

Intervenants: Olivier RADAKOVITCH & Karine DESBOEUF

IRSN/Univ Aix-Marseille

LISA, Univ PARIS

Co-auteurs: Jacek TRONCZYNSKI, Jean-Claude DUTAY, Marc MALLET,
Cécile GUIEU, Daniela BANARU, Marc TEDETTI, Chrystelle BANCON-MONTIGNY

Apports des programmes: **MERMEX, CHARMEX, SICMED**

Action transverse **POLLUTION & CONTAMINANTS**

Pourquoi la Méditerranée est vulnérable à la pollution chimique ?



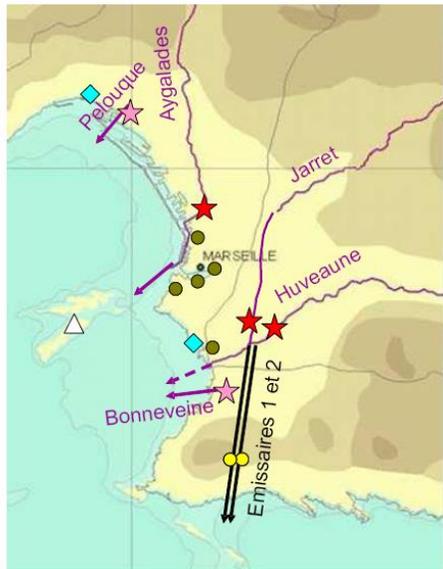
- **Nombreuses activités humaines** des 21 pays limitrophes: urbanisation, agriculture, tourisme, industrie, transport maritime, aquaculture, pêche.
- **Mer semi-fermée** à volume restreint → Court temps de résidence des eaux (< 100 ans) et faible capacité de dilution.
- **Circulation thermohaline** rapide favorisant une large répartition côte/large et surface/fond.
- **Apports atmosphériques de sources variées.**
- **Evènements intenses et extrêmes** jouant sur les apports continentaux et leur redistribution: crues, tempêtes, plongées eaux denses, poussières...
- **Fort ensoleillement** induisant une réactivité photochimique élevée (photoproduits polluants: ozone troposphérique, particules fines, nitro-HAPs).
- **Mer/habitats (ultra)oligotrophes** favorisant l'assimilation des contaminants par le biota.

Approche MISTRALS

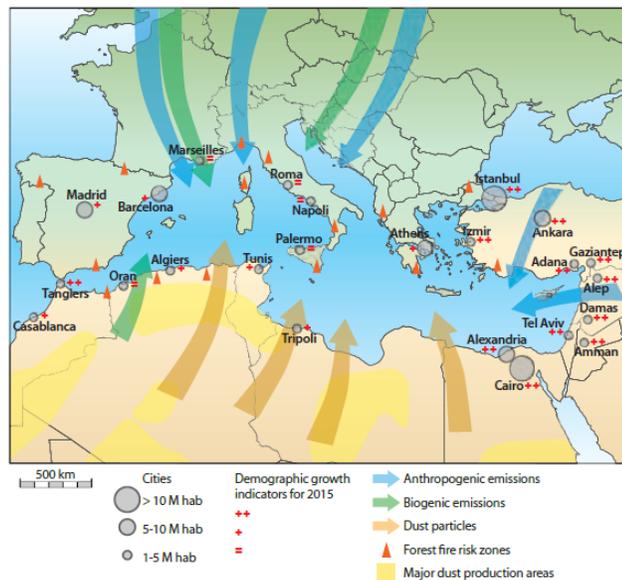


Objectifs: Mieux connaître les sources de contaminants
 Contraindre les apports, les stocks et les flux
 Caractériser les processus de transferts au sein des milieux et des organismes
 Développer la modélisation pour quantifier les processus et les projections futures

