewers, mariculture, riverin</b>						
point sources emssions	no	yes	yes	yes	yes, sewage	yes
non-pioint sources pollution	no	no	no	no	no	no
mariculture	no	general	yes (case study)	no	no	no
<b>4. Biological disturbance (Not included here)</b>						
<b>5. Physical disturbance</b>						
Effects from man-made structures and constructions on and off shore	no	general	general overview	general overview	no	no

### Geographical coverage - data and information from received national reports

	Italy	Slovenia	Croatia	Bosnia	Montenegro	Albania
Impacts on the seabed and situation changes (e.g. from fishing and boating activities, dredging material, outfalls, exploration and exploitation of living and non-living resources on the seabed and subsoil, marine erosion, etc.)	no	no	no	no	no	no
Effects of underwater noise and marine litter	no	no	no	no	no	no
<b>6. Other interferences; on temperature (e.g. power plants); on salinity (e.g. in lagoons from constructions); desalination plants</b>	no	nota applicable	no	no	no	no

## Appendix 2 – Geographical coverage of the assessment components based on national reports and other literature

		Geographical coverage					
		Regional (general)	Italy	Slovenia	Croatia	Bosnia	Montenegro
<b>I. Marine and coastal ecosystem status</b>							
<b>1. Introduction</b>							
<b>2. Physical and chemical characteristics</b>							
<b>2.1 Topography, bathymetry and nature of seabed</b>							
	General, for <u>entire Adriatic basin</u> , data from scientific literature						
Maps of the coastal zone with depths	Adriatic level	X					
Maps of the Mediterranean basin seabed	Adriatic level	X					
Information on the nature of the above seabed	?	X					
<b>2.2 Spatial and temporal (all available data but at least 5 years) distribution of salinity; annual and seasonal temperature regime; currents, air sea interaction, water masses, mixing, upwelling, turbidity, etc</b>							
	General, for <u>entire Adriatic basin</u> , data from scientific literature						
Salinity and temperature	Adriatic level - maps from remote sensing	X					
Current measurements	General, for entire Adriatic basin, data from scientific literature	X					
Precipitation (quantity) in the coastal zone	General, for entire Adriatic basin, data from scientific literature	X					
Water masses circulation	General, for entire Adriatic basin, data from scientific literature	X					
Turbidity, especially near river mouths or outfalls	?	X					
							<b>Case - temperature trends 1957-2007</b>

		Geographical coverage						
		Regional (general)	Italy	Slovenia	Croatia	Bosnia	Montenegro	Albania
2.3	Spatial and temporal (all available data but at least 5 years) distribution of nutrients (dissolved inorganic nitrogen and phosphorus, total nitrogen and phosphorus), dissolved oxygen and pH							
	Nutrients, chl-a, and DO data		X	X	X	X	X	X
2.3	Sedimentology	X						
	mineralogy of the coastal zone							
	sediment mineralogy and granulometry							
	sedimentation rate		X	X	X			
2.3	General description of the catchment area in relation to the analysis							
<b>II. Pressures and impacts</b>								
1.	Contamination (including biomagnification) by hazardous substances (includes heavy metals, halogenated and petroleum hydrocarbons, antifoulants, chemicals and pharmaceuticals, etc. from all sources as well as radionuclides)		X	X	X	X	X	X
2.	Dumping activities (introduction of substances and impact)							
	Dredging of ports and waterways							
	Public works construction							

		Geographical coverage						
		Regional (general)	Italy	Slovenia	Croatia	Bosnia	Montenegro	Albania
Stress on the benthic ecosystem Increased turbidity and reduction of light penetration change of the textural characteristics of the seabed introduction of toxic elements into the marine environment (dumping of dredged material from harbour with high content of toxic compounds, dumping of industrial by-products – phoshogypsum (Cd), ore mining sludges (Ni, Cr, etc.)	Literature review data on transparency (MEDPOL database?)			X				
	No data							
<b>3. Nutrient and organic matter enrichment. Inputs of fertilizers and other N-P rich substances (e.g. from point and diffuse sources including agriculture, aquaculture and atmospheric deposition). Inputs of organic matter (e.g. sewers, mariculture, riverine inputs)</b>	A. Cruzado. Eutrophication in the Mediterranean sea: An assessment and roadmap for future action. Blanes, 2009. (Adriatic - only data from Albania and Slovenia are included ) ; additional information EEA indicators on chl a and oxidized nitrogen (includes Italy);			x (possible trend analysis 1998-2005				
	point sources emssions non-pioint sources pollution mariculture	MED POL database? General, case studies from scientific literature General, case studies from scientific literature	X literature		literature	literature	literature	X
<b>5. Physical disturbance</b> Effects from man-made structures and constructions on and off shore Impacts on the seabed and situation changes (e.g. from fishing and boating activities, dredging material, outfalls, exploration and exploitation of living and non-living resources on the seabed and subsoil, marine erosion, etc.) Effects of underwater noise and marine litter	No data, literature review							
	No data, literature review							
	Literature review							

		<b>Geographical coverage</b>						
		<b>Regional (general)</b>	<b>Italy</b>	<b>Slovenia</b>	<b>Croatia</b>	<b>Bosnia</b>	<b>Montenegro</b>	<b>Albania</b>
<b>6. Other interferences; on temperature (e.g. power plants); on salinity (e.g. in lagoons from constructions); desalination plants</b>	NA for Adriatic							