

INSTITUT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
DES PECHES MARITIMES
La Noë - Route de la Jonelière
B. P. n° 1049
44037 NANTES CEDEX

070

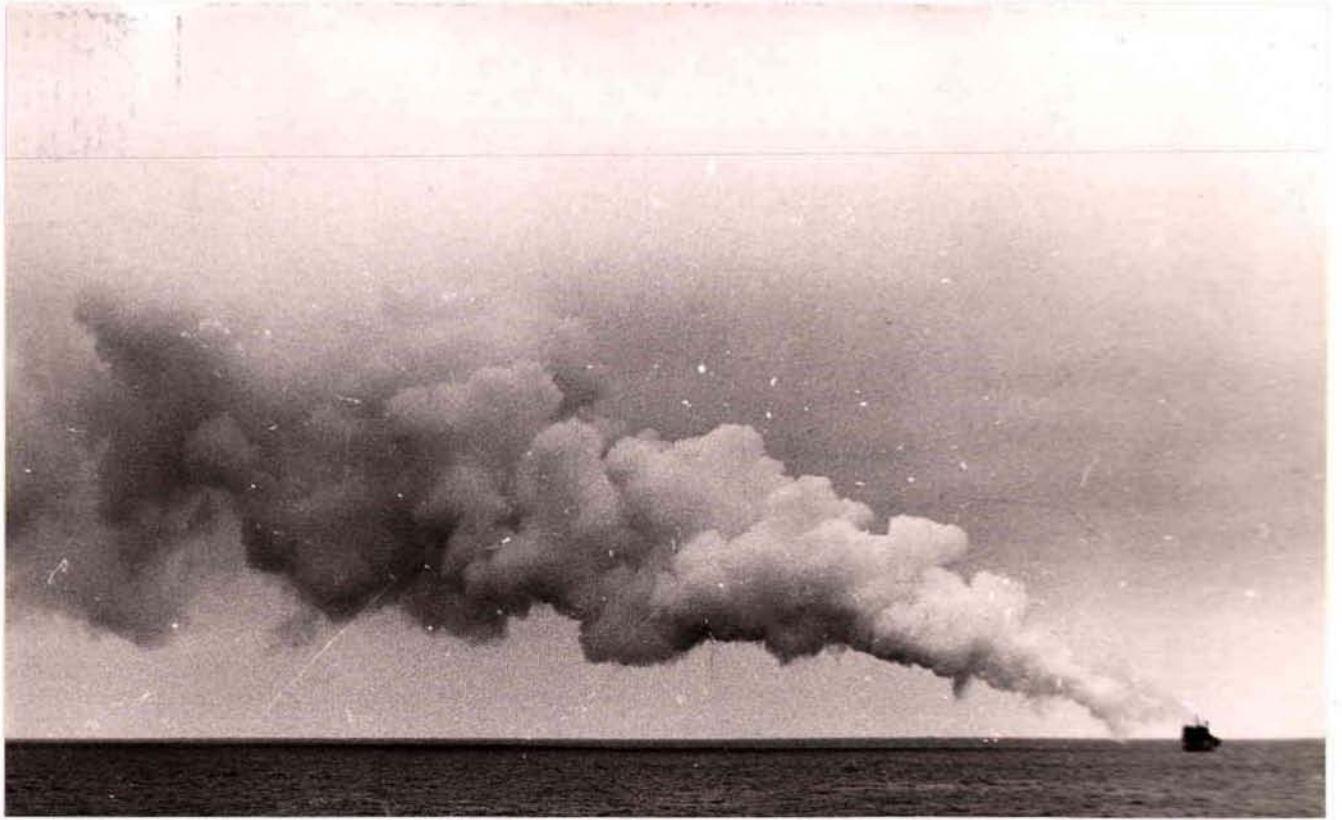
IPM.3 Pollutions



OPERATION SURVEILLANCE DE L'INCINERATION
DES COMPOSES ORGANOCHLORES
EN MER

Cl. ALZIEU et P. MAGGI

Nantes, le 13 septembre 1974



Navire incinérateur en opération en mer du Nord.

INSTITUT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
DES PECHES MARITIMES
La Noë - Route de la Jonelière
B. P. n° 1049
44037 NANTES CEDEX

IPM.3 Pollutions

OPERATION SURVEILLANCE DE L'INCINERATION
DES COMPOSES ORGANOCHLORES
EN MER

Cl. ALZIEU et P. MAGGI

Nantes, le 13 septembre 1974

S O M M A I R E

- - - -

OPERATION SURVEILLANCE DE L'INCINERATION
DES COMPOSES ORGANOCHLORES EN MER

- - - -

I - INTRODUCTION	1
II - MESURES EN CONTINU DES VARIATIONS DE pH DE L'EAU DE MER	2
1°) Méthodologie de la mesure	2
a) Appareillage	2
b) Montage	2
2°) Sensibilité de l'appareillage	2
a) Essais statiques	3
b) Essais dynamiques	3
c) Conclusion	5
3°) Mesures dans la zone d'incinération	5
a) Mesures dans le panache du MATHIAS II	6
b) Mesures dans le panache du VULCANUS	6
c) Conclusion	10
III - EXAMEN DES POPULATIONS ZOOPLANCTONIQUES	10
a) Prélèvement témoin	12
b) Prélèvement essai	12
c) Résultats des observations	12
IV - CONTAMINATION DE LA FAUNE PAR LES METAUX LOURDS.....	13
Mercure	15
Plomb	15
Cadmium	15
V - CONCLUSIONS	16

=====

OPERATION SURVEILLANCE DE L'INCINERATION
DES COMPOSES ORGANOCHLORES EN MER

Cl. ALZIEU et P. MAGGI

I - INTRODUCTION

A la demande du Ministère de l'Environnement, l'I. S. T. P. M. a participé en collaboration avec l'Institut Français du Pétrole, le Commissariat à l'Energie Atomique et le Centre National pour l'Exploration des Océans, à une campagne d'études des nuisances provoquées par les incinérations de composés organochlorés en mer.

