# En prenant le pouls de la Méditerranée

par Charles Osterberg

Un aboutissement du mouvement écologiste de la dernière décennie est un regain d'intérêt pour les océans. D'aucuns considèrent les océans comme la dernière ressource de l'homme ayant échappé à la contamination et poutant menacée. Ces énormes masses d'eau recouvrent plus des deux tiers de la surface du globe et leur profondeur moyenne est de 3 800 m. Il est clair qu'il y a assez d'eau dans les océans pour diluer les énormes apports de produits polluants, mais on a le sentiment très ferme que la capacité de dilution des océans n'est pas infinie et que les modifications dues aux activités humaines, lorsqu'elles ont commencé, sont difficilement réversibles.

Un simple coup d'oeil sur les mers et les océans représentés sur la mappemonde suffit pour constater que la Méditerranée figure parmi les plus exposés à la menace de pollution. De faible étendue, relativement peu profonde et séparée de l'Atlantique par un seuil étroit à Gibraltar, la Méditerranée est en quelque sorte à elle seule un océan en miniature. Elle est bordée par quelques uns des pays les plus évolués du monde, assortis du cortège de polluants qu'ils fabriquent. Elle est sillonnée par une quantité de bateaux parmi lesquels bon nombre de pétroliers. Il semble évident que, si quelque mal menace les océans, les premiers symptômes doivent en apparaître en Méditerranée.

Le personnel du Laboratoire de radioactivité marine de Monaco s'est rendu compte que sa situation favorable lui permettait de "prendre le pouls de la Méditerranée" et de commencer un examen de santé.

Sur ce qu'il fallait faire d'abord, pas de doute: la radioactivité de la Méditerranée a été évaluée (particulièrement en ce qui concerne le plutonium) et le diagnostic est favorable. Pratiquement, toute la radioactivité de l'eau et des sédiments a pu être attribuée aux retombées mondiales des essais nucléaires des années 1960. Dans l'impossibilité de trouver en Méditerranée une radioactivité sufisante pour pouvoir en tirer des enseigenements significatifs, le laboratoire a fait venir des sédiments des sites des essais thermo-nucléaires américains de Bikini-Eniwetok, ainsi que de la mer d'Irlande au voisinage des tuyaux de rejet de Windscale pour faire des expériences. D'autres expériences furent menées avec du plutonium 237, relativement inoffensif et à courte période, produit spécialemente pour le laboratoire aux Etats-Unis et au Japon. Ces expériences, qui tendent à montrer comment le plutonium circule dans les chaînes alimentaires marines de la Méditerranée, sont encore en cours. Quelques résultats ont déjà été publiés.

Mais à Monaco on était convaincu que, si la Méditerranée était malade, la radioactivité n'était pas la coupable. Aussi, nous fîmes au Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) une proposition pour la surveillance des teneurs des eaux méditerranéennes en hydrocarbures chlorés et en éléments lourds. C'est cette opération qui sera brièvement exposée dans le présent article.

Le **Winnaretta-Singer**, bateau prêté au Laboratoire de Monaco par le Musée Océanographique, est excellent pour de courtes croisières, mais n'a pas d'installation susceptible d'accueillir un équipage scientifique pour des voyages au long cours. De toute évidence, il fallait quelque

