INSTITUT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
DES PECHES MARITIMES
rue de l'Ile d'Yeu
B. P. n° 1049
44037 NANTES CEDEX
-=-=-=-=-=-=-=-=-=-=-
IPM.3 Pollutions

ETUDE DE LA QUALITE DU MILIEU DANS LE GOLFE DE FOS

Contamination de la matière vivante par les micropolluants rémanents : métaux, composés organochlorés, hydrocarbures.

RAPPORT DEFINITIF

Nantes, le 19 février 1979

I - ECHANTILLONNAGE

Les analyses ont porté sur des échantillons de moules et de poissons prélevés de janvier à novembre 1978.

Les moules ont été échantillonnées en 7 stations correspondant à celles qui avaient déjà été choisies pour l'étude effectuée en 1972, soit :

Station A : Anse de Carteau
Station F : Appontement des pétroliers
Station G : Pointe de St-Gervais
Station H : Port de la Lèque
Station I : Pointe de la Couronne
Station J : Raffinerie BP
Station K : Darse n° 1.

En raison des difficultés d'approvisionnement en poissons du golfe à partir des captures des pêcheurs, un chalutage expérimental a été pratiqué par l'ICHTHYS le 24 novembre 1977 à l'est du They de la Gracieuse. Cinq espèces de poissons ont pu être recueillies : capelan, merlu, chinchard, picarel, bogue,rouget, pageot, cardine. Les poissons capturés étant de petite taille un échantillon moyen a été constitué en rassemblant tous les individus de la même espèce.

II - METHODES D'ANALYSE

Les coquillages et poissons prélevés ont été conservés congelés entiers, et les analyses ont été effectuées sur les chairs lyophilisées.

Métaux

Le mode opératoire employé pour la recherche du mercure total, qui comprend une phase de minéralisation de la matière organique et un dosage par spectrophotométrie, est décrit en détail par THIBAUD (1975), (Science et Pêche, n° 250). Cette méthode est identique dans son principe à celle employée lors de la précédente étude en 1972.

./...

Les déterminations de Pb, Cd, Cu, Zn sont effectuées à partir de 2 g de lyophilisat minéralisé par un mélange sulfo-nitrique dans un réacteur téflon porté à 140° C pendant 3 heures. Les dosages proprement dits sont effectués par absorption atomique au four de graphite pour le Pb et le Cd et par adsorption atomique à la flamme air/acétylène pour le Cu et le Zn.

Composés organochlorés

Les diphénylpolychlorés (PCB), le DDT (trichloro-p-chlorphényl éthane), le DDE (dichloro-p-chlorphényl éthylène) et le DDD (dichloro-p-chlorphényl éthane) sont recherchés sur une fraction de lyophilisat correspondant à 10 g de chair égouttée de coquillages et 5 g de chair humide de poissons. Le lyophilisat est soumis pendant 8 heures à une extraction en continu par du n-Hexane "Pestipur" dans un appareil de type soxhlet. L'extrait hexanique qui renferme les composés organochlorés est purifié par traitement à l'acide sulfurique concentré et fractionné sur colonne de gel de silice. Les résidus présents dans les deux fractions éluantes sont identifiés et quantifiés par chromatographie en phase gazeuse (ALZIEU, 1976, Science et Pêche, n° 258).

Hydrocarbures totaux

La technique utilisée pour le dosage des hydrocarbures totaux dans les coquillages a été publiée par P. MICHEL (1976). Elle comprend 3 phases successives : extraction des lipides, purification des hydrocarbures et analyse par chromatographie en phase gazeuse.

L'extraction est effectuée par un mélange pentane/acétone en présence de sulfate de sodium anhydre.

L'extrait est purifié sur une colonne de florisil éluée par du pentane.

L'évaluation quantitative est effectuée après chromatographie en phase gazeuse à température isotherme (280° C) en comparant la surface d'un pic correspondant à une quantité connue d'étalon interne et celle des hydrocarbures extraits des coquillages.

./...