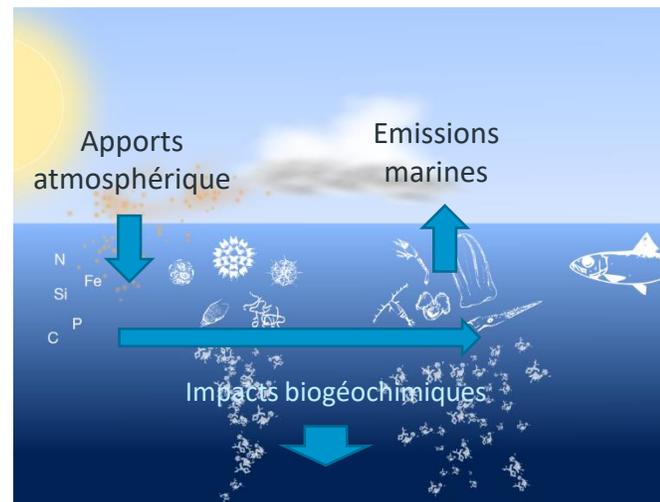
Interface terre-mer



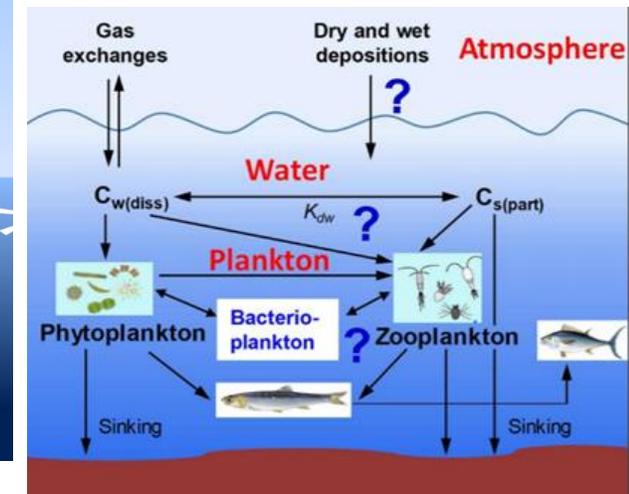
Pollution atmosphérique et santé



Interface air-mer



Réseaux trophiques: Premiers maillons et ressources biologiques



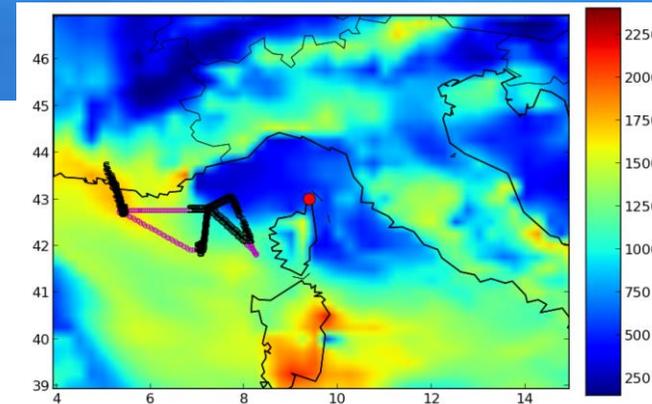
Comment Mistrals a abordé l'étude du cycle des contaminants?



1) Suivis d'évènements extrêmes et intenses

2) Observations décennales sur zones représentatives

3) Etudes des gradients géographiques et des interfaces à fort gradient

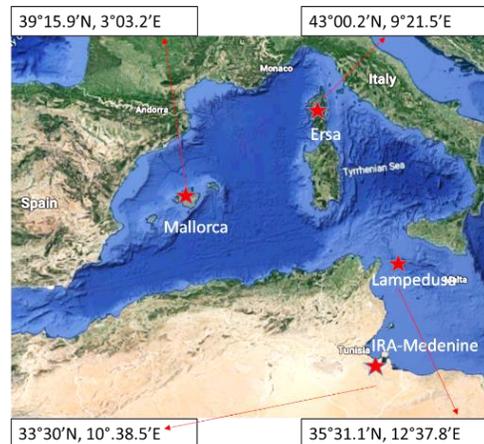


Trajectoire de vol dans un panache continental (ADRIMED)

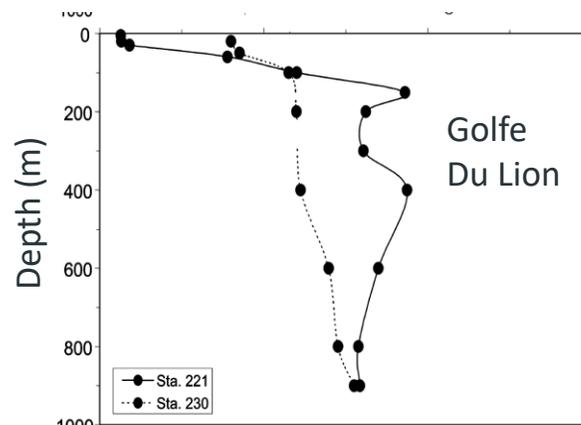
Nord/sud, ouest/est, surface/profondeur

eau/plancton, air/mer

Réseau de mesure DEMO de dépôt atmosphérique

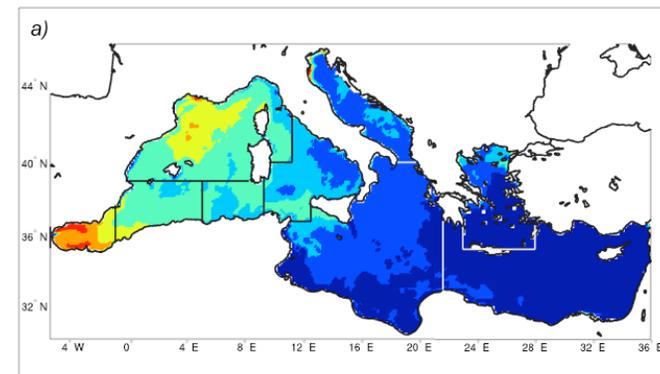


Concentrations MeHg (pg/L)



