



HAL
open science

Contamination de mouettes rieuses (*Larus ridibundus* L.) en Sologne par les résidus organochlorés

J.F. Terrasse, M. Terrasse

► **To cite this version:**

J.F. Terrasse, M. Terrasse. Contamination de mouettes rieuses (*Larus ridibundus* L.) en Sologne par les résidus organochlorés. *Revue d'Écologie*, 1971, 1, pp.76-85. hal-03531410

HAL Id: hal-03531410

<https://hal.science/hal-03531410>

Submitted on 18 Jan 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

CONTAMINATION DE MOUETTES RIEUSES
(*LARUS RIDIBUNDUS* L.)
EN SOLOGNE PAR LES RESIDUS ORGANOCHLORES

par J.F. TERRASSE et M. TERRASSE *

En compagnie de Serge Chevallier, nous visitâmes le 19 mai 1969 une colonie de Mouettes rieuses située à la limite des communes de Saint-Viatre et de Marcilly, en Sologne. Il nous apparut aussitôt qu'un fort pourcentage d'œufs étaient cassés, avec une coquille amincie et fragile, parfois en partie absente ; par ces lacunes la membrane coquillière était apparente. Ayant immédiatement pensé à une éventuelle contamination par des insecticides organochlorés nous avons récolté quelques œufs dans plusieurs nids, aux fins d'analyse. Cinq d'entre eux (n° 1 à 5) avaient un aspect normal, alors que deux autres (n° 6 et 7) avaient une coquille incomplète (Fig. 1). Les œufs 1, 2 et 5 contenaient un embryon de quelques jours.

Sur ces spécimens trois types de tests furent effectués : 1) l'analyse chimique du contenu des œufs, 2) la pesée de la coquille et 3) la mesure de l'épaisseur de cette dernière. Voici les résultats obtenus.

ANALYSE DU CONTENU DES ŒUFS. — Celle-ci fut effectuée à l'Université d'Utrecht, Pays-Bas, par le Dr J.H. Koeman, grâce à l'intermédiaire du Dr M.J. Bijleveld. Nous tenons à remercier ici ces deux collègues pour leur aide précieuse. La méthode employée fut la chromatographie en phase gazeuse.

Voici les résultats obtenus, exprimés en p p m (partie par million).

* Adresse : 2, place Jean-Baillet, 92 - La Garenne. Cette note préliminaire a été présentée en novembre 1970 au Colloque Ornithologique Interrégional de Dijon.

TABLEAU 1

Teneur du contenu des œufs 1 à 7 en divers organochlorés

Cœufs N°	Total p p m d'organo-chlorés	H.C.B. Hexa-chloro benzène	pp'DDE	Dieldrine	PCB	Epoxide Hepta-chlore	Lindane
1	2,20	0,50	0,96	0,15	3,4	0,19	—
2	19,42	0,08	2,2	—	17,0	0,14	—
3	2,82	0,08	0,06	—	1,8	0,33	0,55
4	4,47	0,12	0,25	0,30	2,2	1,6	—
5	26,78	0,14	3,3	0,06	23,0	0,28	—
6	6,79	0,96	1,4	0,26	3,9	0,27	—
7	8,02	1,0	1,9	0,12	4,7	0,30	—

- H C B : 1, 2, 3, 4, 5, 6 - Hexachlorobenzène.
- pp'DDE : 1,1 - dichloro - 2,2 bis (p - chlorophenyl) éthylène.
- Dieldrine : au moins 85 % de 1, 2, 3, 4, 10, 10 - hexachloro - 6, 7 - epoxy - 1, 4, 4a, 5, 6, 7, 8, 8a - octahydro - 1, 4 - endo-exo - 5, 8 - dimethano - naphthalène.
- P C B : Biphényles polychlorés.
- Epoxyde Heptachlore : 1, 4, 5, 6, 7, 8, 8 - heptachloro - 2, 3 - epoxy - 3a, 4, 7, 7a - tetrahydro - 4, 7 - methanoindane.
- Lindane : 1, 2, 3, 4, 5, 6 - hexachlorocyclohexane, contenant au moins 99 % de l'isomère gamma.

Le pp'DDE est un métabolite du DDT, alors que l'epoxide heptachlore est un métabolite de l'heptachlore.

Poids des coquilles : Après une dessiccation de trois mois à température ordinaire nous pesons les coquilles vides des 5 œufs intacts.