III - RESULTATS ET INTERPRETATION

Les résultats sont exprimés en mg/kg de chair lyophilisée (résidu sec) afin de supprimer les erreurs d'interprétation dues à un égouttage non reproductible des chairs décoquillées, ou à la dessication des chairs de poissons lors de la conservation. Les teneurs en eau indiquées permettent de les rapporter au poids humide au moment de l'analyse, suivant la relation :

$$\text{Teneur/chair égouttée (humide)} = \text{teneur/résidu sec} \times \frac{100 - \% \text{ eau}}{100}$$

1°) Métaux lourds

a) Poissons

Les résultats des analyses des métaux lourds (Hg, Pb, Cd, Cu, Zn) sont rassemblés dans le tableau n° 1.

Les teneurs en mercure obtenues sont assez voisines de celles qui ont été rencontrées habituellement dans des poissons de petites tailles, appartenant aux mêmes espèces et pêchés en Méditerranée. Elles sont aussi inférieures aux limites officieuses qui ont été fixées dans les produits de la pêche destinés à la consommation (0,5 ; 0,7 et 1 mg/kg de chair humide).

Pour ce qui est du plomb et du cadmium, les teneurs sont assez comparables à celles qui sont rencontrées dans les poissons des régions exemptes de contamination, qu'elles soient sur les côtes françaises de la Méditerranée ou de l'Atlantique. Les différences relativement élevées des teneurs en cadmium entre les divers échantillons sont très vraisemblablement liées au mode de vie des poissons, donc à l'espèce.

Pour le cuivre et le zinc, dont la toxicité est moindre que celle des trois métaux précédents, les teneurs sont aussi assez similaires à celles qui sont rencontrées dans les poissons des régions exemptes de contamination aussi bien sur les côtes françaises de la Méditerranée que de l'Atlantique. Dans le cas du zinc en particulier, les valeurs

./...

réf. échantillon	Espèce (*)	mg/kg de résidu sec (mg/kg de chair humide)				
		Hg	Pb	Cd	Cu	Zn
78-42	Capelan Trisopterus luscus	0,94(0,23)	0,26(0,06)	1,02(0,25)	3,9(1,0)	23,9(5,9)
78-57	Merlu Merluccius merluccius	0,73(0,15)	0,87(0,18)	0,11(0,02)	3,2(0,7)	17,9(3,7)
78-60	Chinchard Trachurus	0,24(0,06)	1,17(0,29)	0,85(0,21)	5,8(1,4)	55,3(13,9)
78-41	Picarel Maena smaris	0,36(0,10)	1,14(0,32)	0,33(0,09)	3,2(0,9)	49,2(14,0)
78-43	Bogue Boops boops	0,27(0,08)	0,51(0,14)	1,40(0,41)	7,7(2,2)	70,1(20,0)
78-61	Rouget Mullus	0,43(0,10)	1,09(0,25)	1,33(0,31)	10,3(2,4)	44,7(10,4)
78-59	Pageot Pagellus erythrinus	0,26(0,07)	0,51(0,14)	0,28(0,07)	5,4(1,4)	55,7(15,0)
78-58	Cardine Lepidorhombus bosci	1,45(0,31)	0,50(0,10)	0,41(0,09)	3,1(0,7)	15,6(3,4)
78-44	Encornet Loligo vulgaris	0,19(0,05)	1,20(0,31)	1,15(0,30)	4,9(1,3)	130,4(34,5)

(*) individus de petite taille

TABLEAU Nº 1 : Teneurs en métaux lourds (Hg, Pb, Cd, Cu, Zn) dans des poissons capturés à l'est du They de la Graçieuse (Golfe de Fos) le 24 novembre 1977 par "ICHTHYS".

comparativement faibles chez les deux gadidés (capelan et merlu) et élevée chez l'encornet, sont à relier à des particularités de l'espèce.

Il apparaît en définitive que, chez les poissons que nous avons examinés, le niveau de présence des métaux lourds est assez voisin de celui qui existe dans les mêmes espèces des régions exemptes de contamination.

b) Moules

Les résultats des analyses des différents métaux lourds : Hg, Pb, Cd, Cu et Zn dans les moules qui ont été prélevées tout au long de l'année 1978 en diverses stations du Golfe de Fos sont rassemblés dans le tableau n° 2.

Teneurs en mercure : La comparaison des teneurs en mercure obtenues en 1972 et en 1978, sur des échantillons prélevés dans les mêmes stations démontre une très nette diminution au cours des six dernières années. Les teneurs moyennes (mg/kg de chair égouttée) calculées pour les deux années (tableau n° 3) sont à certaines stations notamment, deux à trois fois plus faibles en 1978 qu'en 1972.

