

Bioaccumulation des contaminants organiques hydrophobes dans les réseaux trophiques du Golfe du Lion

**Rapport d'étape : Suivi SOMLIT : analyses chimiques, spéciation,
communautés phyto et zooplanctoniques**

Jacek TRONCZYNSKI¹, Marion TIANO^{1,2}, Olivier RADAKOVITCH³, Céline TIXIER¹,
Cédric BACHER¹, François CARLOTTI², Véronique CORNET-BARTHAUX², Mireille
HARMELIN-VIVIEN², Véronique LOIZEAU¹, Jean Louis GONZALEZ¹, Bernard
QUEGUINER², Jean François CHIFFOLEAU¹, Catherine MUNSCHY¹, Bénédicte
THOUVENIN¹, Alain VERON³

¹IFREMER / Unité Biogéochimie et Ecotoxicologie - Laboratoires LBCO et LBCM, Unité de
l'Environnement Côtier (DYNECO) - Laboratoire PHYSED

²Université de la Méditerranée - OSU/COM- LOPB (Laboratoire d'Océanographie Physique et
Biogéochimique, UMR 6535) et DIMAR (Diversité, évolution et écologie fonctionnelle marine, UMR
6540)

³CEREGE est une UMR (6635) CNRS-Univ Aix-Marseille-IRD-Collège de France

⁴IRD Centre de Recherche Halieutique Méditerranéenne et Tropicale (CRH); UMR 212 -
Écosystèmes Marins Exploités (EME)

Février 2012

Avec les partenaires :



Programme
national
EC2CO
Insu

Contexte de programmation et de réalisation

La Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM) conduit à mettre en place des projets de recherche pour approfondir les connaissances sur l'état du milieu marin en reconnaissant le caractère dynamique des écosystèmes, leur variabilité naturelle et le rôle des pressions et impacts auxquels ils sont soumis. C'est l'une des motivations du projet COSTAS (« COntaminants dans le Système Trophique : phytoplancton, zooplancton, Anchois, Sardine »), réalisé avec un appui financier du programme CES (Contaminants Ecosystème Santé) de l'ANR, de l'ONEMA ainsi que du programme national EC2CO/Pnec (Insu). Ce projet vise à comprendre et modéliser l'entrée et le devenir des contaminants chimiques (organiques et métalliques) depuis les premiers maillons de la chaîne trophique (eau, particules, phytoplancton et zooplancton) jusqu'aux petits poissons pélagiques (anchois et sardines) du Golfe du Lion (GdL). Le GdL est en effet une zone géographique clairement identifiée comme étant l'objet de pressions anthropiques pouvant amener une détérioration de ses fonctionnalités et engendrer des risques sanitaires. Les résultats attendus du projet conduiront ainsi à évaluer l'état écologique du point de vue de la contamination chimique dans cette zone côtière, en prenant en compte les aspects fonctionnels de l'écosystème (chaîne trophique).

Les auteurs

Jacek Tronczyński suppléant Catherine Munschy
responsable scientifique
jtronczy@ifremer.fr et cmunschy@ifremer.fr
Ifremer, rue de l'Île d'Yeu, 44311 Nantes

Les correspondants

Onema : Olivier Perceval, olivier.perceval@onema.fr; Pierre-François Staub, pierre-francois.staub@onema.fr

Partenaire : Jacek Tronczyński, Ifremer-Nantes, jtronczy@ifremer.fr

Référence du document :

Droits d'usage :	<i>Accès restreint : utilisation des données communiquées dans ce rapport à des fins de publication proscrite sans autorisation préalable des auteurs</i>
Couverture géographique :	Golfe du Lion
Niveau géographique:	Régional
Niveau de lecture:	professionnels, experts
Nature de la ressource:	Document, tableau de données, couche information géographique

Bioaccumulation des contaminants organiques hydrophobes dans les réseaux trophiques du Golfe du Lion

RAPPORT D'ETAPE

Jacek TRONCZYNSKI¹, Marion TIANO^{1,2}, Olivier RADA KOVITCH³, Céline TIXIER¹, Cédric BACHER¹, François CARLOTTI², Véronique CORNET-BARTHAUX², Mireille HARMELIN-VIVIEN², Véronique LOIZEAU¹, Jean Louis GONZALEZ¹, Bernard QUEGUINER², Jean François CHIFFOLEAU¹, Catherine MUNSCHY¹, Bénédicte THOUVENIN¹, Alain VERON³

