

At present the question of radioactive pollution along the coast of Black Sea and Marmara Sea of Turkey is considered very important. Radioactivity levels in these seas have increased from the Chernobyl accident and other uncontrolled releases of certain radioactive waste materials (TOPCUOGLU *et al.*, 1990; GUVEN *et al.*, 1990). In addition, the Danube river and others flow into this sea system carrying contaminated waters from countries with large nuclear facilities.

The radionuclide ¹³⁷Cs has been the major contributor to contamination of the marine environment after the reactor accident at Chernobyl, and it is also the main long-lived component of radioactive fallout which has arisen from nuclear weapon tests. In addition, ¹³⁷Cs enters the marine environment from nuclear reactors. The Marmara and Black Sea have been likewise influenced to some degree by all these sources.

The macroalgae (*Enteromorpha linza*), polychaetes (*Nereis diversicolor*), isopods (*Idothea primastica*), brown shrimp (*Crangon crangon*) and fish (*Proterorhinus marmoratus* and *Syngnathus abaster*) were used in laboratory studies to assess the biokinetics of ¹³⁷Cs. The objectives of the studies were (1) to study the behaviour of ¹³⁷Cs in marine biota under varying environmental parameters, and (2) to obtain better bioindicator organisms for use in our monitoring studies.

The test organisms were obtained from the Kucukcekmece Lagoon (Brackish water) and Marmara Sea at Istanbul. Similar-sized animals and macroalgae were selected and acclimated to the laboratory conditions. ¹³⁷Cs uptake and loss in all samples was measured by using a multi-channel analyzer coupled to a well-type NaI (TI) crystal. An internal ¹³⁷Cs reference standard was used to correct for the different geometries. The overall propagated counting error was generally less than 5% at the 1 level.

The data in Table 1 show that the macroalgae and fish species did not accumulate the radionuclide to any great degree and concentration factors were correspondingly low, ranging from 1 to 6. However, brown shrimp and isopods were found to have a much higher affinity for cesium (Table 1). The results also indicated that salinity and temperature differences did not play an important role in the bioaccumulation of ¹³⁷Cs from water.

The elimination of ¹³⁷Cs from contaminated fish was examined under different temperature regimes. The bioelimination kinetics were clearly biphasic and were influenced by temperatures between 6°C and 16°C. Furthermore, longer biological half-lives were obtained when compared to the other loss experiment with polychaetes.

Cesium concentration factors in the same range as those for macroalgae and fish (*Proterorhinus marmoratus*) have been determined previously for other similar species (GUTKNECHT, 1965; HEWETT and JEFFERIES, 1976). On the other hand, the steady-state ¹³⁷Cs concentration factors in the isopod and brown shrimp were higher than those which have been reported for similar marine invertebrates.

From the data obtained with isopods and brown shrimp, we conclude that these organisms would be useful bioindicators for monitoring these Turkish coastal waters.

Table 1. Parameters for the ¹³⁷Cs biokinetic experiments.

Organisms	Temp. (°C)	Salinity* Regime	CF	K (d ⁻¹)	T _{1/2} (day)	Function
Uptake Experiment						
<i>Enteromorpha linza</i>	6	Lagoon	6	0.15395	4.5	CF=6(1-e ^{-0.15395t})
<i>Nereis diversicolor</i>	16	Lagoon	11	0.11773	5.9	CF=11(1-e ^{-0.11773t})
<i>Idothea primastica</i>	16	Lagoon	32	0.4058	1.7	CF=32(1-e ^{-0.4058t})
	6	Lagoon	33	0.2057	3.4	CF=33(1-e ^{-0.2057t})
<i>Crangon crangon</i>	16	Sea	22	0.1303	5.3	CF=22(1-e ^{-0.1303t})
	16	Lagoon	30	0.22381	3.1	CF=30(1-e ^{-0.22381t})
<i>Proterorhinus marmoratus</i>	16	Lagoon	2	0.13696	5.1	CF=2(1-e ^{-0.13696t})
	6	Lagoon	1	0.10126	6.8	CF=1(1-e ^{-0.10126t})
	16	Sea	3	0.17086	4.1	CF=3(1-e ^{-0.17086t})
Loss Experiment						
<i>Nereis diversicolor</i>	16	Lagoon		0.1267	5.5	Log y=1.960-0.055 X
<i>Syngnathus abaster</i>	16	Lagoon		0.0065	107	Log y=1.865-0.003 X
		Slow comp.		0.4149	1.7	Log y=1.428-0.179 X
	6	Lagoon		0.0044	157	Log y=1.932-0.002 X
		Slow comp.		0.2887	2.4	Log y=0.962-0.123 X
		Fast comp.				

* Salinity was 21.5‰ in sea water and 6‰ in lagoon water.

REFERENCES

- GUTKNECHT J., 1965.- Uptake and retention of cesium-137 and zinc-65 by seaweeds. *Limnol. Oceanogr.*, 10: 58-66.
- GUVEN K.C., PLEVNELI M., CEVHER E., TOPCUOGLU S., KOSE N., BULUT A.M. & BAYULGEN N., 1990.- The radioactivity level of Black Sea marine algae before and after the Chernobyl accident. *Toxicol. Environ. Chem.*, 27: 279-302.
- HEWETT C.J. & JEFFERIES D.F., 1976.- The accumulation of radioactive cesium from water by the brown trout (*Salmo trutta*) and its comparison with plaice and rays. *J. Fish. Biol.*, 479-489.
- TOPCUOGLU S., UNLU M.Y., SEZGINER N., SONMEZ M., BULUT A.M., BAYULGEN N., KUCUKCEZZAR R. & KOSE N., 1990.- The radioactivity level of sea products from the Marmara, Bosphorus and Black Sea after the Chernobyl accident. *3rd National Nuclear Sciences Congress*, pp. 751-756, Istanbul.