Cette observation confirme la tendance déjà mentionnée dans notre rapport préliminaire (mai 1978).

Par ailleurs on constate que :

- aux stations G, H et I les teneurs de 1978, plus faibles qu'en 1972, restent relativement plus élevées que dans les autres stations,
- aux stations : A, E, F et J, les teneurs de 1978 sont voisines de la valeur moyenne généralement rencontrée dans les moules des régions exemptes de contamination.

Même si l'on considère que certains facteurs biologiques (âge, état sexuel, saison ....) que nous n'avons pas pris en compte, peuvent influer sur les teneurs en mercure des moules, les écarts entre les valeurs obtenues en 1972 et celles de 1978 sont trop importants pour être dûs à ces seuls facteurs. On peut donc affirmer qu'il y a eu diminution de la contamination des moules du Golfe de Fos par le mercure, depuis 1972.

./...

Réf. échan.	Lieu de prélèvement	Date	Longueur	mg/kg de résidu sec (mg/kg de chair égouttée)				
				Hg	Pb	Cd	Cu	Zn
78-47	St A - Anse de Carteau	24/1/78	9 cm	0,40(0,05)	3,3(0,4)	1,5(0,2)	7,3 (1,0)	329 (45)
78-78	" "	9/2/78	6 - 8,5 cm	0,60(0,10)	7,5(1,0)	2,0 (0,3)	24,8 (3,2)	324 (42)
78-345	" "	6/7/78		0,16(0,04)	1,3(0,3)	0,7 (0,2)	5,2 (1,4)	102 (27)
78-346	" "	15/8/78		0,30(0,06)	1,3(0,3)	0,9 (0,2)	6,4 (1,3)	166 (34)
78-349	" "	25/9/78		0,28(0,07)	1,5(0,4)	1,4 (0,3)	4,0 (1,0)	145 (36)
78-502	" "	7/11/78	moy.5 cm	0,28(0,05)	1,5(0,3)	0,6 (0,1)	5,8 (1,0)	135 (22)
78-46	St F - Appontement des pétroliers	24/1/78	9 cm	0,38(0,04)	1,7(0,2)	1,6 (0,2)	11,1 (1,3)	310 (36)
78-79	" "	9/2/78	6-7 cm	0,60(0,10)	7,6(1,3)	1,0 (0,2)	15,8 (2,6)	457 (75)
78-350	" "	25/9/78		0,14(0,03)	0,9(0,2)	0,9 (0,2)	5,1 (1,2)	95 (23)
78-501	" "	7/11/78	moy.3cm	0,13(0,03)	0,9(0,2)	0,6 (0,1)	6,3 (1,3)	90 (18)
78-71	St G - Pointe de St-Gervais	7/2/78	3-4,5 cm	0,59(0,09)	7,3(1,2)	0,9 (0,2)	22,7 (3,8)	349 (58)
78-80	" "	9/2/78	3 cm	3,10(0,52)	2,9(0,5)	0,9 (0,2)	35,8 (6,1)	306 (52)
78-347	" "	6/7/78		0,23(0,06)	1,6(0,4)	1,4 (0,4)	6,5 (1,6)	159 (40)
78-192	" "	10/7/78	moy.4,5cm	0,33(0,06)	2,1(0,4)	0,9 (0,2)	5,3 (1,0)	124 (23)
78-503	" "	7/11/78	moy.2,5cm	0,32(0,06)	3,2(0,6)	0,7 (0,1)	9,1 (1,6)	155 (28)
78-81	St H - Port de La Lèque	9/2/78	5-7 cm	2,49(0,37)	2,2(0,3)	1,8 (0,3)	16,0 (2,4)	390 (58)
78-82	St J - Raffinerie BP	9/2/78	3-4,5 cm	0,15(0,03)	1,3(0,2)	0,7 (0,1)	9,6 (1,7)	192 (35)
78-352	" "	6/7/78		0,44(0,10)	1,2(0,3)	0,4 (0,1)	6,5 (1,5)	80 (18)
		25/9/78		0,20 (0,06)	2,2(0,6)	2,0 (0,6)	4,4 (1,3)	88 (25)

./...