Résumé

Dans le cadre du projet COSTAS nous avons pu réaliser avec succès, grâce à la mise en place de moyens humains et matériels considérables, diverses opérations à la mer incluant des campagnes océanographiques sur des navires côtiers, un suivi d'une station fixe, ainsi que la collecte d'échantillons d'anchois et de sardine. On reconnaît volontiers l'apport essentiel des deux campagnes pilotes (COSTEAU 1 et 2) qui ont grandement contribué à l'élaboration des protocoles méthodologiques de COSTAS. La mise en place du modèle couplé MARS/Eco3M, et du modèle DEB anchois dans le Golfe du Lion, et l'obtention de co-financement pour les deux projets de post-doc, s'avèrent également très positives. Les premiers résultats sont intéressants et prometteurs. Ces éléments mettent le projet dans une position favorable pour la réalisation de ses principaux objectifs. Dans le présent rapport sont exposés les travaux réalisés concernant spécifiquement le suivi temporel à la station SOMLIT/SOFCOM (Système d'Observation en milieu Littoral) en rade de Marseille. Les résultats sont également succinctement exposés. Une partie de ces informations a été déjà présentée dans le rapport d'étape de 2011.

Mots clés

Transfert trophique, phytoplancton, zooplancton, contaminants, métaux et composés organiques, spéciation et biodisponibilité, Méditerranée, Golfe du Lion

Bioaccumulation des contaminants organiques hydrophobes dans les réseaux trophiques du Golfe du Lion

Jacek TRONCZYNSKI¹, Marion TIANO^{1,2}, Olivier RADA KOVITCH³, Céline TIXIER¹, Cédric BACHER¹, François CARLOTTI², Véronique CORNET-BARTHAUX², Mireille HARMELIN-VIVIEN², Véronique LOIZEAU¹, Jean Louis GONZALEZ¹, Bernard QUEGUINER², Jean François CHIFFOLEAU¹, Catherine MUNSCHY¹, Bénédicte THOUVENIN¹, Alain VERON³

SOMMAIRE

Les prélèvements du suivi de la station SOMLIT

Résultats

- Paramètres biogéochimiques, biologiques et communautés planctoniques
- Etude des signatures isotopiques (résultats en partie présentés en février 2011)
- Les PCB dans le plancton marin

Bioaccumulation des contaminants organiques hydrophobes dans les réseaux trophiques du Golfe du Lion

Jacek TRONCZYNSKI¹, Marion TIANO^{1,2}, Olivier RADAKOVITCH³, Céline TIXIER¹, Cédric BACHER¹, François CARLOTTI², Véronique CORNET-BARTHAUX², Mireille HARMELIN-VIVIEN², Véronique LOIZEAU¹, Jean Louis GONZALEZ¹, Bernard QUEGUINER², Jean François CHIFFOLEAU¹, Catherine MUNSCHY¹, Bénédicte THOUVENIN¹, Alain VERON³

Les prélèvements du suivi de la station SOMLIT

La station SOMLIT a été échantillonnée 11 fois de octobre 2009 à octobre 2011 (Tableau 1). Des vents violents nous ont parfois conduits à prélever en un point légèrement différent de la station SOMLIT (à l'abri du vent), ce qui pourrait peut-être perturber l'interprétation en termes de variations temporelles. Par ailleurs, des problèmes de contamination ont été observés sur quelques échantillons pour certains métaux : ces problèmes peuvent être associés aux conditions de prélèvement en fonction du bateau utilisé (impossibilité d'avoir un container propre embarqué sur le N/O Antedon).

La position de la station de prélèvement est 43°13,907N et 5°15,672E, lors des campagnes N/O Europe Costeau (1,3,5,7) et déplacée à l'abri de l'île de Frioul, lors des sorties réalisées à bord du N/O Antedon (position 43°15,788N et 5°17,828, Figure 1).