Cossa et al 2012

Chl.a surface annuelle



Lazzari et al 2012

Trajets des campagnes en mer HIPPOCAMPE



PEACETIME

Stratégie scientifique et développements



Campagnes
et suivis
terrain

Expérimentation
laboratoire



Analyses



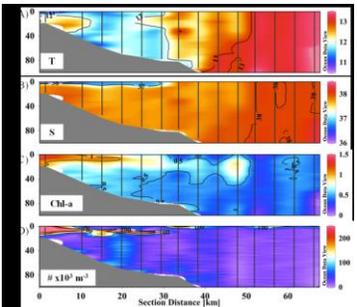
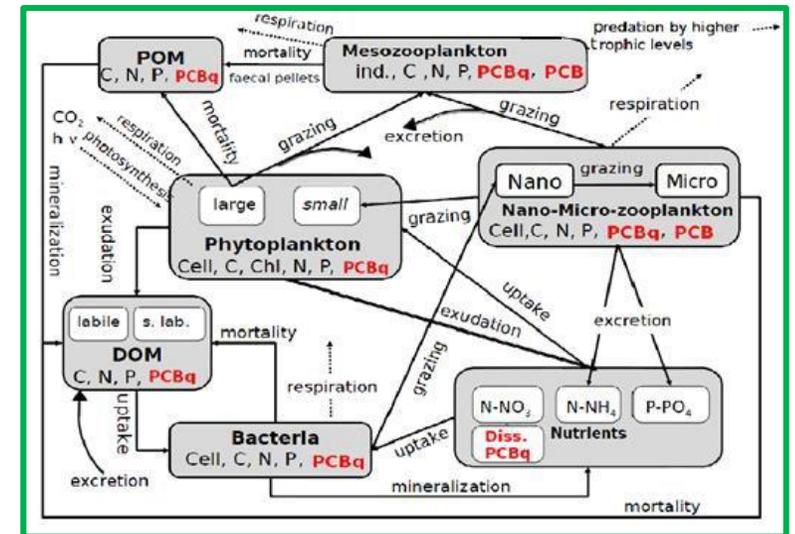
Traitement données

Modélisation
(modèles couplés)

Laboratoires analyses de traces et salles blanches



Modèle couplé MARS3D/Eco3M/PCB



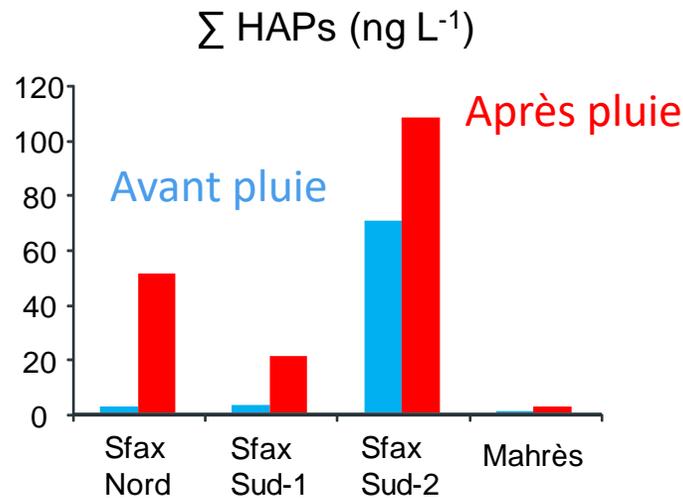
Acquis 1: rôle majeur des évènements intenses sur les apports en zone côtière



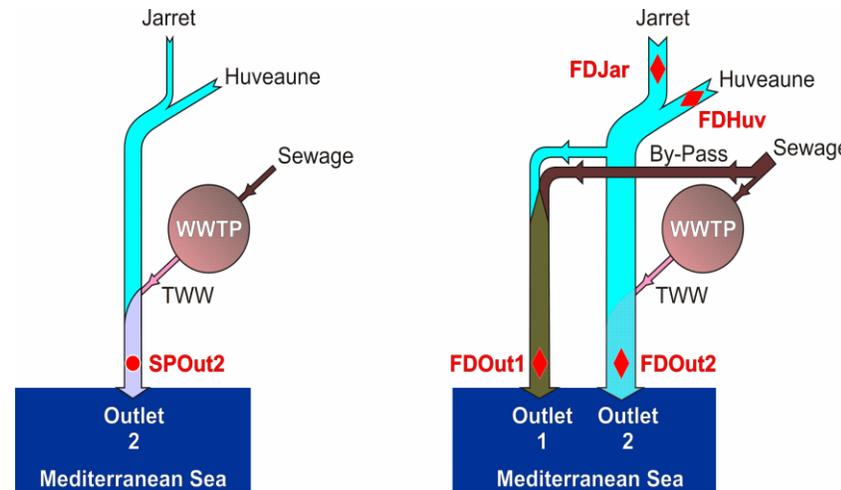
Fortes pluies, crues, ruissellement urbain, ... ont un rôle majeur dans les apports de contaminants continentaux, en termes de flux et de formes des polluants.

Ces évènements doivent être considérés pour toute planification de gestion.

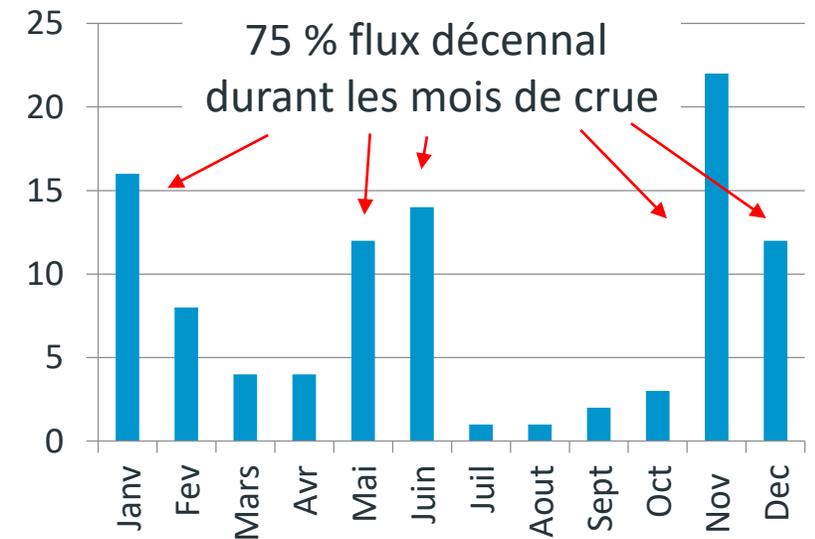
Impact des pluies sur les concentrations en hydrocarbures dans la zone côtière du golfe de Gabès