— N° 1	1,831 g	} Moyenne : 1,909 g
— N° 2	1,772 g	
— N° 3	1,704 g	
— N° 4	2,180 g	
— N° 5	2,060 g	

Ce chiffre est nettement inférieur à la moyenne européenne telle qu'elle est indiquée dans *Oologica Belgica* de R. Verheyen, calculée sur des grandes séries, soit, pour les Pays-Bas : 2,19 g ; pour la Grande-Bretagne : 2,26 g et pour l'Allemagne : 2,30 g.

Néanmoins, comme le souligne Hickey (1969) il importe de comparer des œufs de même origine pour éliminer les variations possibles d'une population à l'autre.

Épaisseur de la coquille : C'est la méthode de choix permettant de mettre en évidence une contamination par les organochlorés.

Les travaux de Ratcliffe (1967), Anderson et Hickey (1968, 1969) ont signalé l'apparition d'œufs à coquille amincie chez plusieurs espèces de Rapaces et d'oiseaux piscivores : l'Aigle royal, le Faucon pèlerin, l'Épervier, le Goéland argenté en Angleterre ; le Faucon pèlerin, le Faucon de prairie, le Balbuzard, le Pygargue à tête blanche, le Pélican brun, le Pélican blanc, le Cormoran, le Goéland argenté aux Etats-Unis.



Fig. 1. — Œufs de Mouette rieuse recoltés en Sologne dans des nids voisins : les deux œufs de droite sont d'apparence normale, alors que les deux de gauche ont une coquille amincie et incomplète, écrasée par la couveuse (photo Serge Chevallier).

Anderson et Hickey (1969) ont mis en évidence une relation linéaire inversement proportionnelle entre la concentration de l'œuf en D D E et P C B et le taux d'amincissement de la coquille chez le Pélican blanc américain (*Pelecanus erythrorhynchos*) et le Cormoran à double crête (*Phalacrocorax auritus*) ainsi que chez le Goéland argenté (*Larus argentatus*).

Expérimentalement, on a pu reproduire ce phénomène au Patuxent Wildlife Research Center en nourrissant des oiseaux (*Anas platyrhynchos*, *Falco sparverius*) avec un régime contenant des quantités connues de D D E, D D T et Dieldrine (Heath et coll., 1969 ; Porter et coll., 1969). Le même amincissement de la coquille a été obtenu en ajoutant des quantités connues de D D T au régime alimentaire de la Caille japonaise (Bitman et coll., 1969).

L'épaisseur de la coquille a été calculée en faisant la moyenne de 10 mesures par œuf, avec un palmer auto-bloquant précis au 1/100 de mm, sur la partie la moins courbe de la coquille. Toutes les mesures ont été effectuées sur des coquilles comprenant leur membrane, par le même opérateur.

N'ayant pu trouver d'œufs de *Larus ridibundus* de référence provenant de Sologne, nous avons utilisé :

— 2 œufs des collections du Laboratoire d'Ornithologie du Muséum de Paris collectés à la fin du siècle dernier, mesurant tous deux 30/100 de millimètre.

— 1 œuf d'une collection privée, récolté en 1917, et mesurant 31/100 de millimètre.

Voici, par contre, les valeurs obtenues sur les 3 œufs de Sologne testés et le pourcentage de diminution :

Epaisseur de la coquille en centième de millimètre	Diminution d'épaisseur par rapport aux œufs témoins
22/100	— 26 %
27/100	— 10 %
24/100	— 20 %

DISCUSSION DES RESULTATS

Le DDT (à l'origine de la formation de DDE dans l'organisme) l'heptachlore, le Dieldrine et le Lindane, sont des insecticides utilisés en agriculture. Les corps de la famille des PCB sont largement utilisés dans un grand nombre d'industries (matières plastiques, peintures, vernis, etc.) et sont donc des polluants d'origine industrielle.

Tous ces composés chimiques d'origine synthétique, utilisés depuis peu d'années (le premier d'entre eux, le DDT remonte seulement à la dernière guerre), sont maintenant largement répandus dans la biosphère. Leur présence a pu être mise en évidence dans la plupart des êtres vivants analysés sur tous les continents, y compris l'Antarctique (Tatton et Ruzicka, 1967). Même les PCB d'origine plus récente sont maintenant présents un peu partout et ont été trouvés dans les organismes vivants des deux côtés de l'Atlantique (Jensen, 1966 ; Widmark, 1967 ; Holmes et coll., 1967 ; Risebrough et coll., 1968). Les poissons, les mollusques et les oiseaux de Hollande en contiennent (Koeman et coll., 1969). On les a trouvés également dans les eaux de pluie d'Europe (Wheatley

et Hardman, 1965 ; Tarrant et Tatton, 1968) et d'Amérique du Nord (Cohen et Pikerton, 1966), les poussières au-dessus de l'Atlantique (Risebrough et coll., 1968), etc.