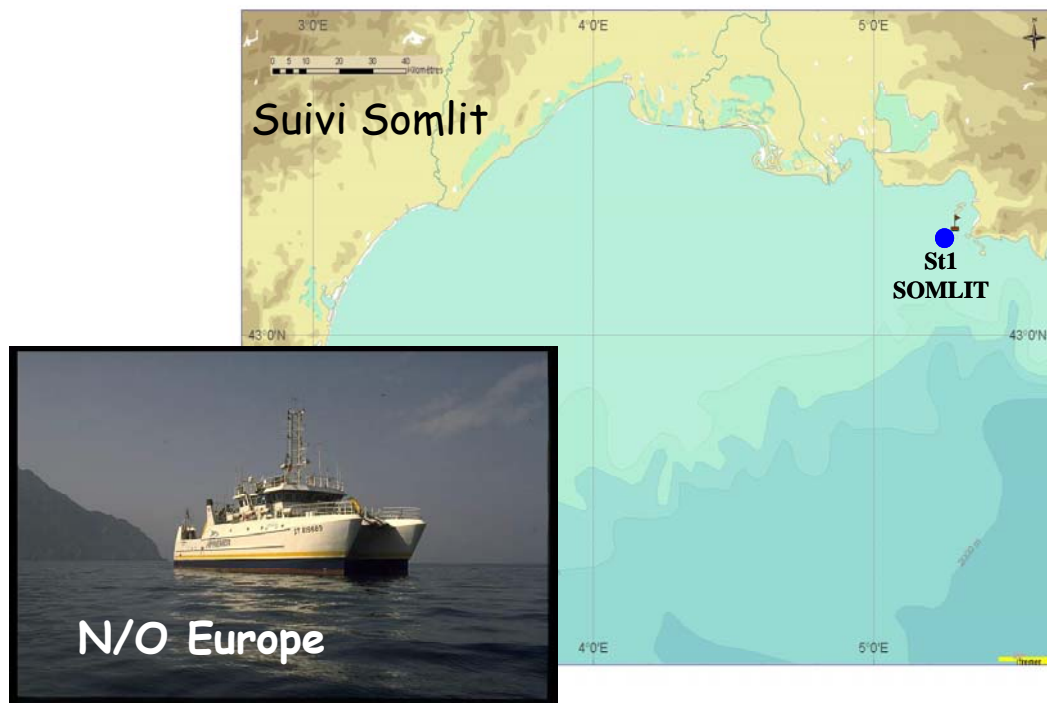


Figure 1. Suivi SOFCOM/SOMLIT COSTAS : prélèvements du plancton, de l'eau et des matières en suspensions et mesures biogéochimiques.

Tableau 1. Liste des prélèvements du suivi temporel réalisé à la station SOMLIT /SOFCOM

Campagne	Date	Latitude	Longitude	Profondeur
COSTEAU 1	7 octobre 2009	43°14,152 N	05°17,134 E	65m
SOM 1	18-19 mars 2010	43°13,907 N	5°15,672 E	75m
COSTEAU 3	23 avril 2010	43°13.712 N	5°15.527 E	60m
SOM 2	17-18 juin 2010	43°13,907 N	5°15,672 E	75m
SOM 3	8-9 septembre 2010	43°15,788 N	5°17,28 E	44m
SOM 4	16-17 novembre 2010	43°15,788 N	5°17,28 E	44m
SOM 5	14-15 décembre 2010	43°15,788 N	5°17,28 E	44m
COSTEAU 5	23 janvier 2011	43°13.712 N	5°15.527 E	60m
COSTEAU 7	15 avril 2011	43°13.869 N	5°15.655 E	55m
SOM 6	7-8 juin 2011	43°15,788 N	5°17,28 E	44m
SOM 7	11 octobre 2011	43°15,788 N	5°17,28 E	44m

Les protocoles de collecte issus de la campagne Costeau 1 ont été adaptés aux potentialités de l'Antedon, impliquant des modifications importantes par le fait notamment de ne pouvoir filtrer directement à bord et de ne disposer que de deux journées de prélèvement pour la totalité de l'échantillonnage. Le suivi a été opérationnel depuis la sortie de septembre 2010. Les quantités de plancton récupérées au début n'étaient pas suffisantes. Par ailleurs, une différence entre le suivi SOMLIT et les missions Costeau réside dans l'impossibilité sur l'Antedon de prélever la fraction dissoute lors des missions. Cette fraction est collectée par un autre système à l'aide d'échantillonneurs passifs mouillés et relevés régulièrement sur ce site.

Les prélèvements du plancton ont été effectués au maximum de fluorescence déterminé à l'aide d'une sonde CTD. Plusieurs traits de filet horizontal de maille 60µm ont été effectués (environ une dizaine, pendant environ de 5min chacun) pour récolter un maximum de plancton. Ces échantillons de plancton ont été tamisés en laboratoire suivant plusieurs classes de taille (>2000µm, 1000-2000µm, 1000-500µm, 200-500µm, 60-200µm). Un coup de filet vertical a été également pratiqué sur toute la colonne d'eau pour déterminer la biomasse de chaque classe de taille. Les échantillons d'eau ont été prélevés à l'aide de bouteille Niskin pour la détermination des paramètres biogéochimiques. Les triplicats de filtration des pigments chlorophylliens ont été analysés selon la méthode EPA 445.0 (Aminot A., Kérouel R., 2004). Ainsi l'ensemble de prélèvements est donné dans le tableau2.

Tableau 2. Liste des échantillons du suivi Somlit analysés pour différents paramètres biogéochimiques, incluant les analyses des contaminants organiques (CO).