Apports rivières vs station épuration
Baie de Marseille
→ Différence de flux et de comportements



Proportion mensuelle flux polluants particulière Rhône 2008-2018
Métaux, PCB, HAP, pesticides

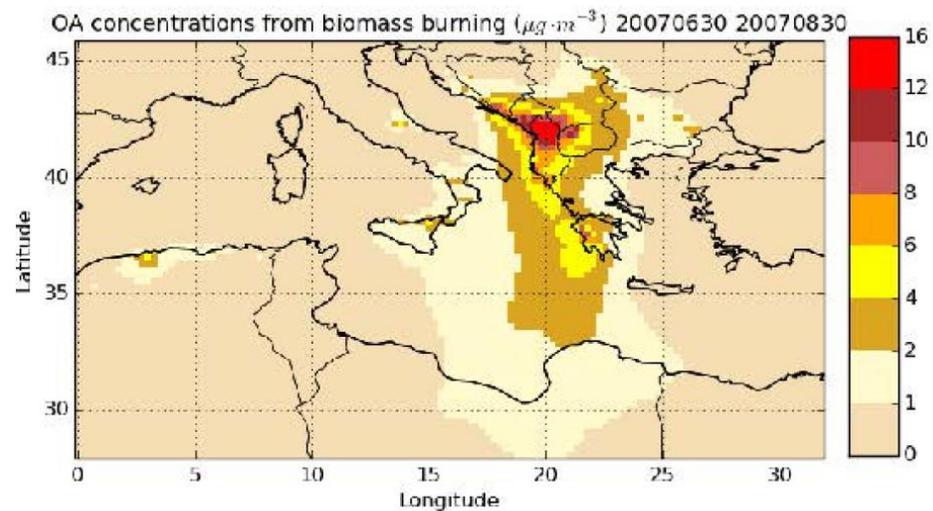


Acquis 2: rôle des évènements intenses sur le transfert vers les zones hauturières



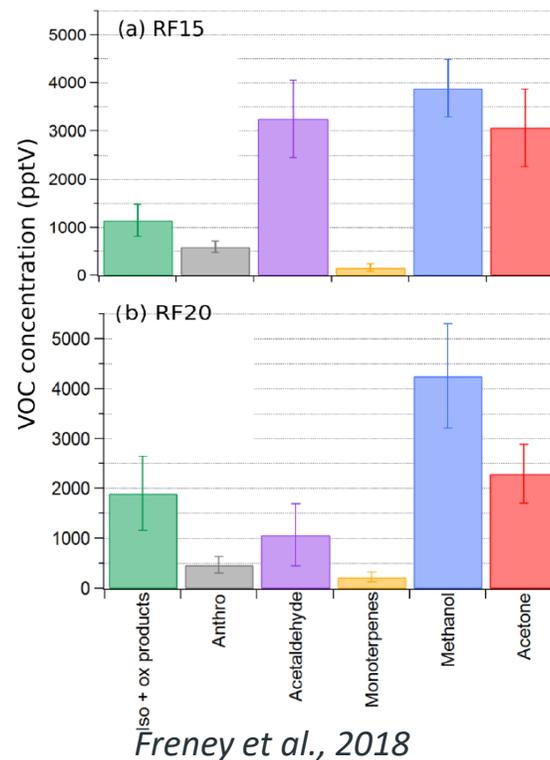
Tempêtes, cascading, plongées d'eaux denses, évènements atmosphériques, feux de forêts jouent sur le transfert et le stockage des contaminants vers les zones hauturières et profondes. **Ils doivent être appréhendés par des observations in-situ et de la modélisation pour définir leur influence.**

Impact des feux de forêt sur les concentrations en aérosols organiques secondaires