La mission qui nous était confiée, consistait à déterminer l'influence de l'incinération sur la physicochimie du milieu marin (en collaboration avec le C. E. A.) d'une part, et sur les organismes zooplanctoniques d'autre part. L'ensemble des mesures ont été effectuées à bord du N/O THALASSA dans la zone spécialement affectée aux navires incinérateurs par les autorités hollandaises soit :

52° 15'N	52° 30'N	52° 35'N	52° 20'N
3° 45'E	4° 00'E	3° 45'E	3° 30'E

Deux bateaux incinérateurs ont pu être contrôlés en opérations ce sont :

le MATHIAS II appartenant à la société "INCIMER"
le VULCANUS de la société "OCEAN COMBUSTION SERVICE".

./....

II - MESURES EN CONTINU DES VARIATIONS DE pH DE L'EAU DE MER

L'influence des retombées d'acide chlorhydrique sur le pH de la couche superficielle (0 à 10 cm) de l'eau de mer, a été mesurée in situ au moyen d'une sonde. Parallèlement, des mesures différentielles entre la surface et moins trois mètres étaient effectuées par l'équipe du C. E. A.

1°) Méthodologie de la mesure

a) Appareillage :

Le système de mesure de marque PONSELLE type PV est constitué par :

- un capteur concentrique dont la résistance de l'électrode de verre est de 1000 mégohms et le potentiel de l'électrode de référence (Ag chloruré dans KCl saturé) est de + 220 mV,
- un boîtier de mesure dont les caractéristiques sont :
 - échelle 0 à 14 pH
 - stabilité $\pm 0,01$ pH
 - reproductibilité $\pm 0,01$ pH,
- un enregistreur périodique PONSELLE type EGA 6bR qui enregistre le signal toutes les 15 secondes et dont la vitesse de déroulement du papier est réglée sur 120 mm/h.

b) Montage :

Le capteur, immergé sous un flotteur à environ 5 cm de la surface de l'eau, est relié au coffret de mesure et à l'enregistreur installés à bord de la THALASSA par un câble coaxial de 30 mètres de long.

2°) Sensibilité de l'appareillage

Plusieurs essais ont été réalisés en statique et en dynamique pour apprécier la précision et la reproductibilité des variations mesurables. Ces tests sont communs à l'ensemble du matériel C. E. A. et I. S. T. P. M. mis en oeuvre pour mesurer les variations de pH.

./.....

a) Essais statiques

Nous avons tout d'abord vérifié la stabilité de la mesure en plaçant l'électrode pH sur le refoulement d'une pompe péristaltique travaillant en circuit fermé. Ensuite, par addition d'acide chlorhydrique normal on détermine la plus petite variation de pH décelable.

L'enregistrement du pH tout au long de ce test (photo n° 1) montre que :

- la mesure est parfaitement stable en régime permanent,
- le débit d'eau pompée n'a aucune influence sur le résultat de la mesure,
- par interpolation, la plus petite variation de pH mesurable et significative est égale à 0,05 unité pH.

Il est à noter que lorsqu'on dispose côte à côte le câble coaxial de mesure et le câble d'alimentation électrique des pompes, la valeur du signal enregistrée est légèrement affaiblie lorsque les pompes sont en marche, mais sa stabilité et sa reproductibilité ne sont en rien affectées.

b) Essais dynamiques

Ce test consiste à mesurer dans le milieu marin lui-même des variations de pH artificiellement provoquées. Pour ce faire, le bateau faisant route à la vitesse de 2,8 km/heure, le flotteur supportant la sonde immergée a été arrosé par une pluie de 700 ml/minute d'acide chlorhydrique normal.

Pendant toute l'expérimentation qui correspond à un enregistrement d'une durée de 17,5 mn, il a été possible d'enregistrer 8 événements correspondant à des variations de pH égales ou supérieures à 0,05 unité. Le tableau n° 1 ci-dessous résume les données relevées (photo n° 2) et donne une indication approximative de la durée des variations.

./.....