		Biomasse	Lipides	C et N	$\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{14}\text{N}$	Chla/Phe	Communautés	CO
SOM 1	>2000µm	X	X	X	X	X	X	X
	1000-2000µm	X	X	X	X	X	X	X
	500-1000µm	X	X	X	X	X	X	X
	500-200µm	X	X	X	X	X	X	X
	60-200µm	X	X	X	X	X	X	X
	particules			X	X	X		
SOM 2	>2000µm	X						
	1000-2000µm	X						
	500-1000µm	X						
	500-200µm	X						
	60-200µm	X						
	particules	X				X	X	

SOM 3	>2000µm	X		X			X	
	1000-2000µm	X		X	X		X	
	500-1000µm	X	X	X	X		X	X
	500-200µm	X	X	X	X		X	X
	60-200µm	X	X	X	X	X	X	X
	particules	X		X	X	X	X	
SOM 4	>2000µm	X			X			
	1000-2000µm	X	X	X	X			X
	500-1000µm	X	X	X	X			X
	500-200µm	X	X	X	X			X
	60-200µm	X	X	X	X	X		X
	particules	X		X	X	X		
SOM 5	>2000µm	X			X		X	
	1000-2000µm	X			X		X	
	500-1000µm	X	X	X	X		X	X
	500-200µm	X	X	X	X		X	X
	60-200µm	X	X	X	X	X	X	X
	particules	X		X	X	X		
COST 5	>2000µm	X						
	1000-2000µm	X	X	X	X		X	X
	500-1000µm	X	X	X	X		X	X
	500-200µm	X	X	X	X		X	X
	60-200µm	X	X	X	X	X	X	X
	particules	X		X	X	X		X
COST 7	>2000µm	X			X			
	1000-2000µm	X	X	X	X		X	X
	500-1000µm	X	X	X	X		X	X
	500-200µm	X	X	X	X		X	X
	60-200µm	X	X	X	X	X	X	X
	particules	X		X		X		X
SOM 6	>2000µm	X						
	1000-2000µm	X						
	500-1000µm	X	X	X	X		X	X
	200-500µm	X	X	X	X		X	X
	60-200µm	X	X	X	X	X	X	X
	particules	X		X	X	X		
SOM 7	>2000µm	X						
	1000-2000µm	X	X	X	X		X	X
	500-1000µm	X	X	X	X		X	X
	500-200µm	X	X	X	X		X	X
	60-200µm	X	X	X	X	X	X	X
	particules	X		X	X	X		

Résultats

Paramètres biogéochimiques, biologiques et communautés planctoniques

Les concentrations en chlorophylle a (chl_a) et en phéopigments (phéo, pigments de dégradation de la chlorophylle a, lors du broutage ou de la sénescence des cellules phytoplanctoniques) sont présentées sur la Figure 2. Les résultats des pigments chlorophylliens montrent que la station SOMLIT est une zone oligotrophe avec des concentrations en Chlorophylle a faible (< 1µg/l). Une forte augmentation de la concentration en chlorophylle indique un bloom planctonique en cette période. Cependant les augmentations observées sont assez faibles par rapport à ce qui est habituellement observé à cette station avec des pics de chlorophylle nettement supérieurs à 1µg/l. Le rapport pigmentaire chl_a/(chl_a + phéo) est supérieur à 0,60 et est caractéristique d'un écosystème planctonique viable, en bon état, avec une majorité de cellules vivantes. La proportion de cellules vivantes augmente légèrement en avril 2011, ce qui suggère également l'apparition du bloom phytoplanctonique. On peut noter un pic plus faible en chlorophylle a, accompagné par une petite augmentation du rapport pigmentaire, en décembre 2010. Ces résultats indiquent ainsi la présence d'un léger bloom hivernal.