---

M. Osterberg dirige le Laboratoire international de radioactivité marine de l'AIEA à Monaco.

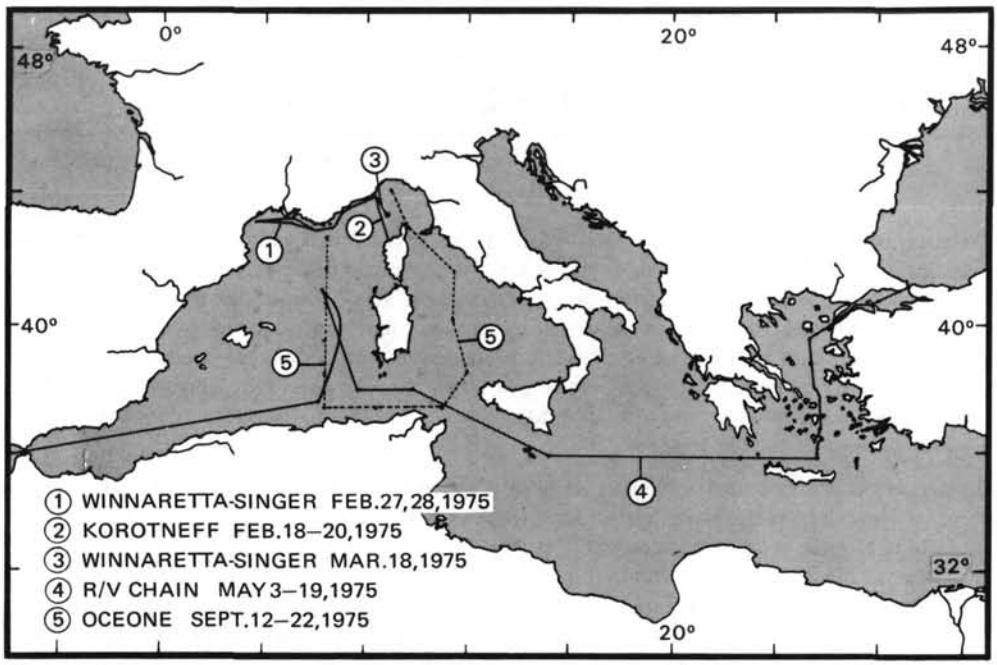
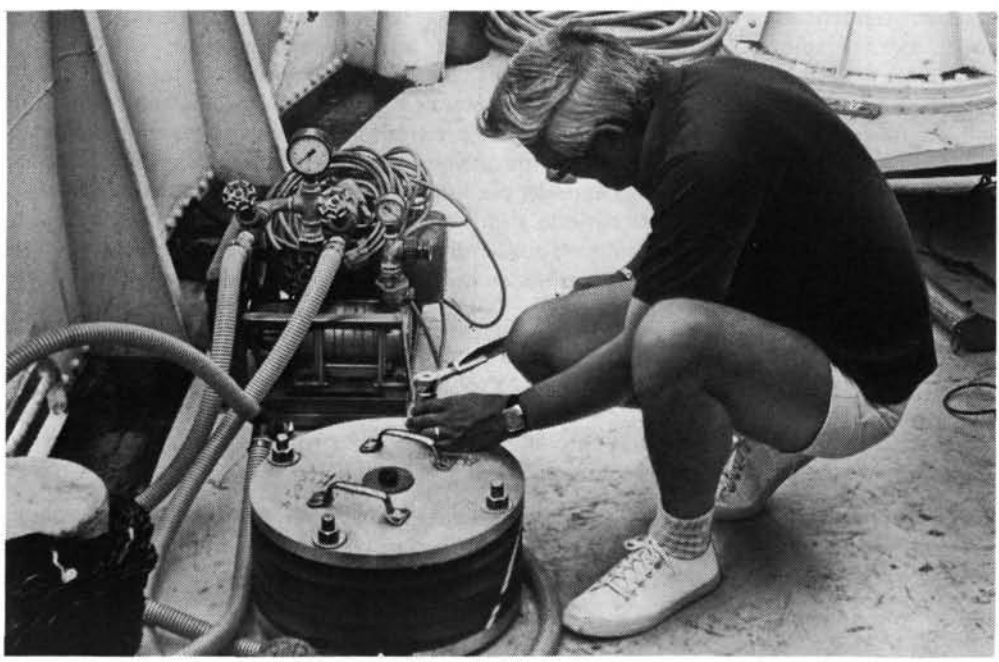



Figure 1: Campagnes de membres du personnel du Laboratoire de l'AIEA à Monaco, dans la Méditerranée.

Figure 2: L'ancien directeur du Laboratoire de Monaco, M. Thomas Beasley, travaille sur un dispositif qui extrait la radioactivité de l'eau de mer par filtration et absorption d'ions.



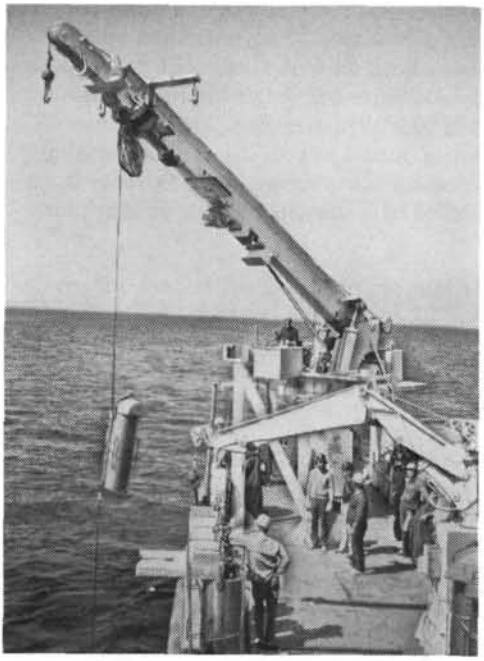


Figure 3: Descente d'une bonbonne Gérard; elle prélevera des échantillons qui serviront à mesurer les diphényles polychlorés de l'eau.

