

CONTRÔLE SYSTÉMATIQUE DE LA RADIOACTIVITÉ
DE LA MER LE LONG DES CÔTES ITALIENNES
ORGANISATION DES RÉSEAUX DE PRÉLÈVEMENT
D'ÉCHANTILLONS D'EAU ET DE FAUNE MARINE, TECHNIQUES
ET DONNÉES DE MESURE
PROGRAMME DES ÉTUDES ET DES RECHERCHES

par L. ARGIERO, G. DEL CORSO, S. MANFREDINI et G. PALMAS

I — CONTRÔLE SYSTÉMATIQUE DE LA RADIOACTIVITÉ DE LA MER LE LONG DES CÔTES ITALIENNES. ORGANISATION DES RÉSEAUX DE PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS D'EAU ET DE FAUNE MARINE, TECHNIQUES ET DONNÉES DE MESURE.

1^o) Introduction.

En vue d'un futur développement des applications de l'énergie nucléaire et d'une possible contamination de la mer de la part des déchets radioactifs, le laboratoire de Radioprotection du CAMEN avec la collaboration du C.N.E.N., effectue le contrôle périodique de la radioactivité de l'eau de la mer et de la faune marine avec des prélèvements dans les localités suivantes : Venezia, Genova, La Spezia, Ancona, Livorno, Capraia, Bari, Napoli, Alghero, Taranto, Cagliari, Palermo, Pantelleria, Messina.

Les considérations des choix des susdites localités sont :

déplacement uniforme des localités de prélèvement le long de tout le littoral,
considération sur les probables futurs développements de l'énergie nucléaire dans l'Italie
et dans les pays limitrophes,
importance des courants dans la Mer méditerranée,
contrôle des zones d'éventuel enfoncement de déchets radioactifs,
choix des localités en fonction de leur importance pour la propulsion nucléaire navale,
importance du probable apport fluvial en fonction du développement de l'énergie
nucléaire.

Les susdits réseaux sont susceptibles d'être modifiés en rapport avec les éventuelles nécessités futures.

En rapport avec ce que l'on vient d'écrire pour l'eau de mer, on a cru nécessaire d'étudier la radioactivité présente dans la faune marine.

En effet les études faites par plusieurs auteurs ont prouvé que chaque espèce de faune marine, de sa part, présente un facteur de concentration différent pour les divers radioisotopes, pour cela dans la faune marine la concentration des radioisotopes n'est pas celle de l'eau de mer du milieu.

2^o) Technique de prélèvement.

Les prélèvements d'eau de mer sont exécutés semestriellement par les « Capitainerie di Porto », à 3 milles de la côte où d'éventuelles installations portuaires, à 0,5 m de profondeur, de manière à éviter le prélèvement des décharges d'origine biologique ou provenant des navires.

Les échantillons de la faune marine ont été suivis par :

Messina : Institut Experimental thalassographique,
Cagliari : Institut de Zoologie, Université,
Napoli : Station zoologique, Aquarium,
Taranto : Institut thalassographique,
Livorno : CAMEN,
Venezia : Fondation A. CINI, Institut SCILLA.

Les prélèvements sont trimestriels ou semestriels.

Les types d'échantillons prélevés sont : plancton, poissons algofages, poissons de fond, poissons omnivores, *mytilus*.

Chaque échantillon de poisson, d'environ un kg (à l'exception du plancton), est caractéristique de la zone de prélèvement et il est toujours du même type pour tous les prélèvements successifs.

Chaque échantillon de plancton a un poids de quelques dizaines de grammes.

Les échantillons sont gardés avec de la formaline dans de petits sacs de matière plastique.

3^o) Préparation des échantillons.

a) *Eau de mer*.

L'échantillon envoyé par les stations de prélèvement est porté à pH 2 pour éviter la déposition des radioéléments aux parois.