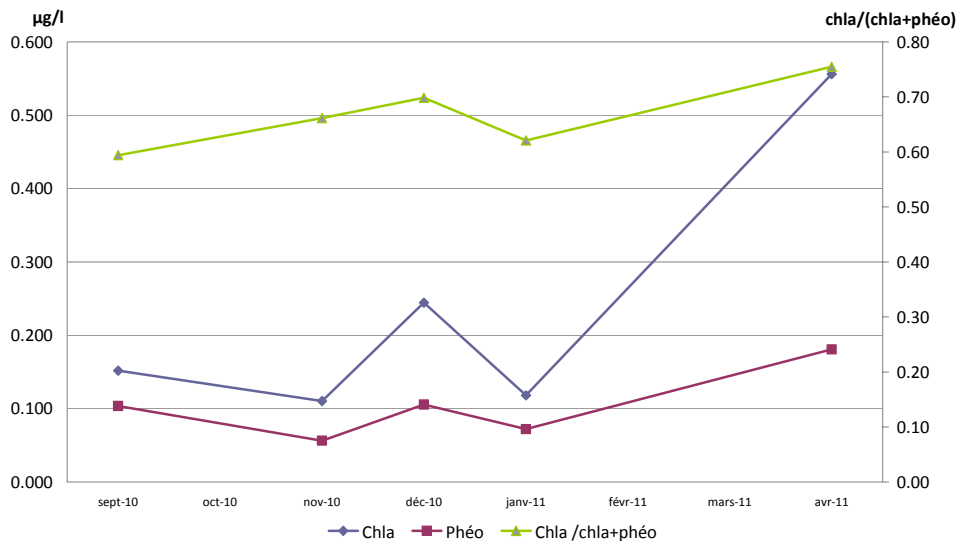


Figure 2. Concentrations en Chlorophylle a (Chla) et en phéopigments (Phéo) et le rapport pigmentaire (chl_a/(chl_a + phéo)) lors du suivi temporel.

Les résultats d'analyse des communautés planctoniques dans la fraction 60-200 µm mettent en évidence une forte proportion de dinoflagellés à la station SOMLIT lors de la campagne Costeau 7 en avril 2011 (Figure 3). Cette composition en nombre de cellule et en biovolume semble être assez exceptionnelle en période printanière de bloom planctonique.

L'espèce dominante sur SOMLIT (Station 1) chez les dinoflagellés est *Neoceratium tripos*, tandis que, pour les autres stations, ce sont deux espèces de diatomées qui dominent, *Rhizosolenia imbricata* et *Thalassionema nitzschioides*.

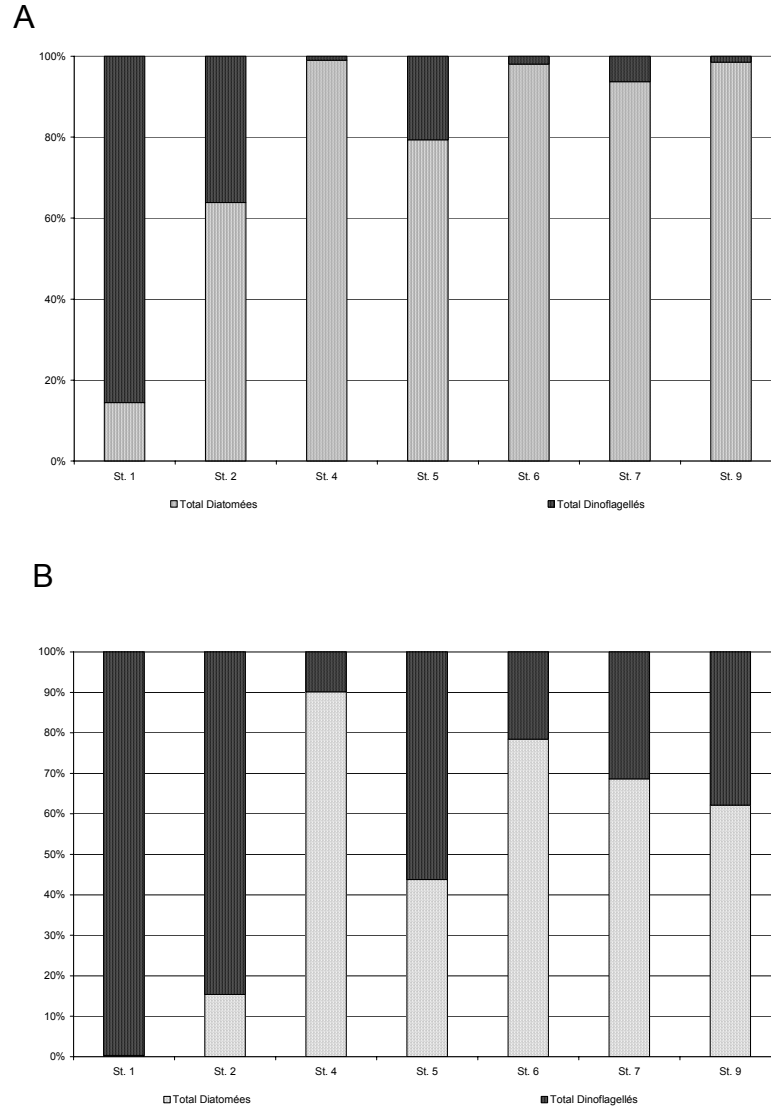


Figure 3. Abondance en nombre de cellules (A) et en biovolume (B) en diatomées et dinoflagellés lors de la campagne Costeau 7 ; les stations 1 (Somlit) et 2 (embouchure du Rhône) montrent une forte proportion de dinoflagellés.