Les Mouettes rieuses qui nichent en Sologne peuvent donc se contaminer de multiples manières :

— Tout d'abord sur les lieux d'estivage et d'hivernage connus par les résultats du baguage et qui s'étendent sur les côtes Atlantiques de la France et de la Péninsule Ibérique. Les milieux fréquentés sont essentiellement la zone littorale, avec une préférence pour les estuaires, les ports, les villes — donc les zones hautement polluées.

— Le retour sur les lieux de nidification, qui a lieu en mars-avril, implique un voyage ; la métabolisation des lipides de réserve que cela entraîne libère dans l'organisme les pesticides stockés dans les graisses, ceci juste avant la période de reproduction.

— Sur les lieux mêmes de la nidification, les Mouettes s'exposent de plus en plus à une intoxication par les insecticides. En effet, cette région de Sologne évolue rapidement de la polyculture traditionnelle vers un type de monoculture où le maïs prend une place grandissante. Sur les 13 000 ha des communes de Saint-Viâtre et de Marcilly, 50 ha étaient cultivés en maïs en 1964, 500 ha en 1968, et la progression s'amplifie (J. Hesse, in litt.). Cette graminée nécessite des traitements étalés dans le temps : les semences sont traitées, puis un « engrais starter » additionné de lindane, heptachlore ou aldrine est injecté à 7-8 cm dans le sol (200 litres à l'ha). L'apparition récente de la pyrale du maïs nécessite de plus des traitements au DDT et à l'heptachlore par épandage. On envisage même l'utilisation d'avions ou hélicoptères en cas d'extension (J. Hesse, in litt.). Par ailleurs un désherbant contenant un organochloré est utilisé en mai-juin et nous avons vu un ouvrier agricole remplir sa citerne et rincer ses bacs à la bonde même de l'étang où nichait cette colonie de Mouettes. Les rieuses, à cette saison, se nourrissent presque uniquement d'insectes et de vers qu'elles ramassent dans les champs, volant en essaims derrière les tracteurs. Les vers de terre entre autres jouent sans doute un rôle important dans cette transmission des polluants.

En Brenne, en mai 1970, tous les poussins d'une colonie de Mouettes rieuses sont morts subitement sans cause apparente. L'analyse réalisée au Laboratoire de pathologie de l'École Vétérinaire de Maisons-Alfort n'a pas permis d'en trouver la cause. Il n'a malheureusement pas été réalisé de recherche toxicologique qui aurait pu mettre en évidence un empoisonnement possible par les pesticides, la culture du maïs et son cortège de traitements ayant, là aussi, supplanté l'agriculture traditionnelle (G. Vernes, com. or.).

Il ne semble pas que la Mouette rieuse ait fait l'objet d'études quant à sa sensibilité aux organochlorés. Les variations d'une espèce à l'autre sont trop importantes pour qu'il soit possible d'extrapoler. On peut néanmoins donner quelques points de comparaison à titre indicatif.

Lockie et Ratcliffe (1967) ont montré que des taux de 1,44 à 6,90 ppm d'organochlorés provoquaient le bris des œufs des Aigles royaux (*Aquila chrysaetos*) en Ecosse. Lockie, considérant la seule Dieldrine, observe qu'un taux de 1 ppm dans le contenu de l'œuf est le seuil critique induisant le bris de la coquille.

Ratcliffe (1967) signale le cassage des œufs du Faucon pèlerin en Grande-Bretagne avec des résidus de 12,7 et 17,4 ppm d'organochlorés.

Wurster et Wingate (1968) attribuent le déclin de la reproduction du Pétrel des Bermudes (*Pterodroma cahow*) à des résidus de 3,61 à 11,04 ppm d'organochlorés par œuf.

Les taux de 2,20 à 26,78 ppm d'organochlorés trouvés dans les œufs de Mouettes rieuses de Sologne sont donc assez considérables pour qu'une étude plus approfondie soit envisagée.

