

Métaux lourds
 Organochlorés
 Mammifère marin
 Heavy metals
 Organochlorines
 Marine mammal

Recherches de polluants chimiques dans le tissu graisseux d'un dauphin échoué sur la côte méditerranéenne

N. Vicente, D. Chabert

Laboratoire de Biologie Marine, Faculté des Sciences et Techniques de Saint-Jérôme,
 13013 Marseille.

Reçu le 16/2/78, révisé le 14/3/78, accepté le 21/3/78.

RÉSUMÉ

L'analyse du tissu graisseux d'un dauphin commun, *Delphinus delphis*, Linné 1758, échoué sur la côte méditerranéenne française révèle une concentration relativement faible en métaux lourds exprimée en microgrammes par gramme poids humide pour un animal en bout de chaîne alimentaire : Cu : 32,5 ppm, Cd : non détectable, Pb : 3,3 ppm. Par contre les teneurs en composés organochlorés exprimées en microgrammes par gramme poids sec sont très fortes : pp'DDT = 324 ppm, pp'DDE = 75 ppm, pp'DDD = 2,7 ppm, γ HCH = 4 ppm, DP₆ = 700 ppm. Ces concentrations et en particulier celles des PCB (DP₆) sont les plus fortes signalées à ce jour. L'accumulation de ces composés organochlorés dans les tissus ont probablement provoqué la mort de l'animal.

Oceanol. Acta, 1, 3, 1978, 331-334.

ABSTRACT

Chemical pollutants in blubber tissue of a dolphin aground on the mediterranean coast

Analyses of blubber tissue from a common dolphin (*Delphinus delphis*) aground on the French Mediterranean coast, show a relatively low concentration of heavy metals in $\mu\text{g/g}$ wet weight for an animal at the top of the food chain: Cu, 32,5 ppm; Cd, none detectable; Pb, 3,3 ppm. On the other hand, concentrations of organochlorines (in $\mu\text{g/g}$ dry weight) are very high: pp'DDT = 324 ppm; pp'DDE = 75 ppm; pp'DDD = 2,7 ppm; γ HCH = 4 ppm; DP₆ = 700 ppm. These concentrations, and particularly the concentration of PCB (DP₆), are the highest so far observed by the authors, and were probably the cause of the death of the animal.

Oceanol. Acta, 1, 3, 1978, 331-334.

Depuis une dizaine d'années les échouages de dauphins sur les côtes méditerranéennes françaises sont de plus en plus fréquents. Ainsi en 1976, 19 échouages de *Stenella coeruleoalba*, 12 de *Delphinus delphis*, 6 de *Tursiops truncatus* et 3 de *Grampus griseus* ont pu être observés (Duguy, 1977). De nombreuses études de ces échouages ont été faites (Duguy, Cyrus, 1972; Duguy, 1977). Les dauphins ainsi observés sont le plus souvent morts, soit de mort naturelle, soit blessés par les hélices des bateaux ou encore par la malfaisance de l'homme lui-même (par

balles) ou bien victimes de la pollution. Dans ce dernier cas, les individus observés sont quelquefois encore en vie et peuvent survivre pendant de longues heures. De nos jours, ces mammifères marins payent un lourd tribut à la pollution par les polluants chimiques et notamment par les pesticides (DDT et dérivés), les PCB, etc.

Sur la côte méditerranéenne certains secteurs sont favorables aux échouages : plages (Hyères, le Lavandou) baies et lagunes (région du Brus) et il ne se passe pas une année sans que l'on puisse observer ces échouages. Sur

166 observations faites par Duguay et Cyrus (1972), il s'avère que 24,5 % des échouages ont lieu sur le littoral varois qui nous intéresse. Dans la lagune du Brusac depuis 1967 on a pu constater toute la gamme des échouages : ainsi en 1967 une femelle avait été blessée par l'hélice d'un bateau de plaisance et depuis de jeunes dauphins morts, des dauphins adultes apparemment intacts et dont la mort n'a pu être expliquée, ont été trouvés à diverses reprises, surtout durant les mois d'été.