78-45	St I - Pointe de la Couronne	23/1/78	3-4 cm	1,13(0,16)	3,7 (0,5)	1,4 (0,2)	8,6 (1,2)	249 (34)
78-80	" "	7/2/78	6-8 cm	2,42(0,44)	6,3 (1,2)	0,8 (0,2)	17,1 (3,1)	320 (58)
78-78-193	" "	10/7/78	moy. 3 cm	0,71(0,12)		1,0 (0,2)	4,6 (0,8)	113 (20)
78-351	St K - Darse n° 1	6/7/78		0,03 (0,01)	0,9 (0,2)	1,6 (0,4)	6,5 (1,7)	85 (23)

TABLEAU N° 2 : Teneurs en métaux lourds (Hg, Pb, Cd, Cu, Zn) dans des moules du Golfe de Fos, collectées en 1978.

./...

Lieu de prélèvement	teneur moyenne en mercure exprimée en mg/kg de chair égouttée (nombre d'échantillons)	
	année 1972 (*)	année 1978
A - Anse de Carteau	0,13 (5)	0,06 (6)
B - Canal de Port St Louis	0,15 (5)	
C - Canal St Louis	0,20 (6)	
D - Darse n° 2, fonds rocheux	0,16 (5)	
E - Darse n° 1, ouvrage portuaire	0,11 (6)	0,01 (1)
F - Appontement des pétroliers	0,23 (5)	0,05 (4)
G - Pointe de St Gervais	0,32 (5)	0,16 (5)
H - Port de la Lèque	0,72 (4)	0,37 (1)
I - Pointe de la Couronne	0,24 (6)	0,24 (3)
J - Raffinerie B P	0,22 (5)	0,06 (3)
K - Darse n° 1,fonds vaseux	0,07 (1)	
L - Canal de Caronte pont S N C F	0,20 (2)	
M - Canal de Caronte	0,41 (1)	

(*) Etude 1972 demandée par le SPPPI "Observations sur le degré de pollution du Golfe de Fos".

TABLEAU N° 3 : Teneurs en mercure dans des moules du Golfe de Fos, collectées en 1972 et en 1978.

./...

Teneurs en Pb, Cd, Cu et Zn : elles sont dans leur ensemble très comparables à celles trouvées par d'autres auteurs, également dans des moules des côtes françaises de la Méditerranée (FOWLER et OREGONI, 1976).

Cependant, dans la région du Golfe de Fos dont le littoral est relativement peuplé et industrialisé, il semble y avoir une certaine pollution.

Les importantes variations saisonnières, notamment des teneurs en Pb, Cu et Zn qui ont été observées aussi par d'autres auteurs, FOWLER et OREGONI (1976), PHILLIPS (1977), mettent bien cela en évidence.

On peut admettre que la grande arrivée d'eau douce et les grandes précipitations de la période d'hiver provoquent dans les eaux côtières une croissance des matières en suspension et simultanément un changement de leurs concentrations à la fois dans l'eau de mer, les matières en suspension et les coquillages où les teneurs sont particulièrement élevées en janvier et février (figure n° 1).

Cependant, une évaluation de la pollution à partir des variations saisonnières reste difficile du fait de l'influence des conditions climatiques et d'autres facteurs qui tiennent à la biologie de la moule.

La comparaison des teneurs existantes avec celle des coquillages d'autres régions, montre que les teneurs en Pb et Cd, qui vont respectivement de 0,2 à 1,3 et de 0,1 à 0,9 mg/kg de chair égouttée, sont assez voisines des teneurs moyennes trouvées dans les moules d'autres régions (BOUQUIAUX, 1974). Elles restent aussi inférieures aux teneurs qui pourraient être considérées comme des limites dans les produits de la pêche.

Les teneurs en Cu et Zn, deux oligoéléments moins toxiques que les métaux précédents, vont respectivement de 1,0 à 6,1 et de 18 à 75 mg/kg de chair égouttée. Elles sont aussi voisines de celles qui existent dans les coquillages d'autres régions (BOUQUIAUX, 1974).

./...