En ce qui concerne l'épaisseur des coquilles, Anderson et Hickey ont trouvé aux U.S.A. une diminution de — 4,5 % chez le Cormoran et — 8,3 % chez le Pélican blanc. Chez le Faucon pèlerin aux U.S.A. la perte d'épaisseur dépasse souvent — 20 %. Au stade ultime, l'œuf casse sous le simple poids du couveur. C'est ce qui s'est passé en 1969 en Californie, où sur 1 000 œufs de Pélicans bruns, seulement 8 ne furent pas cassés. La perte d'épaisseur atteignait alors — 53 % (Hickey, in litt.).

Dans la colonie étudiée en Sologne, on trouve tous les intermédiaires entre l'œuf d'apparence normale, ceux qui se brisent spontanément et ceux qui présentent des défauts de constitution par manque de calcium. Larigauderie (com. or.) avait déjà remarqué la fragilité des œufs de Mouettes rieuses dans cette région depuis 1966 - 1967.

Les taux de diminution de l'épaisseur de la coquille de nos 3 œufs (— 10 % à — 26 %) sont suffisamment importants pour ne pas être pris à la légère. D'autant plus que la rapide régression en France de deux autres espèces, le Faucon pèlerin et l'Épervier (pour lesquels le rôle des organochlorés a été mis en évidence en Grande-Bretagne et aux États-Unis), a sans doute la même origine.

En 1969 également, nous avons récolté la ponte abandonnée d'un couple de Busards des roseaux (*Circus aeruginosus*) qui nichait à 1 km environ de la colonie de Mouettes rieuses. Voici les chiffres obtenus par le même laboratoire sur un échantillon du mélange des 4 œufs (en ppm).

Total d'organochlorés	H C B	pp'DDE	Dieldrine	P C B	Epoxide Hepta-chlore	Lindane
37,81	0,05	6,4	0,56	30,0	0,80	—

Les résidus de P C B sont, là encore, en quantité importante.

D'autres analyses effectuées en 1969 sur des œufs prélevés en Lorraine par J.J. Marquart donnent les chiffres de P C B suivants :

	PCB	Total ppm d'organochlorés
Mélange de 2 œufs de <i>Buteo buteo</i>	1,3	3,11
1 œuf de <i>Milvus milvus</i>	3,7	8,65
1 œuf de <i>Milvus migrans</i>	5,7	14,66
1 juvénile de <i>Milvus migrans</i> ...	1,8	2,17

Ces résultats viennent confirmer la vaste dispersion de ce polluant dans les chaînes alimentaires de nos oiseaux indigènes.

ROLE PHYSIOLOGIQUE DES ORGANOCHLORES

Les travaux de Peakall (1967) et de Risebrough et coll. (1968) indiquent qu'aussi bien les PCB que la Dieldrine induisent une hydroxylation enzymatique des stéroïdes chez les oiseaux.

Les résultats exposés par Anderson et Hickey (1969) dans leur étude sur les Cormorans et les Pélicans suggèrent que le D D E a un effet plus marqué sur l'épaisseur des coquilles que les P C B. En schématisant très grossièrement les nombreux travaux cités par ces auteurs, on peut résumer ainsi les principaux modes d'action des organochlorés au niveau de l'organisme.

Un métabolisme accéléré des hormones stéroïdes par oxydation enzymatique non spécifique pouvant affecter le métabolisme du calcium (en particulier au niveau de la moelle osseuse qui est une des principales sources du calcium de la coquille) (Ratcliffe, 1967 ; Peakall, 1967 ; Risebrough et coll., 1968, Wurster, 1969).

Une hydroxylation non spécifique de la vitamine D₃ pouvant provoquer une carence artificielle en vitamine D dont la

présence est indispensable à une bonne absorption du calcium dans l'intestin (Simkiss, 1967 ; Blunt, 1968).

Une inhibition d'un enzyme, l'anhydrase carbonique, permettant la formation du carbonate de calcium au niveau de la glande coquillère. Cette inhibition a pu être mise en évidence in vitro avec des concentrations physiologiques de DDT et de DDE (Keller, 1952-1963 ; Risebrough et coll., 1968-1969).