La présente étude porte sur un exemplaire de *Delphinus delphis*, Linné 1758, commun en Méditerranée, qui s'est échoué dans le port du Brusac le 23 août 1977. Les échouages de cette espèce bien décrite par Duguay et Robineau (1973) sont assez fréquents sur la côte méditerranéenne mais cependant moins nombreux que ceux de *Stenella coeruleoalba* (Meyen 1833) qui est l'espèce la plus commune en Méditerranée.

CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCHANTILLON

L'individu observé dans le port du Brusac le 23 août 1977 était une femelle de 2 m de long, pesant une soixantaine de kilogrammes. L'animal s'était échoué la veille, encore en vie il présentait des déséquilibres qui l'obligeaient à demeurer plaqué contre le quai. Dès qu'on l'en écartait, il basculait sur le côté. D'autre part il était soumis à intervalles réguliers à des spasmes qui se répercutaient tout le long du corps. Malgré les soins apportés par un vétérinaire local, l'animal devait succomber au bout de 24 heures. Un prélèvement de tégument et de lard de 4 cm³ environ a été effectué pour l'analyse des métaux lourds, des pesticides et autres composés organochlorés.

ANALYSES DES POLLUANTS

Métaux lourds

Trois éléments ont été dosés, il s'agit du cuivre, du cadmium et du plomb. Pour cela, 3 g de l'échantillon de lard (poids humide) conservé au congélateur à -18°C, ont été minéralisés par un mélange d'acide perchlorique et d'acide nitrique (10 : 2). L'attaque est poursuivie durant toute une nuit dans un bain-marie à 70°C. L'échantillon est ensuite ajusté à 50 ml avec de l'eau distillée. La quantité de substance traitée est suffisante et correspond à ce qui est indiqué dans la méthode utilisée au « Research Laboratory of the National Swedish Environment Protection Board » (Johansson 1975), c'est-à-dire 1 à 5 g de substance (poids humide) ou 0,5 à 1 g (poids sec). Les dosages sont effectués à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption atomique IL 251. Les résultats obtenus sont les suivants : Cu, 32,5 ppm (µg/g humide); Cd, non détectable; Pb, 3,3 ppm (µg/g humide).

Composés organochlorés

Le reste de l'échantillon préalablement déshydraté par lyophilisation pesait également 3 g, quantité de substance correspondant aux prises d'essai chez les poissons gras (5 g poids frais) (Alzieu, 1976). Il est extrait dans un appareil de Soxhlet, pendant 8 heures avec de l'hexane. La phase organique est concentrée à 10 ml à l'aide d'un évaporateur rotatif sous vide, puis purifiée par

addition directe de 2 ml d'acide sulfurique concentré qui permet l'élimination des lipides et autres matières organiques co-extraites de l'échantillon. Après séparation des deux phases, l'extrait organique est analysé avec un chromatographe en phase gazeuse équipé d'un détecteur à capture d'électrons, avec une source de Ni 63. Une dilution au 1/100 a été nécessaire pour effectuer les analyses.

La colonne utilisée est remplie de 3 % OV₁ sur Gas chrom. WHP (80-100 mesh). Les organochlorés dosés sont les PCB (DP₆), le DDT et ses dérivés et le Lindane. La détection du DDT et du DDD est confirmée par une saponification par la potasse alcoolique qui transforme ces composés en leurs dérivés éthyléniques (DDE et DDMU). Les quantités d'organochlorés décelées sont les suivantes (fig.) :

DP₆ = 700 ppm (µg/g-sec),

pp'DDT = 324 ppm (µg/g-sec),

pp'DDE = 75 ppm (µg/g-sec),

pp'DDD = 2,7 ppm (µg/g-sec),

γ HCH = 4 ppm (µg/g-sec).

soit un total égal à 1 105,7 ppm c'est-à-dire plus de 1 g/kg (poids sec) avec une marge d'erreur de ± 5 %, c'est donc une concentration considérable chez ces mammifères marins en bout de chaîne alimentaire.