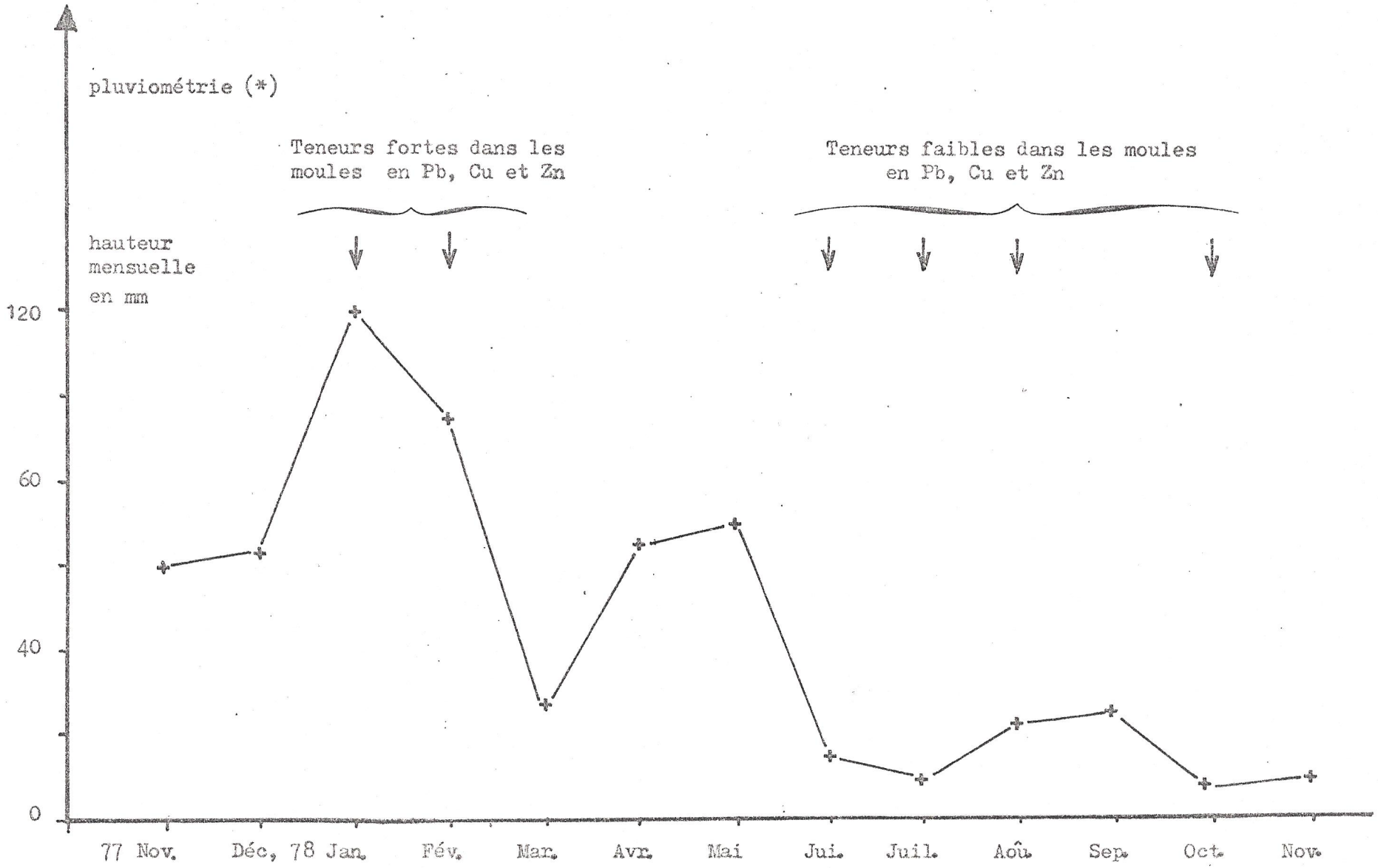

Figure 1 .- Les teneurs dans les moules relativement élevées en Pb, Cu et Zn correspondent aux périodes de grande pluviométrie (Jan. et Fév. 78).

(*) feuilles de pluviométrie de la météorologie d'Aix en Provence, Station SOLMER/FOS sur MER

c) Conclusion

Le niveau de présence des métaux lourds, notamment des plus toxiques, reste en définitive dans le golfe de Fos assez comparable à celui d'autres régions. Mais les variations saisonnières de leurs teneurs dans les coquillages reflètent cependant une certaine pollution.

2°) Composés organochlorés

a) Poissons

Les résultats reportés dans le tableau n° 4 montrent que la contamination des poissons par le DDT et ses métabolites est particulièrement faible, parfois même inférieure au seuil de détection.