Figure 5: Lang Huynh-Ngoc, au premier plan, spécialiste de la polarographie, aide à fixer une bouteille qui servira à prélever des échantillons d'eau pour analyser leur teneur en éléments lourds.

Figure 4: Jean-Pierre Villeneuve monte l'échantillonneur d'air qu'on utilise pour mesurer l'apport de polluants par l'air à la Mediterranée.

chose de plus grand pour explorer la Méditerranée dans toute son étendue. Heureusement, un bateau de la Woods Hole qui travaillait dans la région accueillit notre équipe, et la plupart des mesures faites en pleine mer eurent lieu à bord du **R.V. Chain.** En outre, pour combler les lacunes et réitérer certaines mesures, nous avons été aimablement autorisés à utiliser le **Korotneff**, bateau de l'Université de Paris basé à Villefranche. Un bateau privé, l'**Oceone** fut également affrété pour 10 jours. Tandis que les relevés dans la zone voisine de Monaco étaient assez denses, les mesures effectuées à l'extrême est et à l'extrême ouest de la Méditerranée étaient maigres. On est en train de faire des projets pour étudier plus complètement ces régions.

Trois séries d'études ont été faites par le groupe de Monaco pour évaluer les taux actuels de pollution de la Méditerranée:

1) Radioactivité
2) Hydrocarbures chlorés (DDT et diphényles polychlorés)
3) Eléments lourds.

Comme il a été dit plus haut, les mesures ont montré que la radioactivité dans la mer, loin de Monaco, était très faible, ce qui semble indiquer qu'en dehors des retombées nucléaires, il n'y a pas d'autres sources importantes de radionucléides qui contaminent le grand large. On a fait des mesures (voir figure 2) après avoir pompé des centaines de litres d'eau de mer à travers un lit d'absorption à disques multiples mis au point par le Laboratoire Battelle-Northwest de Richland (Washington, E.U.). Ce système a été quelque peu modifié à Monaco.

Les diphényles polychlorés et le DDT doivent être recueillis dans des récipients spéciaux qui ne soient pas en matière plastique. Comme la quantité d'eau nécessaire pour un échantillon est importante (jusqu'à 55 litres), on a utilisé la bonbonne Gérard de 200 litres (voir figure 3). (Malheureusement, après avoir rendu des services inestimables une de nos bonbonnes fut perdue au cours d'une croisière et elle repose quelque part sur le fond). L'eau a été recueillie à différentes profondeurs jusqu'à 4000 m (une mesure à grande profondeur au sud de la mer Ionienne). Une fois ramenée à la surface, l'eau est passée à travers une colonne de verre contenant de la résine Amberlite XAB-2, qui possède une certaine affinité pour les diphényles polychlorés). Lorsque 40 à 55 litres d'eau ont traversé la résine, celle-ci est mise dans des récipients scellés et envoyée au laboratoire. Là, après extraction, on chauffe pour vaporiser dans un appareil de chromatographie en phase gazeuse les diphényles polychlorés qui sont analysés qualitativement et quantitativement.

Pour mieux comprendre le mécanisme du passage des diphényles polychlorés de l'air dans la mer, on prélève un échantillon d'air en même temps que les échantillons d'eau (figure 4). Il faut 4 à 5 heures pour recueillir le diphényle polychloré de l'air sur un filtre spécial et l'analyse se fait également par chromatographie en phase gazeuse.

Les résultats de cette étude sont en cours de publication (Marine Pollution Bulletin, 1977), mais on peut dire que les résultats ne sont pas très différents de ceux que l'on a obtenus pour l'Océan Atlantique et la mer des Sargasses. La Méditerranée occidentale contient nettement plus de diphényles polychlorés que la Méditerranée orientale, mais sans excès inacceptable.

