

# INFLUENCE DES P.C.B. (Polychlorobiphényles) SUR LES OISEAUX

par A. RAPPE (\*)

## 1. Introduction

Dans le cadre de la connaissance de l'influence des polluants sur la vie aviaire, il est utile que les ornithologues et les protecteurs des oiseaux soient informés des conséquences de la présence des P.C.B. dans la nature. Ce souci d'information a motivé la présente étude bibliographique.

Les P.C.B. ou polychlorobiphényles sont des substances chimiques de structure simple qui sont produites par l'industrie depuis une trentaine d'années. Elles sont principalement utilisées comme plastifiants ou solvants dans les peintures, les plastiques, comme additifs dans les circuits hydrauliques et comme adjuvants des pesticides organochlorés.

Polluants d'origine industrielle, les P.C.B. présentent de nombreux points communs avec le D.D.T. : ils sont très peu solubles dans l'eau et solubles dans les graisses; ils ne sont pas biodégradables; leurs formules chimiques sont très proches de celle du D.D.T. Abondamment utilisés au niveau industriel, les P.C.B. sont largement rejetés dans l'environnement et principalement dans les milieux aquatiques (rivières, lacs, mers, océans) (Risebrough *et al.*, 1968). En pénétrant dans les chaînes alimentaires (phytoplancton, zooplancton, crevettes, crabes, poissons), ils suivent le même chemin que les pesticides organochlorés et aboutissent fréquemment chez les oiseaux et chez l'homme (Otterlind *et al.*, 1971; Bailey et Bunyan, 1972; Jensen *et al.*, 1972).

Les P.C.B. sont actuellement présents partout, à ce point que le Canadian Wildlife Service (Environment Canada, Ottawa, 1973) a pu les mettre en évidence dans les tissus des Phoques et des Ours polaires (*Ursus arctos*) de l'Arctique canadien. Comme le D.D.T., les P.C.B. sont stockés chez l'homme dans les graisses (Martin, 1973) où apparemment ils restent fixés et s'accumulent. Dans certains cas, les P.C.B. peuvent être dommageables à l'homme au point d'en tuer un petit nombre, comme l'a montré l'intoxication appelée « Kanemi rice oil disease » ou « Yusho disease » (Kuratsune, 1971, 1972; Kuratsune *et al.*, 1972, Nishikawa, 1972), intoxication accidentelle provoquée par

---

Reçu le 04 IV 1975.

Communication présentée au Colloque International d'Ornithologie AVES, Bruxelles le 6 X 1973, et au 5<sup>e</sup> Colloque Francophone d'Ornithologie, Paris, les 8 et 9 III 1975.

(\*) Avenue des Constellations 43, 1200 Bruxelles.

AVES, 12 (1975) : 72-83.

l'introduction de P.C.B. dans de l'huile destinée à la consommation humaine. Cette introduction fut causée par une fuite dans une canalisation, lors d'une manipulation.

## 2. Toxicité expérimentale des P.C.B. pour les oiseaux

Les P.C.B. peuvent avoir des effets variés chez les oiseaux. Lorsque les quantités présentes dans la nourriture sont très élevées (précisons que ce n'est pas ou rarement le cas dans la nature), l'oiseau meurt en peu de temps. Par exemple, une alimentation renfermant 400 ppm de P.C.B. donnée à des poulets provoque après 12 à 50 jours une mortalité totale (20/20 des animaux mis en expérience) (Koeman, 1971). Si la quantité est supérieure à 400 ppm, la mort est plus rapide, elle peut même survenir en quelques jours.

D'autres recherches de Koeman (1972) ont porté sur deux espèces : le Héron cendré (*Ardea cinerea*) et le Grand Cormoran (*Phalacrocorax carbo*).

Trois Hérons cendrés juvéniles ont reçu une alimentation renfermant 1.500 ppm de P.C.B.; ils ont survécu entre 152 et 164 jours. Les quantités suivantes ont été retrouvées dans les tissus :

- cerveau : 420, 430 et 445 ppm (en poids frais);
- foie : 1.140, 1.275 et 1.420 ppm (en poids frais);
- graisse : 56.400 ppm.

Cinq Cormorans juvéniles ont reçu pendant deux semaines une nourriture renfermant 100 ppm de P.C.B. Ensuite il y eut une augmentation progressive, jusque 500 ppm de P.C.B. après 14 semaines. Les oiseaux sont morts entre 55 et 124 jours. Les quantités suivantes ont été retrouvées dans les tissus :

- cerveau : 76, 115, 120, 160 et 180 ppm (en poids frais);
- foie : 245, 230, 210, 285 et 290 ppm (en poids frais);
- graisse : 10.300 et 20.500 ppm.