Je citerai enfin la conclusion de la remarquable étude de Anderson et Hickey (1969), à laquelle nous avons emprunté de nombreuses informations : « Il reste à déterminer exactement les effets des Biphényles polychlorés et autres polluants sur la reproduction des oiseaux, l'augmentation du métabolisme des stéroïdes, la possibilité d'un métabolisme anormal des vitamines et l'inhibition de divers systèmes enzymatiques par ces polluants. Nous espérons qu'il sera possible de le faire avant que les oiseaux-pêcheurs aient disparu. »

RESUME ET CONCLUSION

La présente étude, basée sur un trop petit nombre d'échantillons analysés ne prétend pas tirer de conclusions définitives. Il s'agit de la simple observation « d'un fait divers » néanmoins troublant d'où nous pouvons tirer les constatations suivantes :

— Un taux de pollution important (2,20 à 26,78 ppm) par des organochlorés d'origine aussi bien agricole qu'industrielle a affecté des Mouettes rieuses d'une colonie de Sologne en 1969.

— Comme dans les autres pays où ces pollutions ont été signalées les œufs présentent un amincissement de la coquille pouvant aller jusqu'à la disparition d'une partie de cette dernière. Les œufs « normaux » mesurés présentent une perte d'épaisseur de — 10 % à — 26 %.

Les chercheurs anglo-américains, après avoir analysé et mesuré des milliers d'œufs d'un nombre important d'espèces, ont fait la preuve de la relation entre ces deux phénomènes, même si les détails du mode d'action de ces poisons sont encore imparfaitement connus. La confirmation expérimentale en a été obtenue pour plusieurs espèces.

Il importe donc de vérifier si le degré de pollution a atteint ce seuil critique en France. La Mouette rieuse, espèce aux effectifs importants, aux colonies disséminées dans divers points du pays, aux populations « atlantiques » et « méditerranéennes » assez bien tranchées, nous semble un bon « révélateur » et nous envisageons en 1971, avec le concours de plusieurs Centres Ornithologiques régionaux, d'opérer des prélèvements sur les colonies des diverses régions de France où cette Mouette se reproduit.

Nous recherchons aussi des œufs de *Larus ridibundus* collectés avant 1945 dans des colonies françaises (Sologne, Dombes, Forez, Camargue, etc.). Ils serviront de référence pour l'étude à entreprendre en 1971.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON, D.W. (1967). — An exploration of pesticide residues in cormorant and pelican populations. *M.Sc. Thesis*, University of Wisconsin, 39 pp.
- ANDERSON, D.W., HICKEY, J.J., RISEBROUGH, R.W., HUGHES, D.F. et CHRISTENSEN, R.E. (1969) — Significance of chlorinated hydrocarbon residues to breeding pelicans and cormorants *The Canadian Field Naturalist*, 83, 91-112.
- BITMAN, J., CECIL, H.C., HARRIS, S.J. et FRIES, G.F. (1969). — DDT induces a decrease in eggshell calcium. *Nature*, 224 : 44-46.
- BLUNT, J.W., DELUCA, H.F. et SCHNOES, H.K. (1968). — 25- hydroxycholecalciferol. A biologically active metabolite of Vitamin D₃. *Biochemistry* 7 : 3317-3322.
- COHEN, J.M. et PINKERTON, C. (1966). — Widespread translocation of pesticides by air transport and rain-out, pp. 163-176. In : *Organic pesticides in the environment. Advances in Chemistry Series* 60, R.F. Gould (Ed.), 309 pp.
- CRAMP, C., CONDER, P.J. et ASH, J.S. (1964). — The risks to bird life from chlorinated hydrocarbon pesticides, September 1962 - July 1963. *Fourth Report of the Royal Society for the Protection of Birds*. 24 pp.
- FAURE, J.M. (1969). — Les migrations des Mouettes rieuses *Larus ridibundus*, L. françaises. *L'Oiseau* : 202-224.
- GUTOWSKA, M.S. et MITCHELL, C.A. (1945). — Carbonic anhydrase in the calcification of the egg shell. *Poultry Science* 24 : 159-167.
- HEATH, R.G., SPANN, J.W. et KREITZER, J.F. (1969). — Marked D D E impairment of Mallard reproduction in controlled studies. *Nature*, 224 : 47-48.
- HICKEY, J.J. Editeur (1969). — *Peregrine Falcon Populations : Their Biology and Decline*. University of Wisconsin Press, Madison, 596 pp.
- HICKEY, J.J. et ANDERSON, D.W. (1968). — Chlorinated hydrocarbons and eggshell changes in raptorial and fish-eating birds. *Science*, 162 : 271-273.
- HOLMES, D.C., SIMMONS, J.H. et TATTON, J.O'G. (1967). — Chlorinated Hydrocarbons in British Wildlife. *Nature*, 216 : 227-229.
- JENSEN, S. (1966). — In : Report of a new chemical Hazard. *New Scientist*, 32 : 612.
- KEITH, J.A. (1966). — Reproduction in a population of Herring Gulls (*Larus argentatus*) contaminated by D D T. *Journal of Applied Ecology*, 3 (supplément), 57-70.
- KELLER, H. (1952). — Die Bestimmung kleinster mengen D D T auf enzymanalytisch-chem Wege. *Naturwissenschaften* 39 : 109.
- KELLER, H. (1963). — Di (p-chlorophenyl) trichlorethane (D D T), pp. 626-632. In : *Methods of Enzymatic Analysis*, H.U. Bergmeyer (Ed.). Academic Press, New York.
- KOEMAN, J.H., TEN NOEVER DE BRAUW, M.C., and DE Vos, R.H. (1969). — Chlorinated byphenyls in fish, mussels and birds from the River Rhine and the Netherlands coastal area. *Nature* 221 : 1126-1128.
- LOCKIE, J. (1967). — A field study of the effects of chlorinated hydrocarbons on Golden Eagles in west Scotland. *Septième Congrès des Biologistes du Gibier, Beograd, Septembre 1965* : 275-278.
- LOCKIE, J.D. et RATCLIFFE, D.A. (1964). — Insecticides and Scottish Golden Eagles. *British Birds*, 57 : 89-102.