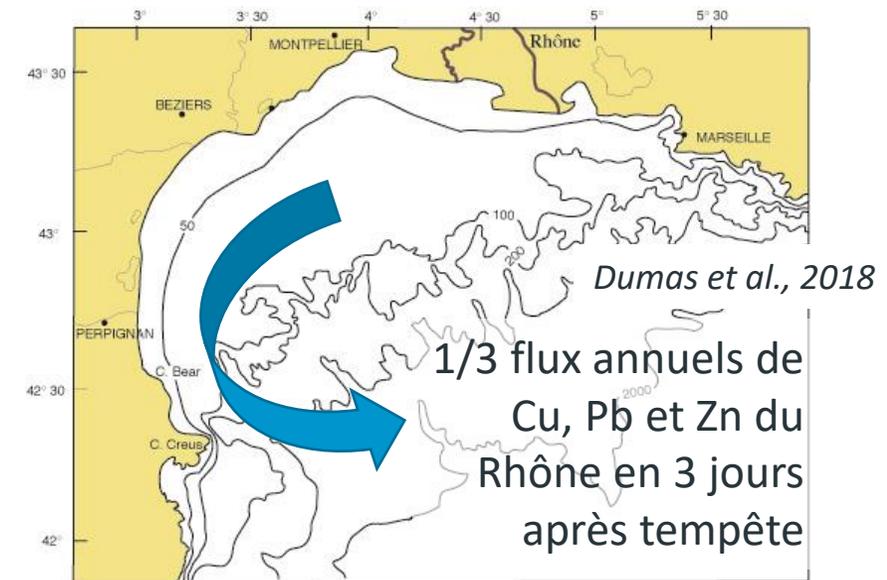
Majdi et al., 2019

Hydrocarbure gazeux émis dans des panaches de feux



Frenay et al., 2018

Transport de contaminants particulaires au large par cascading



Dumas et al., 2018

→ Transfert de PCB, DDT, CBz, PBDE

Salvado et al., 2012 & 2013

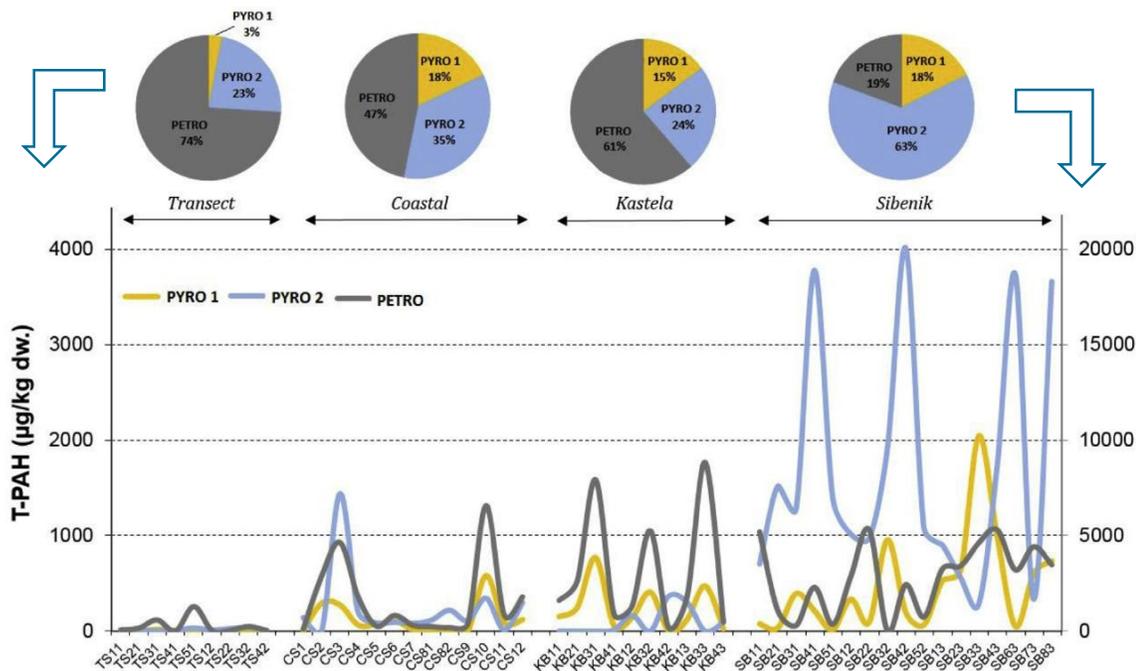
Acquis 3: une plus grande capacité à préciser les sources sur lesquelles agir pour réduire les apports



Les développements techniques, analytiques et mathématiques permettent de mieux préciser les origines de contaminants historiques ou émergents.

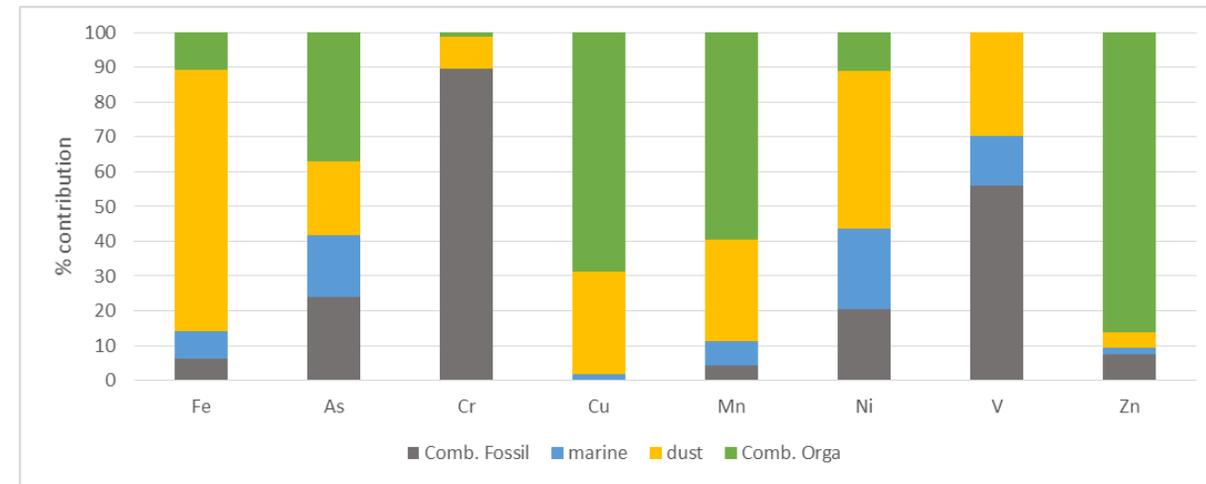
Certains pourraient désormais être pris en compte pour l'opérationnel.

Hydrocarbures aromatiques polycycliques dans les sédiments :
3 sources anthropiques (combustion et pétrolière)



Mandic et al (2018)

Métaux dans les dépôts atmosphériques à Calvi:
 → 2 sources anthropiques (combustion bois et fossile)
 → 2 sources naturelles (poussières désertiques/marin)



Suivi sur 3.5 ans

Acquis 4: une meilleure connaissance de la contamination des réseaux pélagiques supérieurs



La compréhension de processus de transfert jusqu'aux ressources marines s'est améliorée.