Institut de Protection et de Sécurité Nucléaire, Département de Protection de l'Environnement et des Installations, IPSN/CEA, Station d'Etudes Radioécologiques en Méditerranée c/o IFREMER-CT, LA SEYNE SUR MER (France)

La dispersion en mer Méditerranée occidentale des radioéléments véhiculés par le Rhône, et plus particulièrement leur devenir au sein des sédiments ont été étudiés lors de deux campagnes de prélèvements, l'une en Novembre 1990 et l'autre en Mars 1991 (Fig.1a). Ces campagnes s'inscrivent notamment dans le Programme National d'Océanographie Côtière (PNO) dont l'un des objectifs est d'établir le bilan sédimentaire de cette région. Présents dans les eaux du Rhône sous forme dissoute mais également associés à la matière particulaire, les radioéléments artificiels rejetés par les installations nucléaires situées sur le cours du Rhône, constituent autant d'outils pour l'étude des processus dynamiques contrôlant le devenir des polluants anthropogènes dans l'environnement marin (CALMET *et al.*, 1992).

Compte tenu des niveaux de radioactivité et de l'équipement de mesure en spectrométrie gamma directe, 300cm³ de matière sont nécessaires à la mesure. Deux types d'engin de prélèvement ont été utilisés dans le cadre de ces campagnes, une benne Fluchat et un carottier à piston Kullenberg. La benne Fluchat présente une grande section (725cm²) permettant d'obtenir une quantité de matière suffisante pour réaliser un découpage centimétrique de la carotte, cependant sa pénétration ne dépasse pas 30cm environ. Cet engin permet donc d'avoir des profils verticaux assez précis des radioéléments au sein de la couche sédimentaire mais pour une épaisseur restreinte. Le carottier Kullenberg a une section plus faible (environ 50cm²) contraignant à un découpage tous les 10cm de la carotte afin d'obtenir une quantité de matière suffisante. Les profils véhiculés sont moins précis mais concernent une épaisseur de sédiment plus importante, qui atteint 4,3m dans notre cas. Cet engin a donc été utilisé près de l'embouchure du Rhône où les apports sédimentaires sont les plus importants (fig. 1c).

L'ensemble des échantillons (environ 800) est en cours d'analyse par spectrométrie gamma. En fonction de ces résultats les isotopes du plutonium seront quantifiés sur une sélection d'échantillons. L'ensemble des résultats devrait permettre d'établir un bilan de la radioactivité artificielle déposée par les apports rhodaniens sur le plateau continental du Golfe du Lion. En outre, tenant compte des phénomènes de diffusion des radioéléments dans la colonne sédimentaire il sera tenté d'établir le volume de sédiment déposé sur le plateau depuis le début du développement du complexe nucléaire de la vallée du Rhône ainsi que de déterminer les charges particulières véhiculées annuellement par ce fleuve. Des estimations ont été réalisées avec des données acquises jusqu'en 1980 (FERNANDEZ *et al.*, 1991), les résultats des mesures de ces nouveaux échantillons permettront d'affiner ces estimations.

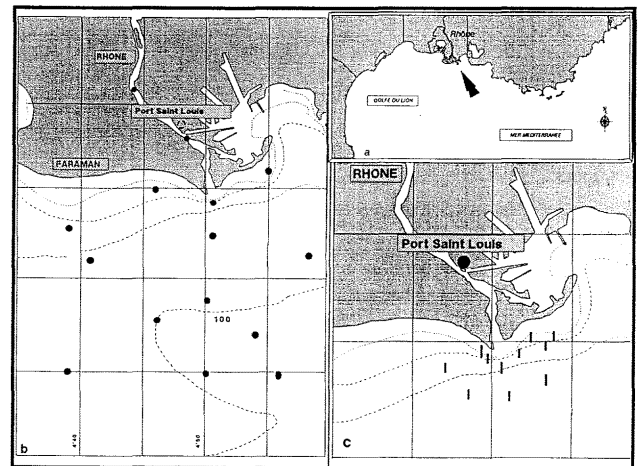


Figure 1: Localisation des prélèvements de sédiment réalisés dans le Golfe du Lion par benne Fluchat (b) et par carottier Kullenberg (c).

REFERENCES

- CALMET D., CHARMASSON S., FERNANDEZ J.-M. & GONTIER G., 1992.- Impact des retombées de l'accident de Tchernobyl sur la distribution des radionucléides anthropogènes du bassin méditerranéen nord-occidental. *Rapport CEA R-5584*, 89p.
- FERNANDEZ J.-M., BADIE C., ZHEN Z. & ARNAL I., 1991.- Le ¹³⁷Cs: traceur de la dynamique sédimentaire sur le prodelta du Rhône (Méditerranée Nord-occidentale). Dans: *Radionucléides in the Study of Marine Processes, Elsevier Applied Sciences*, ed. Kershaw P.J., Woodhead D.S., 197-208.