DISCUSSION

A priori, les taux de métaux lourds rencontrés (Pb, Cu, Cd) ne sont pas assez élevés pour avoir pu causer la mort du dauphin. Les concentrations trouvées sont relativement peu importantes pour un animal en bout de chaîne alimentaire. Le cadmium qui provoque un ramollissement des os est inexistant et le cuivre se rencontre à des concentrations compatibles avec le métabolisme. Ainsi par exemple pour des organismes pélagiques de la Méditerranée les concentrations en cuivre varient de 7 à 71 ppm poids sec et le cadmium de 0,4 à 6,4 ppm, les valeurs les plus fortes étant rencontrées chez les crustacés planctoniques (Fowler, Oregioni, La Rosa 1976). Seul le plomb est à une concentration relativement élevée dans les graisses, or si l'on songe que les plus fortes concentrations en métaux se rencontrent dans des organes comme le foie et le rein, on peut penser qu'elles devaient être élevées dans le cas de l'animal étudié. Des éléments métalliques aussi toxiques que le plomb, le mercure par exemple a été signalé à des taux de l'ordre de 905 ppm dans le foie d'un dauphin de Risso (*Grampus griseus*) par Thibaud et Duguay (1973), et ces auteurs pensent que s'il n'est pas possible de situer le seuil léthal, on peut raisonnablement estimer qu'une telle concentration dans un organe vital comme le foie peut entraîner une mort assez rapide des dauphins. Les métaux lourds doivent être placés parmi les facteurs responsables de la mortalité de nombreux Cétacés en Méditerranée. Mais ce ne sont pas les seuls.

Les pesticides rencontrés (pp'DDT, pp'DDE, pp'DDD, Lindane) et surtout la forte concentration en PCB (DP₆) ont pu causer la mort de l'animal. Les symptômes observés sont d'ailleurs caractéristiques d'une intoxication par les pesticides (déséquilibres, spasmes). Par

ailleurs des effets synergiques avec les métaux lourds peuvent se produire.

Les concentrations de PCB dans l'eau de mer peuvent atteindre couramment en Méditerranée 2,5 ppt (Elder, Fowler 1976) valeur qui peut être considérée comme représentative pour ces eaux mais elles peuvent aussi être supérieures à 100 ppb dans les secteurs pollués, il en est ainsi sur la côte orientale de Floride où les teneurs peuvent atteindre jusqu'à 275 ppb dans l'eau de mer (Duttsman *et al.*, 1971). Dans le golfe de Marseille, Raybaud (1972) a noté des concentrations de 84 ppb en couche ultrasuperficielle.

Dans le microplancton de Villefranche-sur-Mer les PCB peuvent atteindre des concentrations de l'ordre de 4 500 ppb (Elder, Fowler 1976) et dans une zone relativement protégée comme la rade du Brusc l'eau de mer en renferme 0,13 ppb, le plancton 1 500 ppb et les moules 640 ppb (Escoubet, Monod, Vicente, 1976).

Ces données sont très inférieures par rapport à celles de Marchand, Vas, Duursma (1974) pour les zones polluées. Ils indiquent par exemple 6 258 ppb pour les moules du littoral marseillais.

Les analyses de poissons carnivores comme le thon rouge (*Thunnus thynnus* L.) révèlent des concentrations de l'ordre de 16 ppm (communication orale de Monod).