On ne peut pas dire grand'chose des éléments traces et des éléments lourds, car les teneurs sont très variables. Les échantillons de ces matières doivent être recueillis dans des bouteilles non métalliques pour éviter la contamination (figures 5 et 6). Des échantillons de petite taille suffisent et l'eau peut être rapportée au laboratoire pour analyse.
La spectrométrie d'absorption atomique permet de déceler et de mesurer la plupart des éléments traces. Les substances biologiques, généralement riches en éléments traces, sont facilement analysées. Pour les teneurs plus faibles enregistrées dans l'eau de mer, une concentration chimique doit précéder l'analyse spectrométrique. Pour 4 ou 5 métaux, on

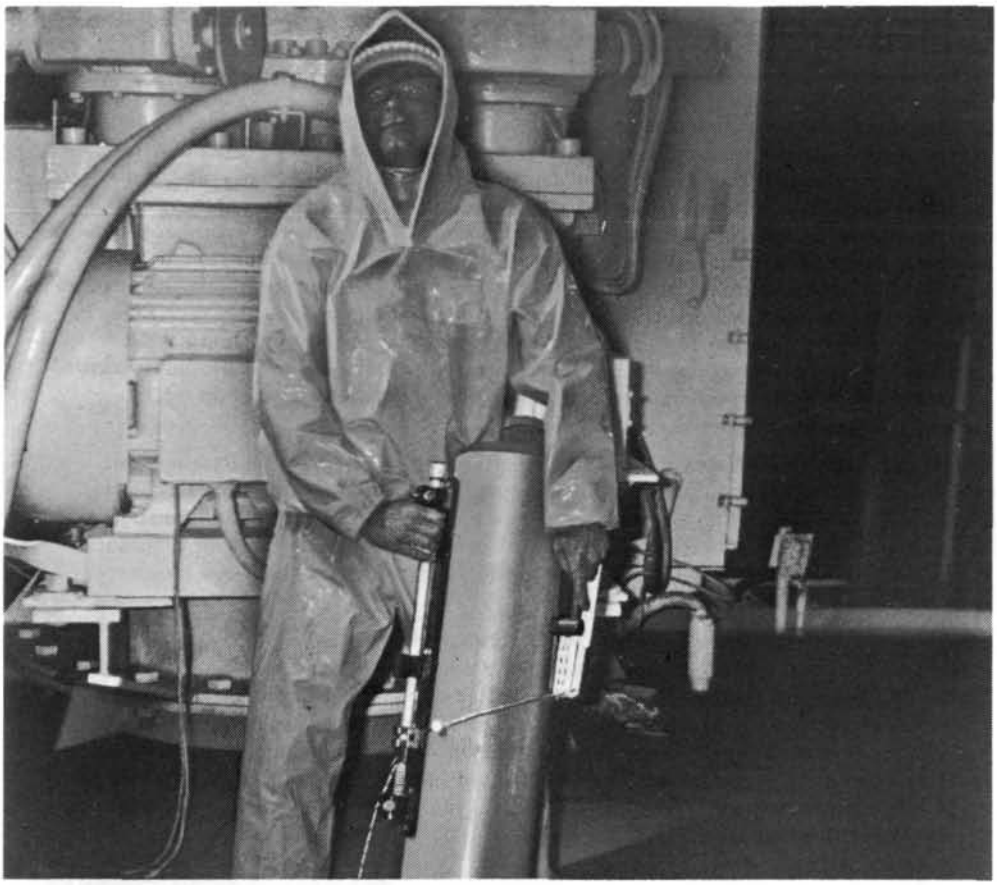


Figure 6: On se mouille en travaillant à l'arrière d'un bateau; M. Dan Elder (responsable du projet sur les diphényles polychlorés) a revêtu le ciré traditionnel pour manier une bouteille avec laquelle on recueille des échantillons d'eau dont on analysera la teneur des éléments lourds.

peut mesurer directement leur teneur dans l'eau de mer par les techniques polarographiques. Un nouveau polarographe destiné à Monaco est commandé, ce qui permettra d'accélérer la réalisation de cette phase des travaux.

La plus grande partie de l'année 1975 a été passée en mer et la plus grande partie de 1976 au laboratoire pour analyser les résultats et les consigner. Le laboratoire de Monaco s'est vu accorder récemment par le PNUE un nouveau contrat important pour poursuivre ses travaux relatis aux polluants dans la Méditerranée et à leurs effets sur les espèces marines (et vice versa). Ainsi 1977 s'annonce comme une nouvelle année assez bien remplie par les missions en mer, surtout en Méditerranée orientale et extrême -occidentale.

Le travail a jusqu'ici consisté pour une bonne part à déterminer les teneurs de référence de certains polluants dans la Méditerranée. Le nouveau programme poursuivra ces travaux, mais il attachera aussi une grande importance sur les procédés et mécanismes d'extraction et de transport des polluants. On ne peut, avant d'avoir élucidé ces problèmes, dire grand' chose sur l'avenir de la Méditerranée et encore moins sur celui de l'Atlantique et du Pacifique. Autant qu'on en puisse juger, la Méditerranée n'est pas aussi malade que sa géographie pourrait le laisser supposer.