Ces chiffres peuvent être rapprochés de ceux (Vos et Koeman *in* Koeman, 1972) obtenus chez le poulet mortellement intoxiqué : cerveau 345 ppm, foie 120 à 2.900 ppm (poids frais) ou chez le Pinson des arbres (*Fringilla cœlebs*) où la LC 50 correspond à une teneur de 345 ppm dans le foie avec des manifestations de convulsion (rappelons que la LC 50 est la concentration létale donnant 50 % de mortalité en 8 jours; cinq jours de nourriture toxique suivis de trois jours d'alimentation non traitée).

Pour un P.C.B. appelé Arochlor 1254, la LC 50 est en moyenne de 605 ppm chez le Colin de Virginie (*Colinus virginianus*). Comparativement, les LC 50 sont respectivement de 610 ppm pour le D.D.T., 39 ppm pour la dieldrine, 15 ppm pour l'endrine. Il apparaît d'une façon générale que les P.C.B. possèdent une toxicité aiguë moindre que d'autres organochlorés : D.D.T., dieldrine, endrine et télodrine (Heath *et al.*, 1972).

Si la quantité de P.C.B. dans la nourriture est élevée, les effets sur la ponte peuvent être très marqués. La ponte peut devenir irrégulière lorsque

l'alimentation contient 500 ppm de P.C.B., ou même être totalement bloquée si elle en renferme environ 1.000 ppm (Tucker *in* Peakall et Lincer, 1970). On constate en outre, comme avec les pesticides organochlorés, un amincissement qui peut aller jusqu'à 20 % de l'épaisseur normale de la coquille. Un autre effet des P.C.B. a été constaté : l'augmentation de la période de latence avant le dépôt des œufs (Peakall et Lincer, 1970).

Lorsque les quantités présentes dans l'alimentation sont moins élevées, l'animal ne meurt pas mais divers symptômes sont constatés tels que : chute du gain de poids, œdème, hydropéricarde, hémorragie interne, essoufflement, augmentation du poids du foie, changement transitoire dans la teneur en glucose et hémoglobine du sang, atteinte aux caractères sexuels secondaires... Les effets seront d'autant moins marqués que la teneur dans la nourriture est moins élevée (Rehfeld et Platanow *in* Anonyme, 1973 b.).

Lorsque les quantités présentes dans la nourriture sont faibles (et cette situation correspond certainement à ce qui est observé dans la nature), les P.C.B. peuvent provoquer des changements éthologiques. L'influence sur le système nerveux et le comportement est perceptible : diminution de la capacité de fourrager, augmentation des chances de se tuer. L'impact des P.C.B. varierait d'espèce à espèce. Ainsi, en Angleterre, un tiers des couples de Hérons cendrés brisent volontairement leurs œufs, et le Héron cendré serait plus résistant que le Grand Cormoran (Presst, 1970; Koeman, 1972). On ne sait pas toutefois si cette destruction est due exclusivement au D.D.T. ou si les P.C.B. ont également eu une influence défavorable. Ce dernier aspect qui est très subtil, car la détection de faibles quantités de P.C.B. est délicate, peut avoir des conséquences sérieuses pour l'évolution des populations d'oiseaux. Ainsi, Ulfstrand et Sodergren (1971) ont montré que l'activité en période de migration est augmentée chez le Rougegorge (*Erithacus rubecula*) recevant 50 µg de P.C.B. en quelques jours.

De plus les pesticides, estime Marches (1972), diminuent la résistance des oiseaux aux infections; il cite le cas du Héron cendré et de l'Hirondelle de cheminée (*Hirundo rustica*), et le D.D.T. comme agent causal. Mais les P.C.B. peuvent également intervenir, car ils augmentent la sensibilité à l'hépatite virale chez le Canard colvert (*Anas platyrhynchos*) qui prend une nourriture « enrichie » en P.C.B. (Friend and Trainer *in* Science 1970, 170 : 1314 *in* Anonyme, 1973 a).

### 3. Les P.C.B. et les oiseaux dans la nature

Les données tendant à définir l'influence des P.C.B. sur les oiseaux dans la nature sont complexes. Il n'est pas toujours facile de comparer les documents publiés car les résultats obtenus à partir d'organes différents sont présentés sous des formes différentes. Nous nous limiterons à l'énoncé de quelques faits précis, cherchant à dégager des remarques d'intérêt général.