Elle peut permettre une modélisation, aider à améliorer les seuils d'indicateurs écologiques et mieux discuter les réglementations sanitaires et l'acceptabilité sociale.



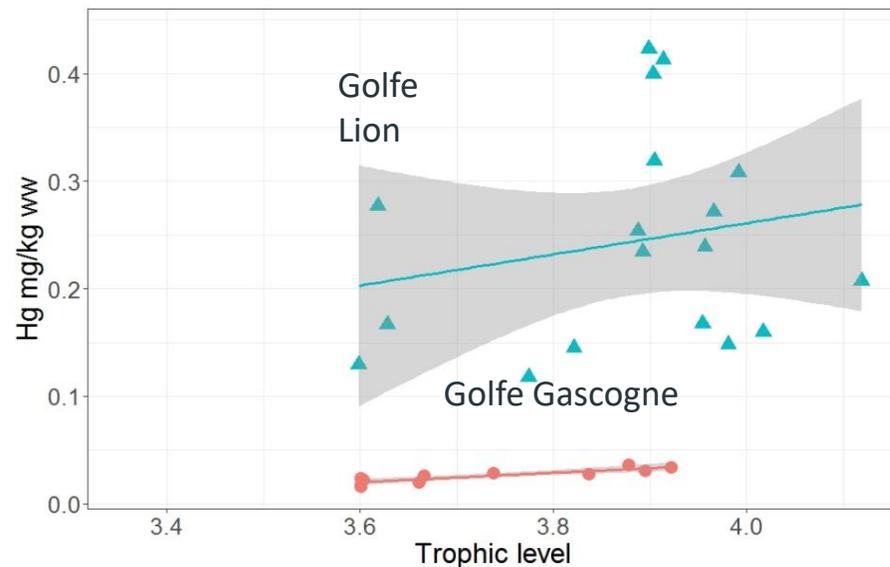
Merlu

Différences de teneurs en Hg en Méditerranée et Atlantique

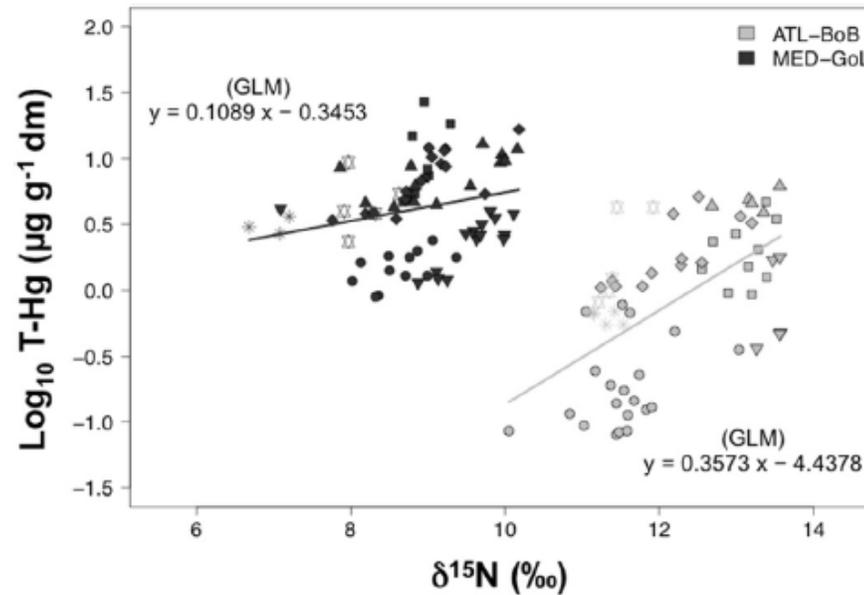
Poissons et crustacés

L'oligotrophie de la Méditerranée favorise de plus fortes teneurs en Hg par :

- Plus de MeHg disponible dans les profondeurs d'habitats.
- Bioconcentration efficace dans le phytoplancton.
- Taux de croissance plus faible des organisme supérieurs.