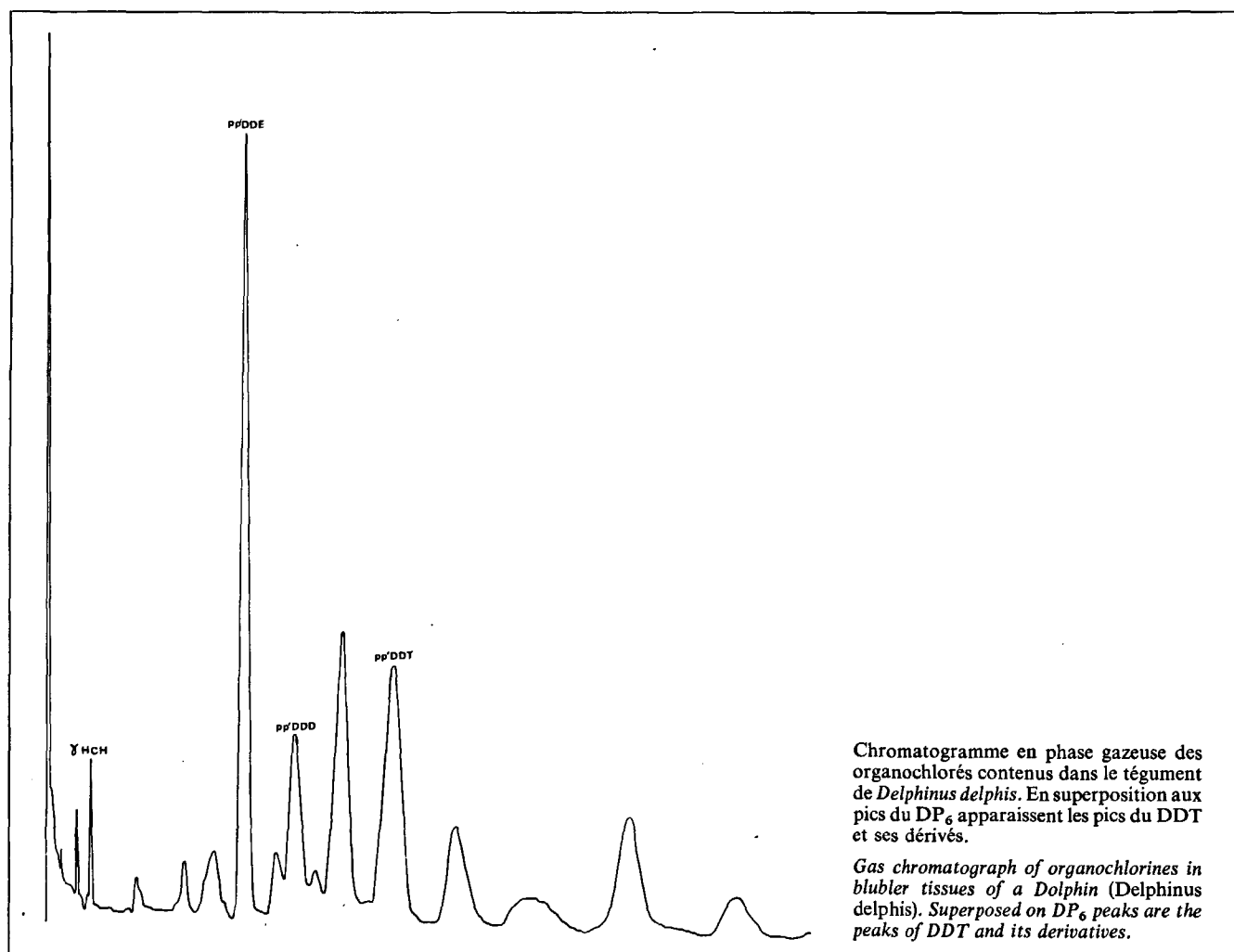
La forte concentration rencontrée chez le dauphin concerne le tégument; le spécimen ayant été enlevé par une entreprise d'équarrissage, nous n'avons pas pu

procéder à des analyses d'organes comme le foie, le cerveau ou la gonade. Or les PCB, peuvent provoquer des affections organiques comme les tumeurs hépatiques par exemple.

De nombreux auteurs ont dosé les pesticides dans les tissus de mammifères marins échoués. Il en est ainsi du DDT et de ses métabolites qui atteignent une concentration de 0,36 ppm dans le tissu graisseux de la baleine grise (*Eschrichtius robustus*) et 6 ppm dans le tissu graisseux du cachalot (*Physeter catodon*) observés en 1968-1969 près de San-Francisco (Wolman, Wilson, 1970). Dans le foie et le tissu nerveux des Cétacés le DDT et ses métabolites peuvent atteindre des concentrations de 5,95 ppm pour le premier et 1,86 pour le second (Anas, Wilson, 1970). En 1971 Lehman et Peterle analysent du tissu graisseux de Globicéphale (*Globicephala melaena*) trouvé près des Iles Faeroe et le tissu nerveux d'un dauphin commun (*Delphinus delphis*) de Méditerranée occidentale.

Les résultats dans les tissus graisseux sont les suivants : 8,4 ppm de op'DDE, 28,5 ppm de pp'DDE, 16,2 ppm de op'DDT, 12,8 ppm de pp'DDD et 2,8 ppm de pp'DDT pour un total de 68,8 ppm pour un poids sec, ce qui est nettement inférieur à la concentration totale de ces éléments dans le tissu graisseux du spécimen étudié qui appartient à la même espèce (401,7 ppm-poids sec).