Les P.C.B., qui ne sont recherchés systématiquement dans les analyses que depuis quatre ou cinq ans, sont présents chez un grand nombre d'espèces,

appartenant notamment aux familles suivantes : ardeidae, anatidae, falconidae, laridae, alcidae, motacillidae, hirundinidae, ... La provenance géographique des documents prouve que l'intoxication est très largement répandue puisque les données proviennent de diverses parties du monde : Japon, Europe, Amérique.

D'une façon générale les P.C.B. s'accumulent dans les tissus gras; ils ont été identifiés dans le muscle, le cerveau et le foie. Ils ont également été retrouvés dans les œufs. Les tableaux 1 à 4 illustrent quelques-uns des résultats publiés.

Tableau 1. — *Teneurs en D.D.E. et en P.C.B. (en ppm) chez le Héron cendré (Ardea cinerea). D'après Presst, 1970; Blok, 1973; Koeman, 1972.*

Teneurs dans le foie (P.C.B.)	Angleterre :	97,6	(n = 16; max. = 900)
	Pays-Bas :	159,9	(n = 18; max. = 712)
Teneurs dans la graisse (D.D.E. et P.C.B.)	Pays-Bas	D.D.E.	P.C.B.
	femelle, 3 ans	35	357
	femelle, 3 ans	65	500
mâle, 7 ans	181	2.805	
Teneurs dans les œufs (P.C.B.)	Angleterre :	4,69	(n = 60; max. = 48)
		5,75	(n = 20; max. = 80)
	Pays-Bas :	43,70	(n = 27; max. = 74)

Tableau 2. — *Teneurs en D.D.E. et en P.C.B. (en ppm) dans les œufs de l'Eider à duvet (Somateria mollissima). D'après Koeman, 1971 et 1972.*

Année	Nombre (n)	Teneurs en ppm / poids frais		
		D.D.E. moyenne	P.C.B. moyenne	P.C.B. extrêmes
1967	10	0,23	6,2	2,5-11
1968	10	0,49	16	12 -21
1970	5	0,22	5,8	5,3- 6,5

Tableau 3. — Teneurs en P.C.B. (en ppm) dans le muscle pectoral, pour différentes espèces en Suède d'après Odsjö, 1973.

Espèce	Nombre (n)	Graisse		Tissu frais moyenne
		moyenne	extrêmes	
Rouge gorge ( <i>Erithacus rubecula</i> )	9 ad.	16	2 - 44	0,46
	1 ad.	400	—	—
Gobemouche noir ( <i>Ficedula hypoleuca</i> )	10 ad.	3,9	0,8 - 11	0,15
Hirondelle de cheminée ( <i>Hirundo rustica</i> )	10 ad.	10	3,1 - 26	0,41
Fauvette grisette ( <i>Sylvia communis</i> )	10 ad.	1,5	0,43- 5,6	0,05
Balbuzard pêcheur ( <i>Pandion haliaëtus</i> )	2 ad.	265	150 -380	9,5
	8 juv.	54	14 -120	—

Tableau 4. — Teneurs en P.C.B. (en ppm) pour des oiseaux de la baie de Tokyo en 1971, d'après Doguschi et al., 1972.

Espèce	Muscle		Foie		Echantillon
	poids frais	graisse	poids frais	graisse	
<i>Egretta garzetta</i>	n = 6 2 à 180	n = 4 210 à 16.000	n = 6 2 à 108	n = 4 170 à 2.300	morts ou mourants
<i>Egretta alba modesta</i>	n = 1 6	n = 1 160	—	—	?
<i>Larus crassirostris</i>	n = 8 3 à 39	n = 5 59 à 880	n = 8 2 à 45	n = 5 41 à 670	tirés
<i>Larus ridibundus sibericus</i>	n = 1 2	—	n = 1 2	—	tiré

La première remarque qui vient à l'esprit est la grande variabilité des résultats : p.ex. pour l'étude du foie chez le Héron en Angleterre (tableau 1), un seul oiseau (900 ppm) contient plus de P.C.B. que les quinze autres ensem-

ble :  $(97,6 \text{ ppm} \times 16) - 900 = 661,6 \text{ ppm}$ . D'autres exemples peuvent être observés dans les quatre tableaux. De prudentes réserves s'imposent donc dans l'interprétation des résultats.

Les résultats sont exprimés en ppm par rapport au poids frais ou en ppm par rapport à la quantité totale de graisse extraite de l'animal. Il nous semble que la première formule est la plus conforme à la réalité car on sait que les variations des dépôts graisseux sont très rapides chez les oiseaux et par conséquent le rapport P.C.B./graisse est une valeur très relative dans le temps.