Les microorganismes et les impuretés éventuelles en suspension sont éliminés avec l'addition de Fe⁺⁺⁺ carrier et précipitation suivante comme hydrate.

La détermination de la chlorinité et la connaissance du rapport presque constant de K/chlorinité permet, avec une bonne approximation, de remonter à la valeur de K dans l'échantillon et pour cela à la concentration en ⁴⁰K (1) (2) (3).

La détermination de ¹³⁷Cs et du ⁹⁰Sr est exécutée par la méthode décrite par SUGIHARA et coll. (4).

b) *Faune marine*.

Les échantillons de poissons et de *mytilus* sont subdivisés dans les deux parties : comestibles et non comestibles.

Chaque échantillon a été desséché à 120°C, ensuite il a été pesé et calciné à une température inférieure à 400°C.

Une partie pesée des cendres est mesurée pour son activité β totale.

Les échantillons de plancton sont traités selon ce que CERRAI et coll. ont rapporté (5).

4^o) Résultats des mesures.

Les résultats de quelques mesures d'eau de mer ont été rapportés dans le tableau 1.

Du tableau 1 on peut remarquer comme il y a une variation très petite dans les concentrations relatives à une même station de prélèvement.

En général la concentration du ^{90}Sr change de 0,21 à 0,91 pc/l pendant que celle du ^{137}Cs de 0,165 à 0,481 pc/l.

La détermination de la concentration du strontium élément dans l'eau de mer a donné des résultats variant à peu près 0,01 g/kg d'eau,

Les résultats de quelques mesures de faune marine ont été rapportés dans le tableau 2. La radioactivité β du plancton est d'une façon normale supérieure à celle des poissons et des *mytilus* et elle change de 4,20 jusqu'à 11,19 pc/g.

En moyenne les parties non comestibles ont une radioactivité β supérieure à celle de la partie comestible correspondante.

II — PLAN DE RECHERCHE. RADIOACTIVITÉ DE LA MER EN RAPPORT AVEC L'ENFONCEMENT DES DÉCHETS RADIOACTIFS ET DE SES CARACTÉRISTIQUES OCÉANOGRAPHIQUES.

Les activités nucléaires maritimes intéressent trois sujets différents, chacun pouvant déterminer un accroissement de la radioactivité dans l'ambiance de mer : transport des matières radioactives par la mer ou sur la mer, enfouissement des déchets radioactifs dans la mer ou dans les eaux qui, directement ou indirectement, transportent ces déchets-là à la mer, navires à propulsion nucléaire.

Le problème de la sécurité des activités nucléaires maritimes doit être examiné à deux points de vue : d'un côté le droit des gens et des nations d'expliquer les activités nucléaires au-delà d'un empêchement quelconque, d'un autre côté le droit de la nation à protéger ses côtes et sa pêche contre les dommages qui s'ensuivent des activités nucléaires.

Pour cela l'enfouissement dans la mer des déchets radioactifs doit avoir des valeurs déterminées d'abord.

La destination des matières radioactives dans la mer dépend de : forme chimique et physique du matériel; dilution et diffusion; absorption de la part des sédiments; concentrations de la part des organismes marins.

Pour le choix d'une zone pour l'enfouissement des déchets dans la mer directement ou indirectement ou de la part des navires nucléaires, le plan suivant est nécessaire :

- étude du mouvement turbulent de la mer;
- étude de la circulation dans les stratus profonds et intermédiaires des eaux;
- détermination systématique de la radioactivité de la mer en fonction des caractéristiques océanographiques, par rapport aux eaux territoriales;
- étude sur la vitesse moyenne de change de l'eau parmi les différents stratus;
- recherches sur les actions de sédimentation;
- recherches sur la distribution et la circulation des divers radioéléments de la mer relativement aux organismes marins;
- utilisation de la zone de la part de l'homme.