La biomasse est dominée par les petits individus 60-500µm, pendant tout le suivi 2010 -11 de SOMLIT. On retrouve les biomasses les plus importantes en décembre 2010 et en avril 2011. Lors de ces 2 périodes, la biomasse de la classe de taille 500-1000µm prend également un peu plus d'importance : cela pourrait s'expliquer par le fait que nous sommes en période de bloom et donc d'augmentation de population.

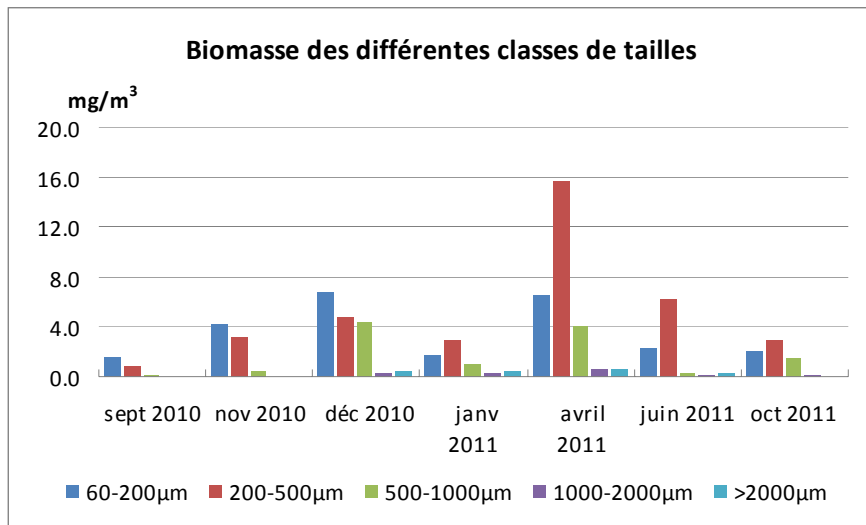


Figure 4. Les teneurs en biomasse pour les différentes classes de taille ; suivi Somlit 2010-2011.

Cette dominance des petits individus est aussi confirmée par les résultats d'analyse au Zooscan. En effet, les spectres de taille présentent leur maximum dans la classe de taille 300-500µm (Figure 5). On remarque également que les individus de cette taille sont présents dans toutes les classes de tailles. Il est donc important d'estimer l'importance de leurs biomasses dans chaque classe de taille.

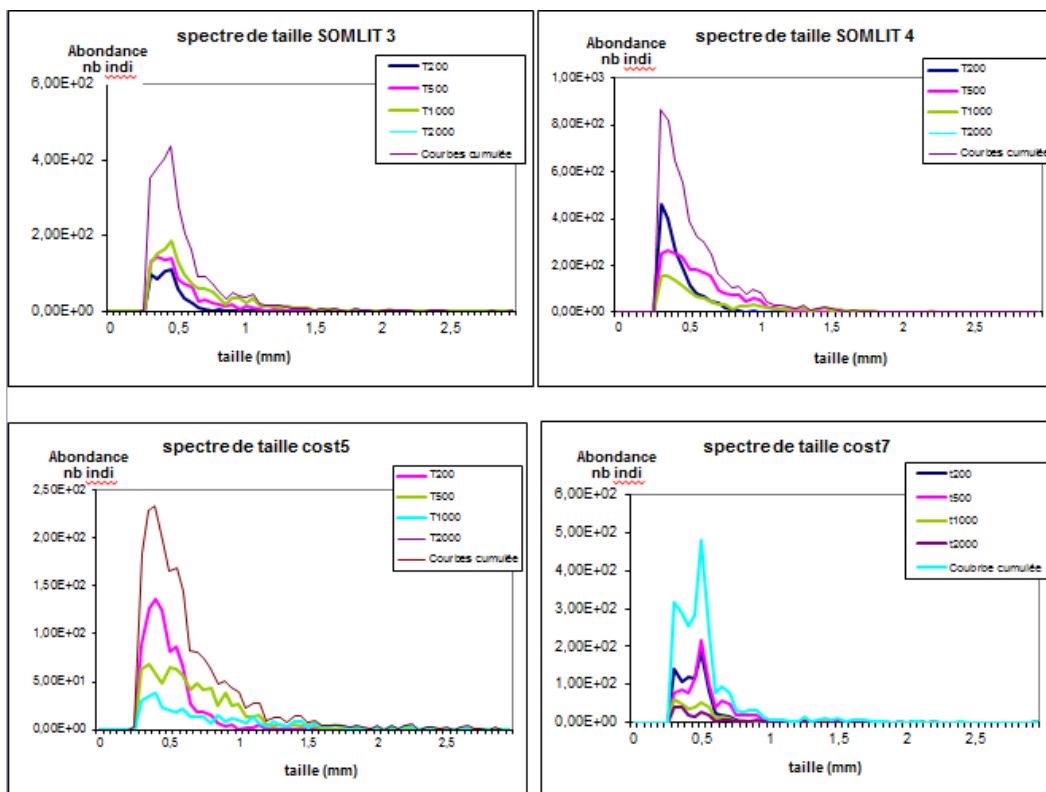


Figure 5. Les spectres de taille des différentes classes de taille de plancton prélevé à la station SOMLIT au cours du suivi 2010-11.