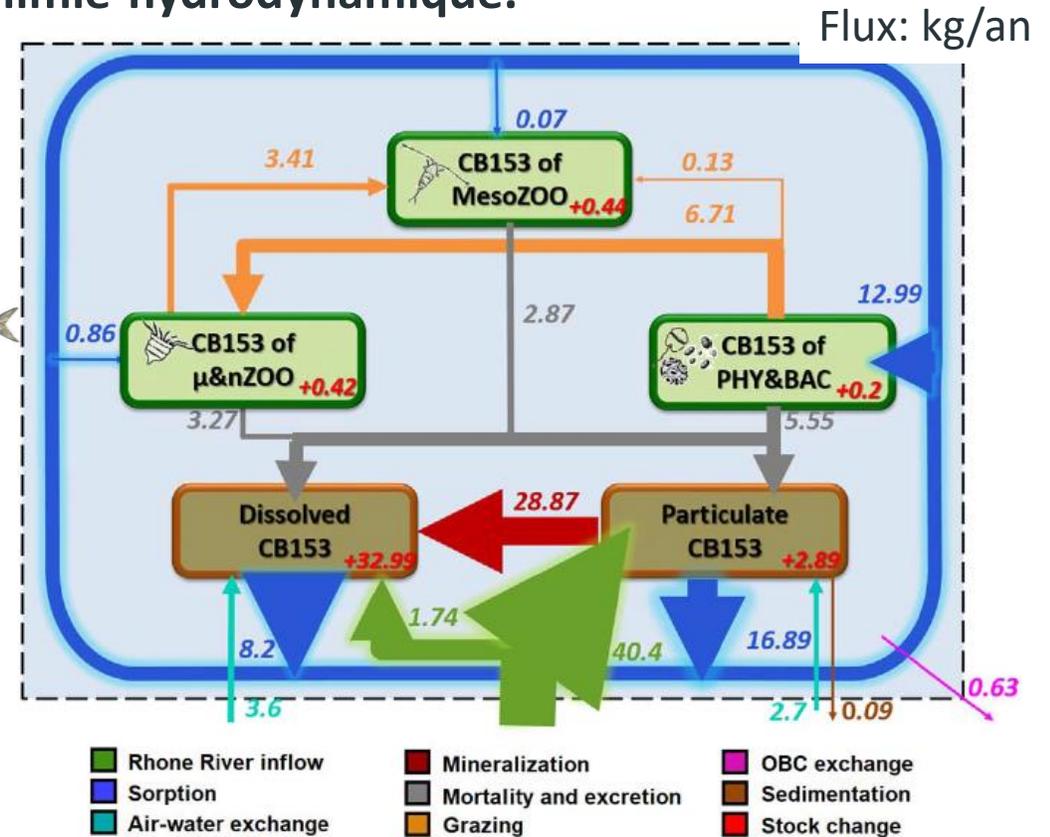
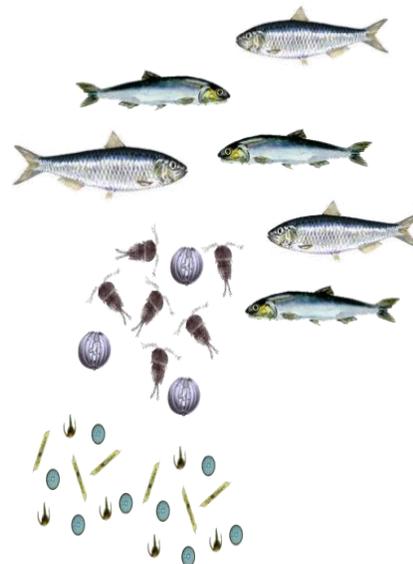
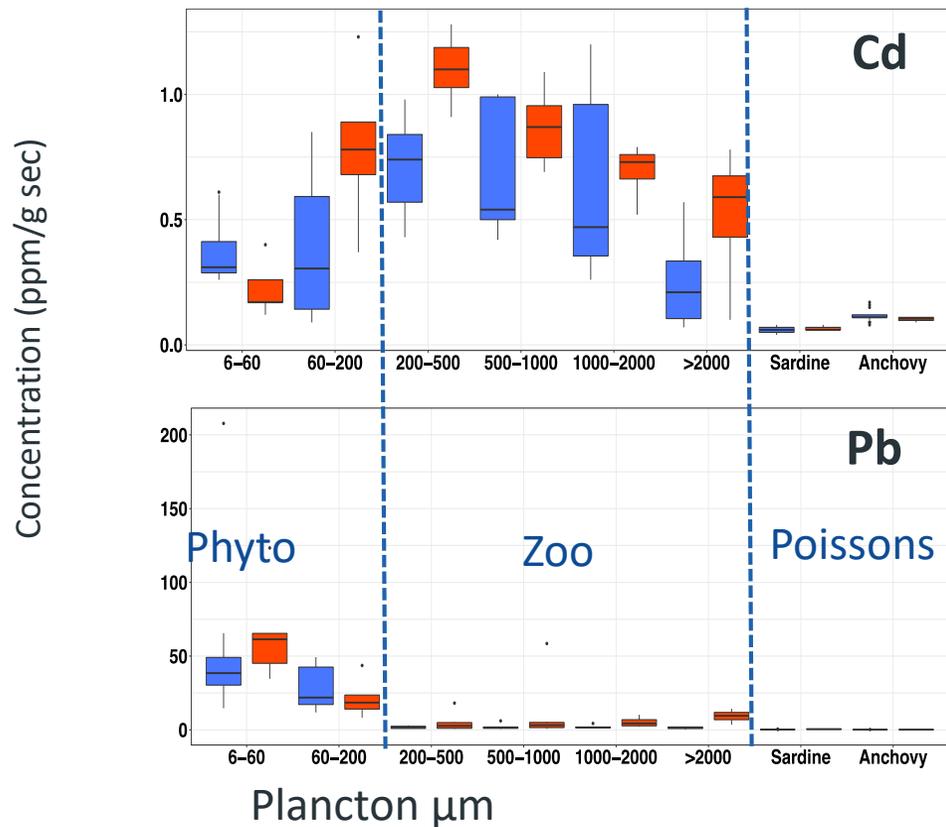
Cossa et al 2012



Chouvelon et al 2018

Acquis 5: le rôle des premiers maillons trophiques revisité

Les premiers maillons trophiques (bactéries & phytoplancton) ont un rôle important comme « pompe biologique » de contaminants. Ils devraient être mieux suivis, ce qui implique des développements méthodologiques et une approche multiparamètres: biologie-chimie-hydrodynamique.