On constate que la concentration en pp'DDE est près de trois fois supérieure à celle trouvée dans le lard du



glocicéphale et neuf fois plus importante que celle du dauphin commun analysé par Lehman et Peterle, le pp'DDD est en quantité moindre, mais le pp'DDT prédomine avec une concentration près de 110 fois supérieure. Cependant la concentration en DDT de 324 ppm-poids sec n'est pas exceptionnelle puisqu'il est admis couramment que pour une teneur de DDT dans l'eau de mer de l'ordre de 1 ppb, on en retrouve 70 ppb dans le plancton total, 15 ppm dans les poissons planctonophages et jusqu'à 800 ppm chez les marsouins par exemple (Bellan, Pérès 1974). Par ailleurs les PCB qui sont extrêmement toxiques n'ont pas été détectés par Lehman et Peterle.

D'autres analyses effectuées sur de nombreux delphinidés échoués sur les côtes atlantiques (Brisou 1973) ont démontré les fortes concentrations en DDT variant entre 70 et 200 ppm suivant les organes et des taux de l'ordre de 500 ppm ont été trouvés chez un glocicéphale. Les auteurs paraissent être unanimes quant au rôle pathologique des pesticides chez les cétacés. Leur toxicité serait tout à fait prédominante chez des espèces littorales comme le marsouin (*Phocaena phocaena*) dont la population diminue très rapidement sur les côtes européennes : en Hollande (Husson, van Bree, 1976) dans la Baltique (Otterlind, 1976) et sur les côtes françaises (Duguy 1977).

Le mode d'action des pesticides chez les mammifères marins demeure encore obscur. Selon Toussaint (1977) ils pourraient agir de deux manières, soit par une action directe à partir d'un seuil de toxicité provoquant la mort de l'animal, soit par une action indirecte au niveau de la fécondité en faisant diminuer le taux de reproduction. Cette deuxième hypothèse est tout à fait plausible si l'on se réfère aux observations faites chez de nombreuses espèces d'oiseaux où de fortes concentrations de DDT et PCB dans les œufs inhibent leur développement (Bellan, Pérès, 1974, Dajoz, 1977). Des constatations analogues ont été faites chez les œufs de poissons (Ramade, 1977). Quoiqu'il en soit, on ne peut rejeter la première hypothèse car des concentrations très élevées dans les tissus et les organes peuvent provoquer des perturbations comme la réduction du taux de l'hémoglobine du sang ou d'une manière générale l'altération de nombreux processus enzymatiques (Tinsley, 1965, Engel *et al.*, 1970, Janicki, Kinter, 1971, Yap *et al.*, 1971).

De nombreux laboratoires marins, et des organismes officiels comme l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes en France se penchent à l'heure actuelle sur le problème des effets des pesticides sur les mammifères marins.

Malgré les données peu nombreuses dans ce domaine, mais devant le nombre croissant d'échouages en Méditerranée, il n'est pas déraisonnable de penser que la pollution par les pesticides et autres composés organochlorés doit jouer un rôle important au même titre que les hydrocarbures, les détergents et les métaux lourds, et en tout état de cause, il faut tenir compte des synergies probables entre les divers polluants.

Remerciements

Ce travail a pu être réalisé grâce à l'aide du Conseil

Régional Provence-Côte d'Azur et du Groupe Paul-Émile Victor pour la défense de l'homme et de son environnement.