- LUDWIG, J.P. et TOMOFF, C.S. (1966). — Reproductive success and insecticide residues in Lake Michigan Herring Gulls. *Jack-Pine Warbler*, 44 : 77-85.
- PEAKALL, D.B. (1967). — Pesticide-induced enzyme breakdown of steroids in birds. *Nature* 216 : 505-506.
- PORTER, R.D. et WIEMEYER, S.N. (1969). — Dieldrin and DDT : Effects on Sparrow hawk egg shells and reproduction. *Science*, 165 : 199-200.
- RATCLIFFE, D.A. (1967). — The Peregrine situation in Great Britain 1965-1966. *Bird Study*, 14 : 238-246.
- RATCLIFFE, D.A. (1967). — Decrease in eggshell weight in certain birds of prey. *Nature* 215 : 208-210.
- RISEBROUGH, R.W., HUGGETT, R.J., GRIFFIN, J.J. et GOLDBERG, E.D. (1968) — Pesticides : transatlantic movements in the Northeast Trades, *Science*, 159 : 1233-1236.
- RISEBROUGH, R.W., REICHE, P., PEAKALL, D.B., HERMAN, S.G. et KIRVEN, M.N. (1968) — Polychlorinated biphenyls in the global ecosystem. *Nature* 220 : 1098-1102.
- SIMKISS, K. (1967). — *Calcium in Reproductive Physiology : A Comparative Study of Vertebrates*. Modern Biological Studies. Chapman and Hall, London, 264 pp.
- STICKEL, L.F. (1968). — Organochlorine pesticides in the environment. *U.S. Fish and Wildlife, Service Special Scientific Report. Wildlife* N° 119. 32 pp.
- TARRANT, K.R. et TATTON, J. O'G. (1968). — Organochlorine pesticides in rainwater in the British Isles. *Nature* 219 : 725-726.
- TATTON, J. O'G et RUZICKA, J.H.A. (1967). — Organochlorine pesticides in Antarctica. *Nature* 215 : 346-348.
- WHEATLEY, G.A. et HARDMAN, J.A. (1965). — Indications of the presence of organochlorine insecticides in rainwater in central England. *Nature* 207 : 486-487.
- WIDMARK, G. (1967). — Possible interference by chlorinated biphenyls. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 50 : 1069.
- WURSTER, C.F., Jr (1969). — Chlorinated hydrocarbon insecticides and avian reproduction : How are they related ? In : Chemical Fall out : *Current Research in the Persistent Pesticides, First Rochester Conference on Toxicity, University of Rochester, 4-6 june 1968*.
- WURSTER, C.F. and WINGATE, D.B. (1968). — DDT residues and declining reproduction in the Bermuda Petrel. *Science* 159 : 979-981.