Les teneurs en PCB sont plus élevées que celles relevées pour le DDT et varient dans de très grandes proportions suivant l'espèce considérée : elles sont nettement plus faibles chez la cardine, le capelan et le merlu, que chez les autres espèces. Les picarels sont les plus contaminés avec 1,65 mg/kg de lyophilisat ce qui correspond à 0,47 mg/kg de chair humide.

La contamination par les PCB des espèces que nous avons échantillonnées a été très peu étudiée ; il est donc difficile d'établir des comparaisons entre la contamination du golfe de Fos et celle relevée en d'autres régions de la Méditerranée. Seul le rouget a fait l'objet d'un programme de surveillance coordonné par la FAO (CGPM) et le programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE). Les teneurs en PCB décelées sur l'échantillonnage effectué en 1976 sont comprises entre 0,40 et 0,65 mg/kg dans la région d'Agde à Sète et de 0,73 mg/kg de chair lyophilisée à Port Vendres (rapport I.S.T.P.M.). Il semblerait donc que les rougets vivant dans le golfe de Fos soient plus contaminés par les PCB que ceux vivant sur la côte languedocienne ou du Roussillon.

./...

Espèces	Réf.	Teneur en eau %	Teneurs en mg/kg de lyophilisat			
			PCB	DDT	DDE	DDD
Picarel *Maena smaris*	78 41	71,4	1,65	0,08	0,12	0,08
Capelan *Trisopterus luscus*	78 42	75,1	0,14	0,02	0,01	0,04
Bogue *Boops boops*	78 44	72,2	1,27	< 0,02	0,06	0,07
Merlu *Merlucius merluccius*	78 57	79,1	0,50	< 0,02	0,05	0,03
Cardine *Lepidorhombus bosci*	78 58	78,4	0,09	< 0,02	0,02	< 0,005
Pageot *Pagellus erythrinus*	78 59	73,0	0,94	< 0,02	0,06	0,05
Chinchard *Trachurus*	78 60	74,9	1,38	< 0,02	0,09	0,08
Rouget *Mullus sp.*	78 61	76,8	1,23	< 0,02	0,08	0,07

TABLEAU Nº 4 : Teneurs en composés organochlorés dans des poissons capturés à l'est du They de la Gracieuse (24.11.1977).

./...

b) Moules

Les résultats d'analyse de moules (tableau n° 5) montrent que la contamination est due essentiellement aux PCB : les teneurs en DDT, DDE et DDD sont très faibles dans la quasi-totalité des échantillons.

La contamination par les PCB des moules de l'ensemble du golfe de Fos est élevée. Elle est en moyenne comprise entre 0,7 et 0,8 mg/kg de chair lyophilisée soit environ 0,14 à 0,16 mg/kg de chair égouttée. La Darse n° 1 et l'appontement pétrolier sont les points les plus contaminés : les teneurs moyennes y atteignent respectivement 2,57 mg/kg (sur un échantillon) et 1,16 mg/kg.

Dans l'ensemble, ces valeurs exprimées en mg/kg de chair lyophilisée, sont significativement plus élevées que celles que nous avions obtenues en 1976 aux mêmes stations :

Stations	1976	1978
Anse de Carteau	0,35 - 0,45	0,6 - 1,15 moyenne 0,76
Appontement pétrolier	0,59 - 0,74	0,79- 1,54 moyenne 1,16
Pointe St Gervais	0,44 - 0,70	0,66- 0,73 moyenne 0,70

Il semblerait donc que la pollution du Golfe de Fos par les PCB ait augmenté depuis 1976.

3°) Hydrocarbures

Les dosages d'hydrocarbures totaux dans les moules effectués au cours de l'année 1978 sont regroupés dans le tableau n° 6.

Nous considérons généralement que les valeurs situées entre 300 et 500 mg/kg, exprimées par rapport à la chair lyophilisée, sont l'indice d'une contamination et que au-dessus de 500 mg/kg cette contamination est élevée.

./...