La détermination de la composition des communautés planctoniques sera complétée par l'analyse en zooscan. Cependant les résultats moyens sur un cycle annuel au point SOMLIT donnent les résultats suivants :

- **6-60 µm** : petit phytoplancton ; beaucoup de matériel détritique ;
- **60-200 µm** : jeunes stades de copépodes ;
- **200-500 µm** : copépodes à 90% ; cladocères (petits crustacés) ; jeunes larves de gastéropodes, polychètes, crabes...
- **500-1000 µm** : copépodes plus gros ou espèces différentes de plus haut beaucoup d'oeufs de

poisson beaucoup de larves de crustacés un peu de petits euphausiacés gélatineux (chaetognates, ptéropodes...)

1000-2000 µm : copépodes (< 50% de la biomasse) ; gélatineux (siphonophores, salpes, ...)

Les mesures réalisées au point SOMLIT et les tendances qui s'en dégagent montrent que le zooplancton de petite taille représenterait un maillon privilégié pour une bioaccumulation des contaminants.

Etude des signatures isotopiques (résultats en partie présentés en février 2011)

Ce travail a été mené à la station fixe SOMLIT depuis mars 2009. Le zooplancton a été récolté en réalisant des traits obliques dans l'ensemble de la colonne d'eau, entre 70 m et la surface avec un filet à plancton standard de 80 µm de maille. Six classes de plancton ont été analysées : 80-200µm, 200-300µm, 300-500µm, 500-1000µm, 1000-2000µm, et >2000µm. Par ailleurs, lors de la campagne COSTEAU-1 en octobre 2009, différentes classes de phytoplancton et de zooplancton (5µm à 500µm) ont été également prélevées au site SOMLIT et sur d'autres stations. Cet examen des résultats a été effectué en février 2010, le complément des résultats sur les signatures isotopiques du plancton concernent les échantillons de différentes classes de tailles collectés pour les analyses des contaminants organiques.

Résultats

Les signatures isotopiques des différentes classes du zooplancton montrent une augmentation du $\delta^{15}\text{N}$, ainsi que du $\delta^{13}\text{C}$, avec la taille du zooplancton entre 80µm et 1000µm qui indique une augmentation du niveau trophique quelle que soit la saison (Figure 3). Cependant cette augmentation est plus marquée en hiver-printemps, ce qui pourrait être lié à une production plus élevée (teneurs en Chl a élevées) et des apports continentaux importants ($\delta^{13}\text{C}$ plus négatif). Les signatures plus resserrées en été-automne pourraient indiquer des ressources moins abondantes à cette période (teneurs en Chl a faibles) qui sont alors utilisées par toutes les classes de taille. On observe aussi une bonne concordance entre les valeurs de la matière organique particulaire de l'eau de mer (phytoplancton et détritus) et celles du zooplancton montrant l'utilisation de ces sources de nourriture par le zooplancton.

Les signatures très faibles en $\delta^{13}\text{C}$ du zooplancton en mars 2009, après un orage dans la région de Marseille, montrent clairement une assimilation de la MOP d'origine continentale en provenance du petit fleuve Huveaune et de l'émissaire de Cortiou par le zooplancton, en particulier par les classes de tailles les plus petites.

Les isotopes $\delta^{15}\text{N}$ et $\delta^{13}\text{C}$ déterminées suivant les classes de taille >2000µm, 1000-2000µm, 1000-500µm, 200-500µm, 60-200µm du plancton prélevé par le filet tracté au site SOMLIT montrent des signatures assez distinctes (Figure 6.) Le plancton prélevé en novembre et décembre 2010 se caractérise par un niveau trophique plus élevé ($\delta^{15}\text{N}$ entre 3,8 et 5,5) que le plancton de septembre 2010, janvier et avril 2011 ($\delta^{15}\text{N}$ entre 2,8 et 4,1).

µg/kg ps, ont été rapportés dans le plancton marin hauturier en Méditerranée (Dachs *et al.*, 2000). La contamination du plancton par les PCB sur la station SOMLIT semble donc être représentative d'une contamination plus au large. Ceci suggère des niveaux relativement stables en PCB dissous dans les masses d'eau côtière dans le Golfe et que leurs concentrations sont principalement contrôlées par les échanges eau/atmosphère.