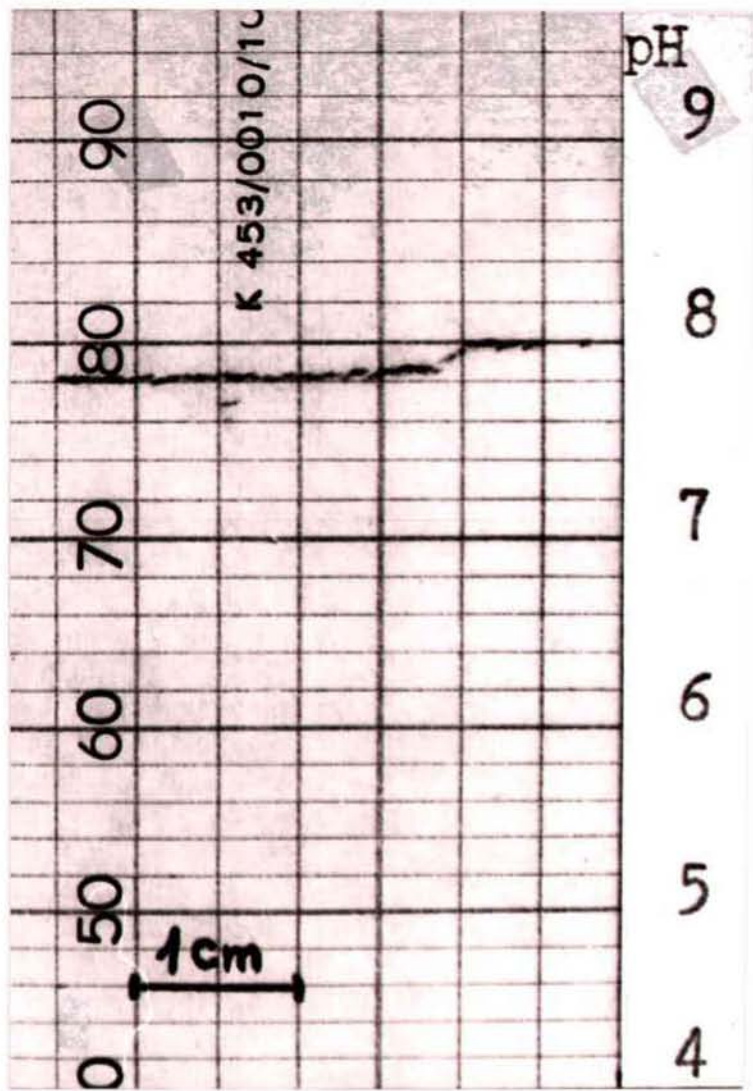


Photo n° 1
Enregistrement du pH
en essai statique

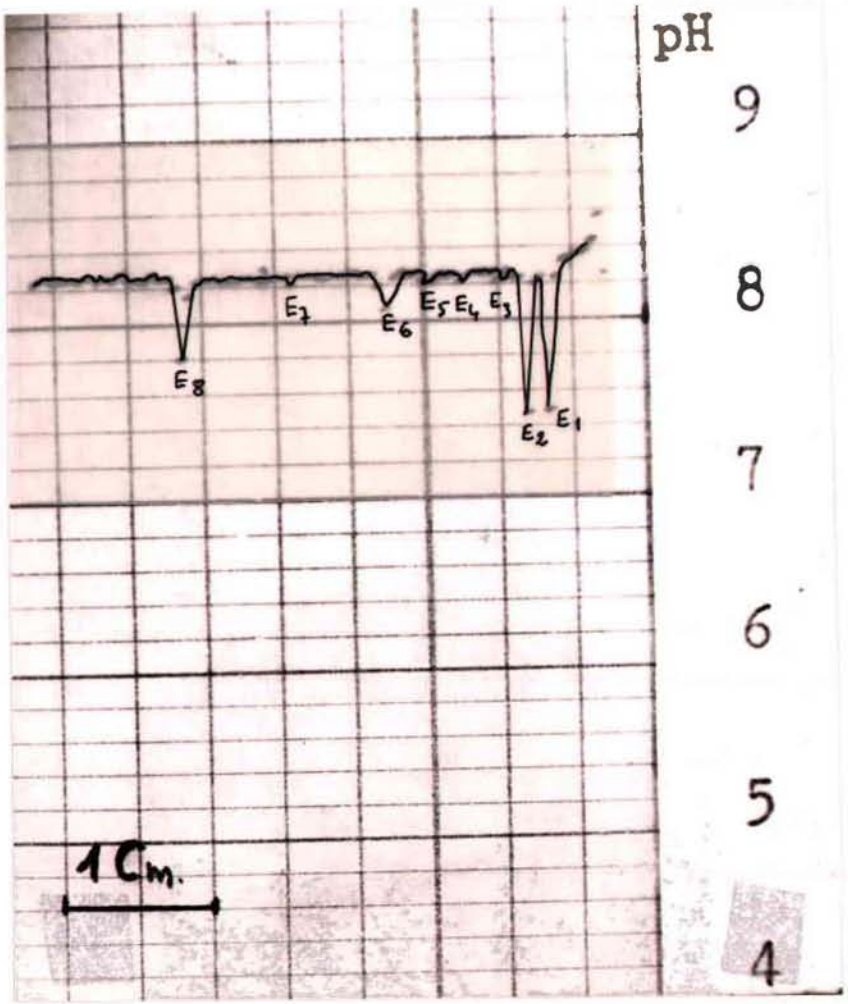


Photo n° 2
Enregistrement du pH
en essai dynamique

Nombre de variations	Amplitude des variations	Durée approximative de chaque variation
4 E ₃ , 4', 5', 7'	0,05	30 s
1 E ₆ ,	0,12	45 s
1 E ₈ ,	0,40	60 s
2 E ₁ , 2'	0,80	30 s

Tableau 1 : Résultats des essais dynamiques.

Les variations de pH ont pu être décelées pendant 4 mn 45 s soit environ 27 % du temps d'expérimentation et chaque variation persiste en moyenne 35 s.