Réf. 78	Lieux de prélèvement	Date	Teneur en eau %	mg/kg de chair lyophilisée PCB	DDT	DDE	DDD
	A : Anse de Carteau						
47		24/1/78	86,4	0,60	⩽0,02	0,02	0,06
78		9/2/78	87,0	0,71	0,02	0,03	0,06
345		6/7/78	73,1	1,15	0,17	0,04	0,11
346		15/8/78	79,1	0,86	0,04	0,03	0,08
349		25/9/78	74,5	0,60	0,02	0,01	0,05
502		7/11/78	83,3	0,66	⩽0,03	0,03	0,05
	F : Appontement des pétroliers						
46		24/1/78	88,5	1,42	0,02	0,04	0,11
79		9/2/78	83,5	1,54	0,02	0,05	0,09
350		25/9/78	75,7	0,79	0,1	0,03	0,07
501		7/11/78	79,3	0,91	⩽0,03	0,05	0,07
	G : Pte de St Gervais						
71		7/2/78	83,3	0,71	0,02	0,03	0,03
80		9/2/78	83,0	0,73	0,02	0,04	0,05
503		7/11/78	83,3	0,66	⩽0,03	0,05	0,07
	H : Port de La Lecque						
81		9/2/78	85,1	0,69	0,02	0,05	0,07
	I : Cap Couronne						
45		23/1/78	86,3	0,89	0,14	0,03	0,04
70		7/2/78	81,8	0,70	⩽0,02	0,03	0,03
	J : Bouée Raffinerie BP						
82		9/2/78	81,8	0,14	0,02	0,11	0,04
348		25/9/78	71,3	0,70	0,06	0,02	0,07
	K : Darse n° 1						
351		6/7/78	73,3	2,57	0,29	0,04	0,09

./...

Réf. 78	Lieu de prélèvement	Date	mg/kg de chair lyophilisée
	Anse de Carteau		
47		24.1.1978	537
78		9.2.1978	406
345		6.7.1978	2 360
346		15.8.1978	424
349		25.9.1978	520
502		7.11.1978	316
	Appontement pétrolier		
46		24.1.1978	740
79		9.2.1978	381
350		25.9.1978	739
501		7.11.1978	477
	Pte St Gervais		
71		7.2.1978	884
80		9.2.1978	616
503		7.11.1978	314
	Port de La Lecque		
81		9.2.1978	929
	Cap Couronne		
45		23.1.1978	364
70		7.2.1978	473
	Bouée BP		
82		9.2.1978	172
348		25.9.1978	477
352		6.7.1978	1 226
	Darse n° 1		
351		6.7.1978	956

TABLEAU N° 6 : Teneurs en hydrocarbures totaux dans les moules du Golfe de Fos.

./...

Ici sur 20 échantillons analysés, un seul peut être considéré comme normal : les autres étaient soit contaminés (9) soit très fortement contaminés (10). Compte tenu de la rapidité avec laquelle les hydrocarbures sont détruits en milieu marin, on peut considérer que le Golfe de Fos est pollué très fortement et de façon chronique par les hydrocarbures.

S'agissant de rejets souvent ponctuels dans le temps et dans l'espace, il ne faut guère s'étonner d'une forte dispersion des résultats obtenus et de variations aléatoires. Il faut noter cependant que les résultats obtenus en juillet ont été particulièrement mauvais (2360, 1226 et 956 mg/kg).

IV - CONCLUSIONS

Les résultats des analyses de micropolluants effectuées sur des échantillons de moules prélevées en 1978 font apparaître une évolution significative de la pollution du secteur considéré . Celle-ci est caractérisée par :

- une diminution importante des teneurs en mercure depuis la mise en application des mesures de réduction des rejets par les industries concernées,

- la tendance à l'augmentation de la contamination par les PCB sur l'ensemble du Golfe,

- la contamination chronique des coquillages par les résidus pétroliers.

./....

V - BIBLIOGRAPHIE

ALZIEU (Cl.), MICHEL (P.) et THIBAUD (Y.), 1976. - Présence de micropolluants dans les mollusques littoraux. - Science et Pêche, Bull. ISTPM, n° 264, p. 1 - 8.

BOUQUIAUX (J.), 1974. - Non-organic micropolluants of the environment, Report of the working group of experts prepared for the Commission of the European Communities V/F/1966/74e, Luxembourg, volume 3.

FOWLER (S.W.) et OREGIONI (B.), 1976. - Trace Metals in Mussels from the N.W. Mediterranean, Mar. Pollut. Bull. 7, 26 - 29.

PHILLIPS (D.J.H.), 1977. - The use of biological indicator organisms to monitor trace metal pollution in marine and estuarine environments - a review, Environ. Pollut. 13, 281 - 317.