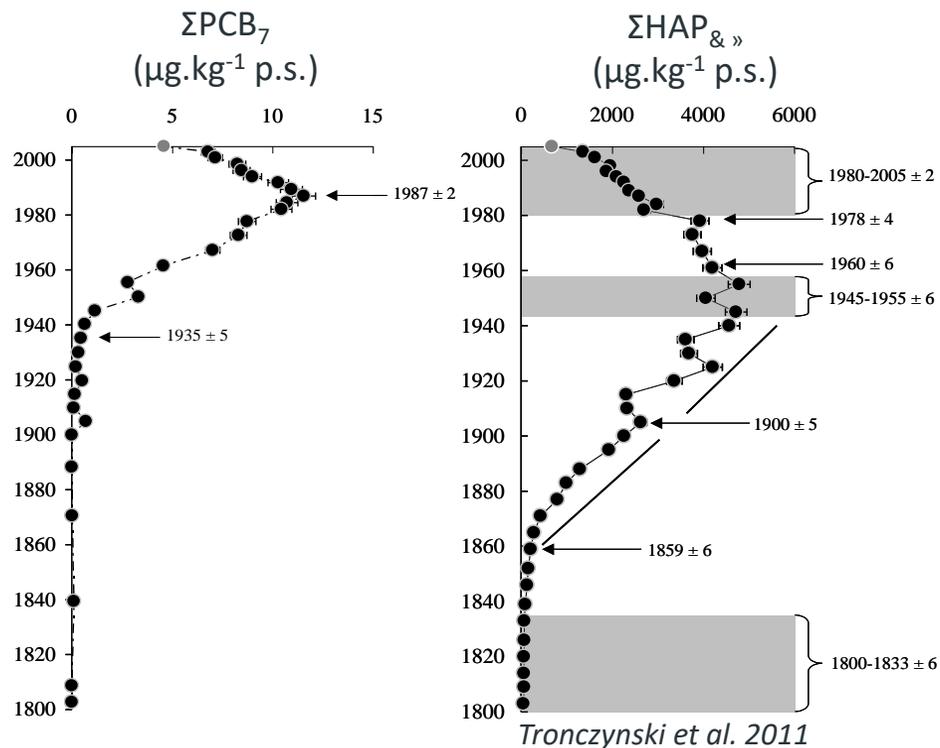


Acquis 6: une vision long terme des effets des réglementations

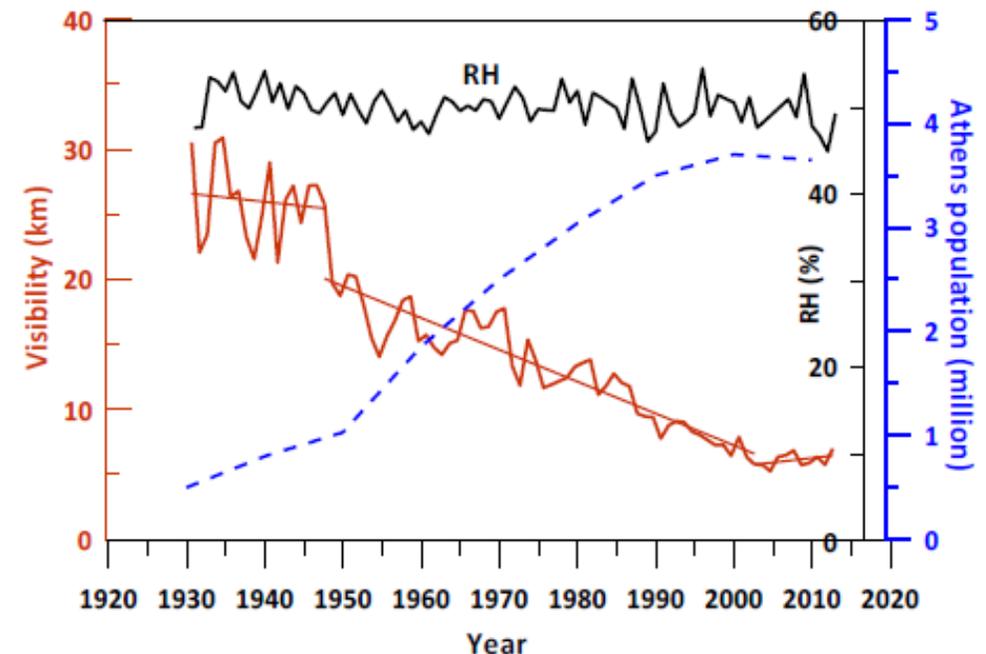
La qualité de l'air et des eaux en Méditerranée est meilleure qu'il y a une vingtaine d'années, et les efforts de réglementation agissent concrètement sur la diminution des teneurs.

Mais la persistance de certains polluants, l'apparition d'émergents et les différentes voies de transferts requièrent toujours de suivre ces tendances.

Sédiments – Etang de Thau



Suivi de la visibilité entre 1931 et 2013 à Athènes



Founda et al. 2016

- **Les évènements intenses** ont un rôle majeur sur le transfert de contaminants et ce à différentes échelles.
- **L'effet « pompe biologique »** de contaminants des tous premiers maillons de la chaîne trophique (bactéries, phytoplancton) est important dans cette mer oligotrophe.
- Il y a une **amélioration notable des polluants atmosphériques** réglementés, mais il reste localement des zones fortement polluées en cas de défaut de réglementation.
- Dans l'atmosphère comme en mer, les **gradients de pollution** sont très marqués entre les points sources près des côtes et les zones hauturières (et profondes). **Mais la signature anthropique est visible partout.**
- Le travail de **transcription en appui aux politiques publiques environnementales** reste à réaliser.