Ces résultats confirment ceux établis en essai statique à savoir que l'on peut mesurer en continu des variations de pH de l'ordre de 0,05 unité.

c) Conclusion

Ces essais ont montré que l'appareillage mis en place pour évaluer les variations de pH de l'eau de mer dues à l'incinération des composés chlorés permet de déceler des variations de 0,05 unité pH persistant au moins 15 secondes.

3°) Mesures dans la zone d'incinération

Un ensemble de radiales a été pratiqué à l'intérieur de la zone d'influence du panache en cherchant à se rapprocher le plus près possible du bateau incinérateur d'une part, et à déterminer le point de retombée maximale d'autre part. Les mesures de pH ont donc été effectuées sur les mêmes radiales que celles utilisées par l'équipe du C. E. A. chargée de l'étude de la pollution atmosphérique.

Les résultats peuvent de ce fait apporter des indications complémentaires. La position du N/O THALASSA par rapport au navire incinérateur a été notée par relèvement radar au début et à la fin de chaque radiale. De même, les conditions météorologiques, direction et intensité du vent, ont été relevées en chaque point particulier.

a) Mesures dans le panache du MATHIAS II

Les premières mesures dans le panache du MATHIAS II, mouillé au $52^{\circ} 20,8$ de latitude N et au $3^{\circ} 42,3$ de longitude E, ont été effectuées le 20 avril 1974 de 18 h 50 à 19 h 40 par vent de nord de force variant entre 6 et 10 m/s et mer peu agitée.

Au cours des radiales A, B et C le N/O THALASSA s'est maintenu entre 185 et 650 m du MATHIAS II et aucune variation significative du pH n'a pu être enregistrée.

Les radiales D, E, F, réalisées le 21 avril de 9 h 14 à 10 h 23 par vent de nord force constante 9 m/s n'ont pas mis en évidence de variation de pH à des distances comprises entre 150 et 520 m du MATHIAS II. La radiale G a été effectuée en dehors du panache à titre de témoin.

L'ensemble des résultats relevés pour les radiales A à G sont indiqués dans le tableau 2 et la position des radiales par rapport au MATHIAS II et à la direction du panache sont indiquées sur le graphique I, page 8.

L'enregistrement des valeurs de pH au cours des radiales E et F est représenté sur la photo n° 3, page 9.

b) Mesures dans le panache du VULCANUS

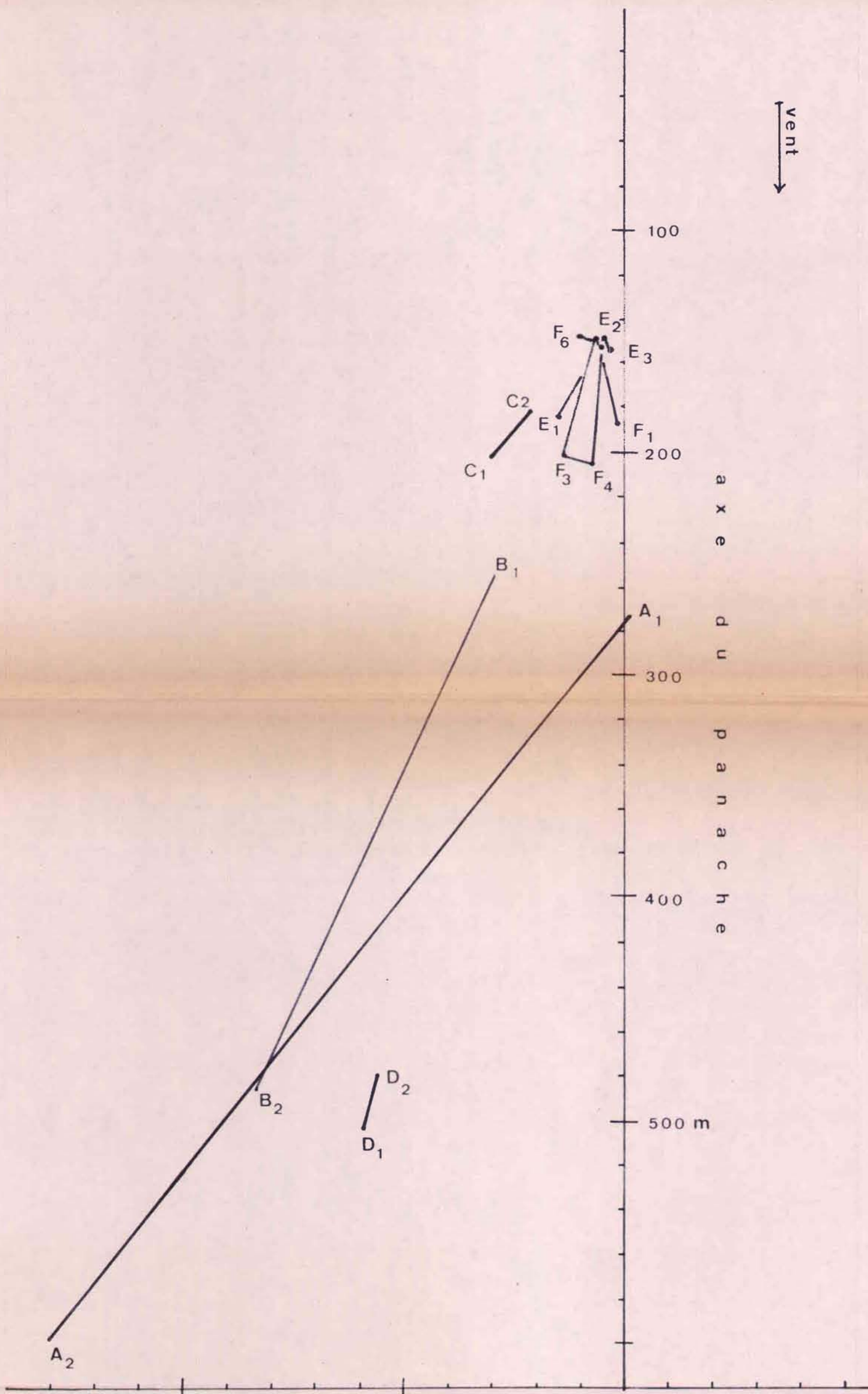
Les radiales H, I, J et K ont été effectuées le 22 avril entre 8 h 40 et 10 h 12, dans le panache du VULCANUS à l'ancrage aux coordonnées $51^{\circ} 16'$ de latitude N et $3^{\circ} 42,0$ de longitude E par vent nord-sud et mer peu agitée.