RÉFÉRENCES

- Alzieu C., 1976. Les pesticides organochlorés, in *Étude critique des techniques d'analyses utilisées pour la mesure des pollutions en milieu marin*, Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 40, 1, 5-138.
- Anas R. E., Wilson A. J. Jr, 1970. Organochlorine pesticides in fur seals, *Pestic. Monit. J.*, 3, 4, 198-200.
- Bellan G., Pérès J. M., 1974. *La pollution des mers*, Que sais-je 1555, Presses Universitaires de France, Paris, 124 p.
- Brisou J., 1973. Recherche des pesticides chlorés dans les mammifères marins, *Ann. Soc. Sci. nat. Char. Mar.*, 5, 5-9, 393-396.
- Dajoz R., 1977. La Pollution II. L'éventail des pollutions, in *Encyclopédie de l'Écologie*, Larousse, Paris, 148-230.
- Duguy R., 1977. Rapport annuel des Cétacés et Pinnipèdes trouvés sur les côtes de France, *Ann. Soc. Sc. Nat. Char. Mar.*, 6, 4, 308-317.
- Duguy R., Cyrus J. L., 1972. Note préliminaire à l'étude des Cétacés des côtes françaises de Méditerranée, XXIII^e Congrès, Assemblée plénière de la Ciesm, 3-11 novembre 1972, 1-159.
- Duguy R., Robineau D., 1973. Cétacés et Phoques des côtes de France, *Ann. Soc. Sc. Nat. Char. Mar.*, suppl., 1-93.
- Dustman E. H., Stickle L. F., Blus L. J., 1971. The occurrence and significance of polychlorinated biphenyls in the environment, *Trans. 36th conf. N. Am. wild Nat. Res.*, 7-10 mars 1971, *Wildlife Monog. Inst.*, Washington DC, 118-33.
- Elder D., Fowler S. W., 1976. Chlorinated hydrocarbons in a pelagic community, in *Activities of the International Laboratory of Marine Radioactivity*, Iaea, 187, 158-165.
- Engel R. H. *et al.*, 1970. Sublethal chronic effects of DDT and Lindane on glycolytic and gluconocogenic enzymes of quahog, *Fao*, 9-18, XII, E/13.
- Escoubet P., Monod J. L., Vicente N., 1976. Concentrations en pesticides (PCB et résidus de DDT) dans l'eau et dans les mollusques de la zone des Embiez (Var-France), *Colloque de la Soc. Fr. Malacologie*, Ile des Embiez, 13-17 septembre 1976, *Haliotis* (sous presse).
- Fowler S. W., Oregioni B., La Rosa J., 1976. Trace metals in pelagic organisms from the Mediterranean Sea, in *Activities of the International Laboratory of Marine Radioactivity*, Iaea, 187, 110-122.
- Husson A. M., Bree J. P. H. van, 1976. Strandingen van Cetacea op de Nederlandse kust in 1974 en 1975, *Lutra*, 18, 2, 25-32.
- Janicki R. H., Kinter W. B., 1971. Inhibition of Na⁺, K⁺, Mg⁺⁺ ATPases in the intestinal mucosae and gill of marine teleost by DDT, *Nature New Biol.*, 233, p. 148.
- Johansson C. G., 1975. Digestion methods for the determination of the total content of heavy metals, in *Manual of Methods in aquatic environment research*, *Fao Fish. Tech. Pap.*, 137, p. 200.
- Lehman J. W., Peterle T. J., 1971. DDT in Cetacea, in *investigations on Cetacea*, G. Pilleri III, 2, 349-351.
- Marchand M., Vas D., Duursma E., 1974. Résidus de DDT et de Polychlorobiphényles (PCB) dans les moules, le sédiment et le plancton de la côte Nord-Ouest méditerranéenne, II^e Journée d'Études Pollutions, Ciesm, Monaco, 171-174.
- Otterlind G., 1976. The harbour porpoise (*Phocaena phocaena*) endangered in Swedish waters, *International council for the exploration of the sea*, CM 1976/N, 1-6 Marine mammals committee.
- Ramade F., 1977. *Écotoxicologie*, Masson, Paris, 205 p.
- Raybaud H., 1972. Les biocides organochlorés et les détergents anioniques dans le milieu marin, Thèse Doct. Spéc. Océano. Biol., Aix Marseille II, 1-64.
- Tinsley I. J., 1965. DDT ingestion and liver Glucose-6-phosphatase dehydrogenase activity, *Biochem. Pharmacol.*, 14, 847-851.
- Toussaint P., 1977. Contribution à l'étude des facteurs de mortalité chez les Cétacés des côtes de France, Thèse doct. vétérinaire, École Nationale Vétérinaire, Toulouse, 51, 1-68.
- Thibaud Y., Duguy R., 1973. Teneur en mercure chez les Cétacés des côtes de France, *Ciesm*, Lisbonne, 1-8.
- Wolman A. A., Wilson A. J. Jr, 1970. Occurrence of pesticides in whales, *Pestic. Monit. J.*, 4, 1, 8-9.
- Yap H. H. *et al.*, 1971. Sensitivity of fish ATPases to polychlorinated biphenyls, *Nature*, 233, p. 61.