Avant de faire l'enfouissement dans la mer des déchets radioactifs il est nécessaire de fixer un plan de contrôle, c'est-à-dire un ensemble de mesures pour prévenir les dangers dus aux radiations pendant et après l'enfouissement.

Le plan de contrôle devra être précédé par un mesurage complet et épuisant du fond habituel et encore de la détermination des variations de la radioactivité du milieu.

Les enseignements dérivés seront utiles à évaluer les mesures faites dans le tableau du programme de contrôle plus général.

No	Localité de prélèvement	Date de prélèvement	Chlorinité (Cl ‰)	Salinité (‰)	K (g/kg eau)	⁴⁰ K (pc/l)	⁹⁰ Sr (pc/l)	¹³⁷ Cs (pc/l)
1	Livorno	4. 9.61	19,78	36,66	0,3975	302,0	0,68	0,31
2	Genova	12. 9.61	20,19	37,33	0,4060	308,5	0,24	0,27
3	Napoli	23.10.61	19,65	36,38	0,3959	300,8	0,40	0,35
4	Cagliari	15.11.61	20,68	37,63	0,4163	316,3	0,50	0,48
5	Palermo	27.11.61	20,54	37,52	0,4135	314,2	0,54	0,43
6	Taranto	29.12.61	20,75	37,64	0,4175	317,2	0,21	0,30
7	Ancona	10. 1.62	18,28	36,77	0,3690	280,3	0,77	0,22
8	Bari	18. 1.62	20,33	37,38	0,4096	311,2	0,57	0,16
9	Venezia	12. 3.62	20,61	37,52	0,4149	315,2	0,80	0,34
10	Genova	22. 3.62	19,36	35,95	0,3905	296,7	0,71	0,34
11	Livorno	20. 8.62	19,90	36,84	0,4012	304,8	0,42	0,23
12	Napoli	9. 5.62	20,01	36,76	0,4032	306,3	0,31	0,46
13	Cagliari	14. 6.62	19,64	36,36	0,3959	300,8	0,48	0,33
14	Palermo	26. 6.62	20,81	37,82	0,4204	319,4	0,67	0,48
15	Taranto	30. 6.62	20,19	37,33	0,4066	308,9	0,35	0,29
16	Ancona	16. 7.62	19,29	36,88	0,3882	294,9	0,51	0,28
17	Bari	24. 7.62	20,18	37,30	0,4066	308,9	0,91	0,22
18	Venezia	22. 8.62	19,81	36,67	0,4002	304,1	0,77	0,47

TABLE. 1. — Données sur la radioactivité de l'eau de mer.
La chlorinité a été déterminée à la température de 20°C; densité moyenne 1,024 g/cm³.