./....

Radiale	Cap du N/O Thalassa	Distance au navire incinérateur en mètres		Longueur de la radiale en mètres	Vent		Variation maximale de pH	Observations
		Début de la radiale	Fin de la radiale		Cap	m/s		
LE 20 AVRIL 1974								
A	A ₁	349	270	420	350	8	< 0,05	
	A ₂	013		650				
B	B ₁	358	260	250	345	9	< 0,05	
	B ₂	004		510		6		
C	C ₁	002	210	25	345	9	< 0,05	
	C ₂	358		185		10		
LE 21 AVRIL 1974								
D	D ₁	003	520	25	350	9	< 0,05	en totalité à l'intérieur du panache
	D ₂	003		495		10		
E	E ₁	359	190		350	9		
	E ₂	353	150	40	350	9	< 0,05	en totalité à l'intérieur du panache
	E ₃	354		150	350	9		
F	F ₁	351	185		350	9		
	F ₂	354	150			9		
	F ₃	358	200			9		en totalité à l'intérieur du panache
	F ₄	354	205	170		9	< 0,05	
	F ₅	354	150			9		
	F ₆	358		150			9	
G	G ₁	307			350	9	< 0,05	en totalité hors du panache
	G ₂	307				9		

Tableau n° 2 : Surveillance de la zone d'incinération du Mathias II.

MATHIAS II



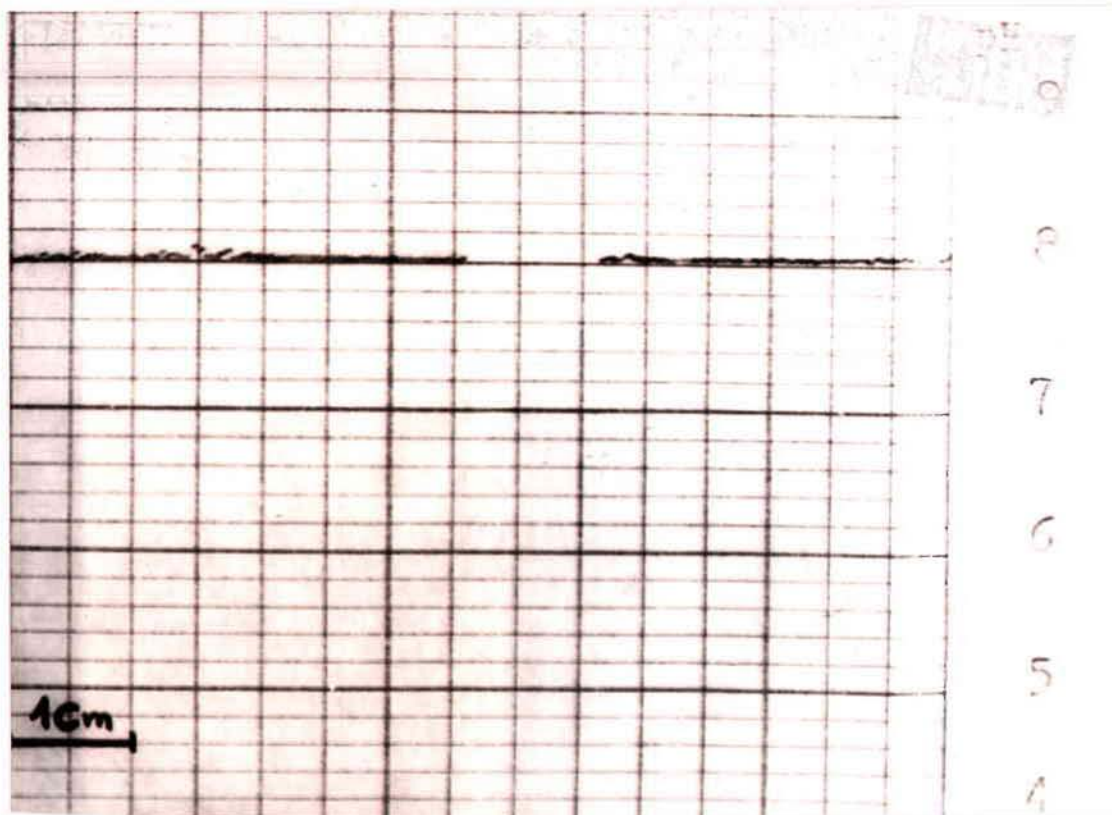


Photo n° 3 : Enregistrement du pH au cours des radiales E et F (Mathias II).