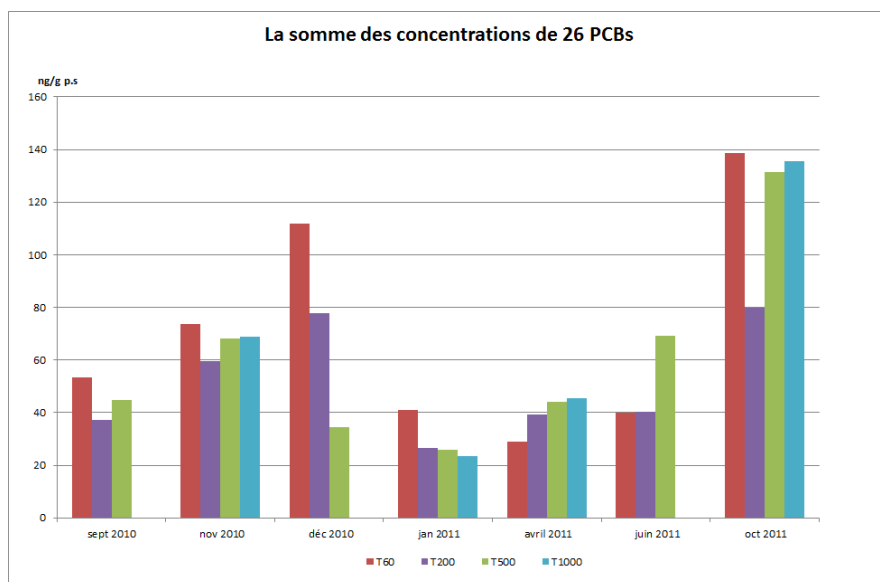


Figure 8. Concentrations en PCB (ng/g poids sec) dans les différentes classes de tailles du plancton marins ; site SOMLIT septembre 2010 au octobre 2011.

Par ailleurs, aucune tendance entre chaque classe de taille ne ressort vraiment. On n'observe donc pas d'une bioamplification nette des PCB dans les premiers maillons trophiques des autotrophes et hétérotrophes marins au site SOMLIT. Une diminution significative des niveaux en PCB entre les trois classes de tailles entre 60 et 1000 µm en décembre 2010, peut être surprenante au regard d'une augmentation de la signature isotopique en $\delta^{15}\text{N}$ et $\delta^{13}\text{C}$ pour la même période et les mêmes classes de taille. L'accumulation des PCB dans le plancton marin semble donc être contrôlée par le processus de sorption de ces composés hydrophobes. Une relativement bonne corrélation entre le facteur de bioconcentration BCF et le coefficient partage octanol/eau Kow décrit en effet cette accumulation par le mécanisme de la sorption passive (Figure 8.).

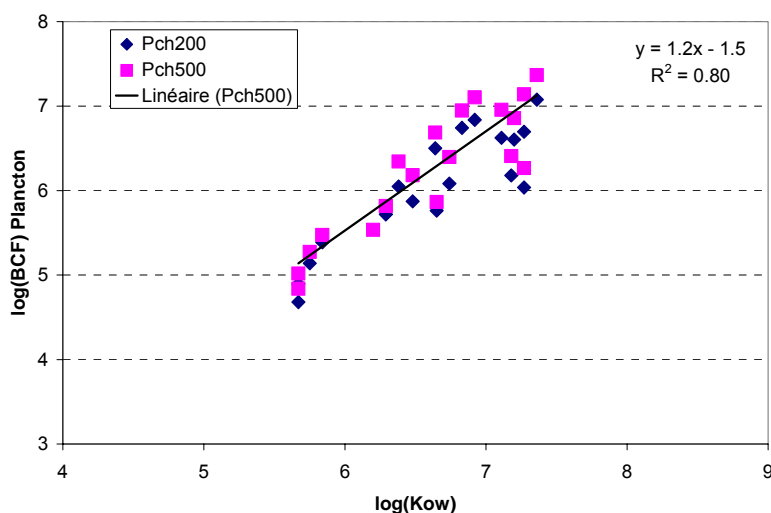


Figure 9. Relation log(BCF) et log(Kow) des PCB dans les différentes classes de taille du plancton marins au site SOMLIT en octobre 2009 (Campagne Costeau 1).

Onema
Hall C – Le Nadar
5 square Félix Nadar
94300 Vincennes
01 45 14 36 00
www.onema.fr

Ifremer
Rue de l'Île d'Yeu
BP 21105
44311 Nantes Cedex 3
02 40 37 40 00
www.ifremer.fr