No ordre	Sigle	Zone de prélèvement	Date de prélèvement	Nom	Partie traitée	Poids frais (g)	Poids des cendres (g)	β totale poids frais (pc/g)
1	P.01.01	Messina	3.6.62	Plancton		19	9,3270	11,19
2	P.01.02	»	»	<i>Sardina pilchardus</i>	comestible	256	7,1616	1,87
3	P.01.03	»	»	»	non comestible	154	7,1073	1,88
4	P.01.04	»	»	<i>Boops salpa</i>	comestible	286	6,7794	0,68
5	P.01.05	»	»	»	non comestible	286	8,7050	2,05
6	P.02.01	Cagliari	22.6.62	Plancton		23,5	4,9905	6,37
7	P.03.01	Napoli	18.7.62	»		8,0	2,9813	9,06
8	P.03.02	»	»	<i>Mugil cephalus</i>	comestible	192	5,7191	1,79
9	P.03.03	»	»	»	non comestible	125	11,5184	1,98
10	P.03.04	»	»	<i>Engraulis encrasicolus</i>	comestible	136	2,0210	2,00
11	P.03.05	»	»	»	non comestible	84	3,8740	3,71
12	P.04.01	Taranto	4.7.62	Plancton		11	2,4130	4,20
13	P.04.02	»	»	<i>Sardina pilchardus</i>	comestible	238	3,1090	0,25
14	P.04.03	»	»	»	non comestible	125	7,5057	1,43
15	P.04.04	»	»	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	comestible	310	6,1779	1,20
16	P.04.05	»	»	»	non comestible	320	146,33	7,97
17	P.04.06	»	»	<i>Boops salpa</i>	comestible	192,5	6,3389	1,58
18	P.04.07	»	»	»	non comestible	152	13,7125	2,30
19	P.05.01	Livorno	20.8.62	<i>Clibanarius misarthropus</i>	comestible	6	2,5484	10,32
20	P.05.02	»	»	»	non comestible	377	90,31	2,85
21	P.01.06	Messina	10.9.62	<i>Engraulis encrasicolus</i>	comestible	291	6,7869	1,45
22	P.01.07	»	»	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	comestible	333	13,2543	2,56
23	P.01.08	»	»	»	non comestible	243	36,6356	6,63
24	P.01.09	»	»	<i>Diplodus sargus</i>	comestible	138	6,3202	2,08
25	P.01.10	»	»	»	non comestible	79	9,0251	4,76
26	P.01.11	»	»	<i>Pagellus erythrinus</i>	comestible	123	5,8417	1,02
27	P.01.12	»	»	»	non comestible	100	9,4140	2,11
28	P.01.13	»	»	<i>Scorpaena scrofa</i>	comestible	166	4,7952	1,38
29	P.01.14	»	»	»	non comestible	205	9,4008	0,84
30	P.05.03	Livorno	30.9.62	<i>Boops salpa</i>	comestible	340	7,9013	0,60
31	P.05.04	»	»	»	non comestible	552	10,3463	0,56
32	P.05.05	»	»	<i>Sardina pilchardus</i>	comestible	491	9,6017	0,32
33	P.05.06	»	»	»	non comestible	303	6,5036	0,48
34	P.05.07	»	»	<i>Diplodus sargus</i>	comestible	280	4,8670	0,40
35	P.05.08	»	»	»	non comestible	177	26,0012	5,31
36	P.05.09	»	»	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	comestible	165	6,4743	1,32
37	P.05.10	»	»	»	non comestible	93	28,1112	3,16

TABLE. 2. — Radioactivité de la faune marine.

Les mesures de radioactivité sont utiles à deux buts : faire partie d'un programme de recherches et d'étude pour fixer les limites de sécurité à l'enfoncement des recherches et dans une étude postérieure elles serviront de base pour un programme de contrôle régulier.

Dans la description de tout ce qu'on a dit précédemment, le C.A.M.E.N. avec la collaboration de l'Institut hydrographique de la Marine nationale, est arrivé à la décision de faire une détermination systématique de la radioactivité de la mer et des lacs en fonction des caractéristiques océanographiques, relativement à la mer territoriale.

CAMEN Laboratorio di Radioprotezione. S. Piero a Grado. Pisa.

BIBLIOGRAPHIE

- 1) VEBB (D.A.), 1958. — Strontium in sea water and its effect on calcium determinations. — *Nature*, **142**, p. 751.
 - 2) MIYAKE (Y.), 1939. — Chemical studies of the western Pacific Ocean. — *Bull. chem. Soc. Japan*, **14-29**, p. 55.
 - 3) FLEMING (R.H.), 1940. — Composition of plankton. — *Proc. 6th Pacif. Sci. Congr.*, 3.535.
 - 4) SUGIHARA (T.T.) e coll., 1959. — Radiochemical separation of fission products from large volumes of sea water. — *Analytical chemistry*, **31** (1).
 - 5) CERRAI (E.) e coll., 1962. — Misure di radioattività di campioni di zooplancton del Mare Adriatico e del Mare Ligure pescati tra il maggio 1961 ed il gennaio 1962. — *Energia Nucleare*, **9** (3).
-