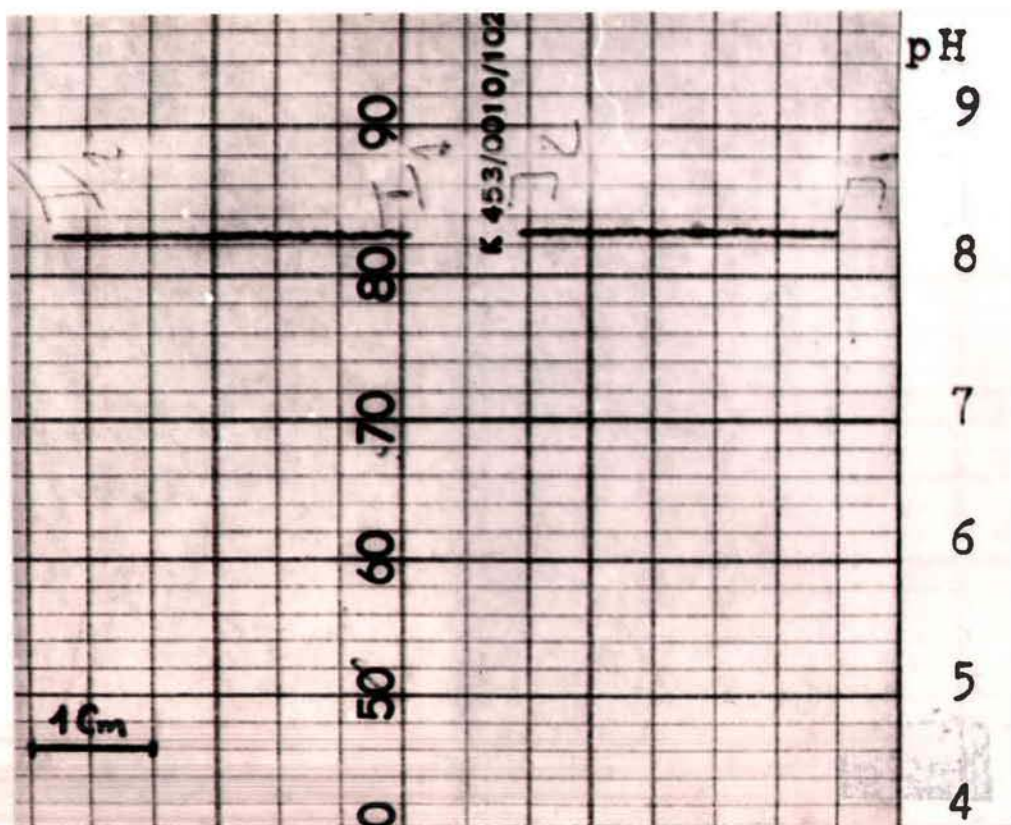


Photo n° 4 : Enregistrement du pH au cours des radiales I et J (Vulcanus).

Les différents points de mesures sont situés entre 110 et 1800 m du VULCANUS et aucune variation significative de pH n'a pu être enregistrée au cours des différentes radiales. Le tableau n° 3 (page 11) réunit les valeurs relevées aux radiales H à K et la photo n° 4 (page 9) représente l'enregistrement du pH pour les radiales I et J (voir graphique II, page 12).

c) Conclusion

Les mesures de pH effectuées sous le panache du MATHIAS II et du VULCANUS permettent d'affirmer que dans les conditions d'expérimentation décrites ci-dessus, les retombées d'acide chlorhydrique n'entraînent pas dans la zone de mesure des variations de pH de l'eau de mer supérieures à 0,05 unité pendant 15 s. On peut donc estimer que l'influence de l'incinération sur la physicochimie du milieu marin est négligeable, le pouvoir tampon du milieu assurant quasi instantanément la neutralisation de l'acide chlorhydrique introduit.

III - EXAMEN DES POPULATIONS ZOOPLANCTONIQUES

A priori il était possible que les retombées provenant des navires incinérateurs manifestent une certaine toxicité pour quelques organismes planctoniques vivant dans les eaux superficielles et créent aussi des déséquilibres dans les populations.

Nous avons donc effectué des traits de plancton dans la zone de retombées des fumées d'une part, et dans une zone témoin d'autre part, pour vérifier l'homogénéité de la représentation planctonique.

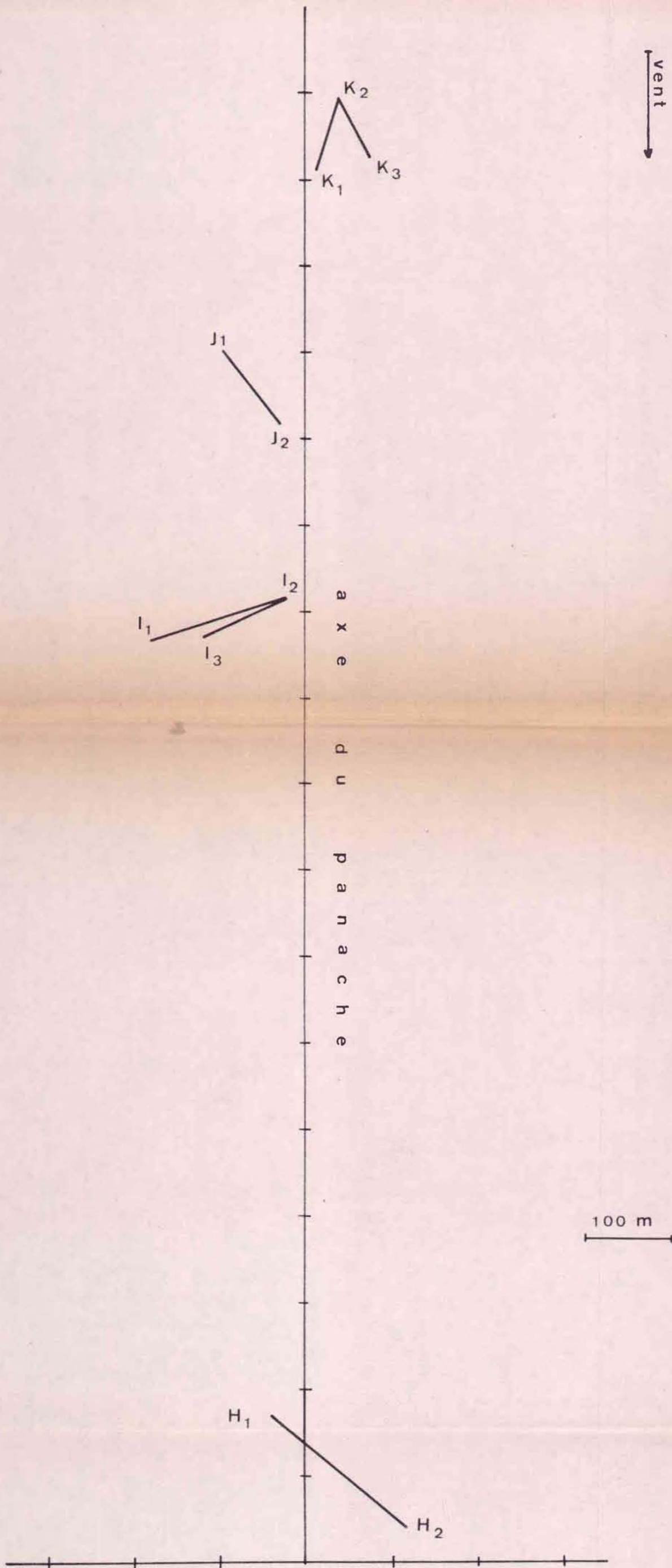
Nous nous sommes intéressés aux organismes zooplanctoniques présents dans deux traits effectués le 21 avril 1974 à partir du N/O THALASSA. Le filet utilisé du type HENSEN, était muni d'un collecteur à oreilles.

Les deux traits, en zone de retombées et en zone témoin, ont été accomplis à la même vitesse (1,5 noeuds) et au même cap, pendant 3 minutes immédiatement sous la surface.

Radiale	Cap du N/O Thalassa	Distance au navire incinérateur en mètres		Longueur de la radiale en mètres	Vent		Variation maximale de pH	Observations
		Début de la radiale	Fin de la radiale		Cap	m/s		
LE 21 AVRIL 1974								
H	H ₁	356	1 600		360	9		sous le panache s'élevant en hauteur
				200			< 0,05	
	H ₂	001		1 800	360	9		
I	I ₁	355	750		340	9		
	I ₂	342	680	275	340	9	< 0,05	
	I ₃	350		740	340	9		
J	J ₁	354	400		340	9		
				95			< 0,05	
	J ₂	344		495	340	9		
K	K ₁	347	190		340	9		
	K ₂	331	110	160	350	6	< 0,05	
	K ₃	328		190	350	6		

Tableau n° 3 : Surveillance de la zone d'incinération du Vulcanus.

VULCANUS



a) Prélèvement témoin :

Coordonnées : 52° 2' N
3° 43' 5'' W

Situation : à 2 milles du MATHIAS II, au vent et avec le courant vers lui.

b) Prélèvement essai :

Coordonnées : 52° 19' 8'' N
3° 42' 8'' W

Situation : à proximité immédiate du MATHIAS II, sous le vent et dans son panache.

c) Résultats des observations :

Les prélèvements ont été examinés quantitativement en fonction des principaux genres planctoniques. La méthode utilisée consiste en un sous-échantillonnage sur cuve Dollfuss (contenance : 50 ml).

Le volume recueilli pour chaque trait était ramené à 500 ml. Après homonénéisation on prélevait 50 ml répartis sur les 200 cases de la cuve Dollfuss. Les dénombrements ont été effectués sur 20 cases réparties au hasard et les chiffres rapportés au volume initial.

Les résultats des numérations sont données dans le tableau n° 4.

	TEMOINS	ESSAIS
Larves d'échinodermes	6 000	5 800
Copépodes	3 900	4 400
Cladocères	300	800
Oeufs de poissons	300	200
Appendiculaires	100	100
Annélides pélagiques	100	100
Larves de décapodes	0	300
Siphonophores	200	0

Tableau 4 : Nombres d'organismes zooplanctoniques, classés par genres, pour chacun de deux prélèvements.

L'ensemble de ces examens ne fait pas apparaître de différence significative dans la composition de ces deux échantillons qui sont de plus, très riches en individus.

Les espèces dominantes se rencontrent parmi les larves d'échinodermes et les copépodes, les différences qui peuvent apparaître au niveau des autres espèces sont vraisemblablement imputables à un sous échantillonnage.

IV-CONTAMINATION DE LA FAUNE PAR LES METAUX LOURDS

Certains métaux ayant été décelés à l'état de trace dans les charges, il convenait de vérifier que l'incinération ne provoquait pas l'introduction dans les chaînes alimentaires d'éléments toxiques cumulables.

Nous avons capturé des spécimens de clupéidés, gadidés, scombridés et autres, au cours de deux chalutages pratiqués dans les conditions suivantes.

- Chalutage n° 1, le 21 avril 1974 du point 52° 35,2 N et 3° 17,0 E au point 52° 32,8 N et 3° 16,8 E par fonds de 42 m et à 13,5 milles de la zone d'incinération.
- Chalutage n° 2, le 21 avril 1974 du point 52° 22,1 N et 3° 39,8 E au point 52° 23,2 N et 3° 37,1 E par fonds de 31 mètres à 3,5 milles de la position du MATHIAS II.

Les teneurs en mercure, plomb et cadmium ont été déterminées dans chaque échantillon par spectrophotométrie d'absorption atomique suivant les techniques analytiques couramment employées à l'I. S. T. P. M. (voir Y. THILBAUD Science et Pêche n° 209 et 221). Les valeurs minimales et maximales, exprimées en mg/kg de chair, rencontrées chez les individus d'une même espèce sont reportées dans le tableau n° 5. De façon générale, les échantillons prélevés au cours de deux chalutages ont des teneurs en métaux lourds sensiblement voisines, ce qui s'explique par les déplacements des bancs de poissons sur de très grandes distances. Ces résultats ^{ne} doivent pas être comparés entre eux, mais à ceux qui sont généralement admis comme normaux pour des zones non contaminées.

E S P E C E S	Chalutage n° 1			Chalutage n° 2		
	Hg	Pb	Cd	Hg	Pb	Cd
Capelans				1,00	3,93	0,12
Chinchards	0,61 à 0,90	< 0,40	0,02 à 0,07	0,17 à 0,33	< 0,40	0,12 à 0,15
Grondins	0,08 à 0,18	< 0,40	0,04 à 0,05	0,15	< 0,40	0,27
Maquereaux	0,10 à 0,14	< 0,40	0,06	0,05 à 0,07	< 0,4 à 0,76	0,08 à 0,16
Maquereaux (*)				0,04 à 0,08	< 0,40	0,08 à 0,13
Merlus	0,16 à 0,24	< 0,40	0,01 à 0,07	0,08 à 0,14	< 0,4 à 3,82	0,04 à 0,05
Morues	0,18	< 0,40	0,08	0,12 à 0,14	< 0,4 à 0,87	0,04 à 0,11
Plies				0,07	< 0,40	0,10
Sprats	0,13	0,50	0,17	0,04	< 0,40	0,15

Tableau 5 : Teneurs en Hg, Pb et Cd exprimées en mg/kg de chairs dans les poissons pêchés en mer du Nord.

(*) Echantillon pêché par l'équipage du MATHIAS II.

Mercure

Ces valeurs sont comparables à celles rencontrées dans les zones non contaminées de l'Atlantique ou l'on admet comme normales des teneurs de 0,07 , 0,10 et 0,12 mg/kg respectivement pour les sprats, les morues et les maquereaux. Les valeurs les plus élevées, 0,9 mg/kg chez le chinchard et 1 mg/kg chez le capelan sont peut être indicatrices d'une légère contamination de ces espèces.

Plomb

Les teneurs en plomb sont très voisines de celles généralement rencontrées chez les poissons pêchés hors des estuaires où l'on considère comme admissibles les valeurs de l'ordre de 0,5 mg/kg. Cependant certains spécimens de merlus et de capelans renferment des quantités non négligeables de cet élément (3,82 et 3,93 mg/kg).

Cadmium

Les quantités de cadmium rencontrées dans nos échantillons sont comparables à celles admises comme acceptables pour des poissons vivant loin des côtes soit 0,08 mg/kg en moyenne.

Les teneurs les plus élevées de ce métal ont été rencontrées chez les grondins et les sprats qui en contiennent respectivement 0,27 et 0,17 mg par kilo de chair.

En conclusion, la recherche dans les poissons de cette région de mer du Nord des métaux lourds considérés comme les plus dangereux, ne fait pas apparaître de teneurs plus élevées que celles considérées comme normales à partir des résultats statistiques obtenus sur des poissons pêchés en Atlantique. Il semble donc que l'incinération des produits chlorés en mer du Nord ne soit pas de nature à présenter un danger pour la faune par accumulation de résidus métalliques : mercure, cadmium et plomb.

V - CONCLUSIONS

La campagne de contrôle des opérations d'incinération de résidus organochlorés en mer du Nord par les navires MATHIAS II et VULCANUS, a permis d'évaluer les risques de telles opérations pour la faune marine.

On peut considérer que, dans les conditions techniques et météorologiques de nos expérimentations, les retombées des vapeurs d'acide chlorhydrique en mer n'entraînent pas de modification de pH du milieu suffisamment importantes pour menacer les populations planctoniques qui a priori paraissent les plus exposées. Cette innocuité est d'ailleurs confirmée par la richesse du zooplancton dans la zone même de retombée du panache.

En conclusion il semble qu'à court terme l'incinération de composés organochlorés en mer soit sans danger pour les êtres vivants. Toutefois, dans l'éventualité d'un accident de navigation ou d'un mauvais fonctionnement des installations d'incinération, il convient de réserver à cette industrie une zone d'opération aussi éloignée que possible des frayères et lieux de pêches.