Autre fait à retenir : les pesticides organochlorés sont toujours présents à côté des P.C.B. Le plus souvent les P.C.B. sont plus abondants, mais si la teneur en P.C.B. est élevée, il en sera généralement de même pour les autres polluants. Le problème posé est complexe et sujet à rebondissements dans la mesure où en Camargue des concentrations élevées en P.C.T. (Polychloro-ter-phényle) ont été mises en évidence à côté des P.C.B. dans un œuf de Mouette rieuse (*Larus ridibundus*) non éclos : P.C.T. : 23 ppm; P.C.B. : 0,8 ppm; D.D.T. : 5 ppm; H.C.H. : 0,15 ppm. Les auteurs concluent de leur travail que les traces infinitésimales observées dans les eaux sont les indices d'une situation dangereuse (Mestres *et al.*, 1972).

Chez les oiseaux de mer rencontrés entre l'Ecosse et l'Arctique, Bourne et Bogan (1972) ont mis en évidence des P.C.B. chez plusieurs espèces, et en quantité supérieure à celle de D.D.E., les espèces les plus touchées étant le Grand Labbe (*Stercorarius skua*) et le Goéland bourgmestre (*Larus hyperboreus*). Chez un exemplaire de cette espèce atteint de convulsions et qui a pu être facilement capturé, les teneurs dans le foie étaient de 311 ppm en P.C.B. et 93 ppm en D.D.E.

Les quantités de P.C.B. peuvent être très élevées chez certains individus, même par rapport au poids frais, et atteindre par exemple 180 ppm chez l'Aigrette garzette (Dogushi *et al.*, 1972) et 190 ppm chez le Pygargue (*Haliaëtus albicilla*) en Suède (Jensen *et al.*, 1972). En Belgique, un Épervier d'Europe (*Accipiter nisus*) trouvé mort en contient 94 ppm dans le muscle pectoral (Joiris *et al.*, 1973).

Comme nous l'avons vu dans les tableaux ci-avant, les P.C.B. sont aussi présents dans les œufs. Voici encore quelques données : 16 ppm pour le Guillemot de Troil (*Uria aalge*) (Jensen *et al.*, 1972) et de 0,92 à 31 ppm chez la Sterne caugék (*Sterna sandvicensis*) (Koeman, 1971). En Allemagne des œufs non éclos de Pygargue en renferment de 0,16 à 97 ppm; mercure et D.D.E. sont également présents (Brüll, 1971). En 1971, chez le Grand Cormoran, Koeman a trouvé des teneurs allant de 40 à 205 ppm en poids frais; les teneurs en P.C.B. augmentent parallèlement à celles du H.C.B., du D.D.E. et de la dieldrine, tandis que l'épaisseur de la coquille diminue. Parfois les œufs de certaines espèces n'en renferment pas : ainsi 17 œufs de Faucon pèlerin (*Falco peregrinus*) en contiennent des traces, alors que le D.D.T. (0,3 à 0,4 ppm) et le mercure (0,09 ppm) sont présents (Konig, 1971). Cette constatation est éventuellement à mettre en relation avec l'existence de populations à régimes alimentaires différents.

En Suède, sur 53 œufs de Balbuzard pêcheur (*Pandion haliaëtus*) analysés, la teneur moyenne est de 6,7 ppm en poids frais, et de 32 ppm dans 12 œufs de Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*) récoltés en 1971, toujours par rapport au tissu frais (Odsjö, 1973). La teneur pour 8 œufs de Hibou grand-duc (*Bubo bubo*) en Suède va de 58 à 530 ppm (base grasse). Deux oiseaux trouvés morts renfermaient respectivement 1.800 et 3.400 ppm dans le cerveau, et 10.000 et 12.000 ppm dans le muscle pectoral, résultats exprimés sur base de la grasse. Il est à noter d'ailleurs que les Hiboux grands-ducs suédois se partageraient en deux populations : celle habitant la côte se nourrit de Goélands et autres oiseaux de mer et serait plus intoxiquée par les P.C.B. que la population de l'intérieur du pays (Odsjö, 1973).

Pour la France, Kempf (in litt.) nous signale la présence en Alsace de P.C.B. dans les œufs de Canard colvert, Mouette rieuse, Foulque (*Fulica atra*) et Sterne pierregarin (*Sterna hirundo*), avec un maximum de 157 ppm par rapport à la matière grasse dans un œuf de Mouette rieuse.

En fait, peu de choses sont connues actuellement sur les mécanismes d'action des P.C.B. Lincer et Peakall (1970) suggèrent à partir d'expériences sur le Faucon crécerelle américain (*Falco sparverius*) que l'action physiologique des P.C.B. est similaire à celle du D.D.T.

#### 4. Doses d'intoxication

On peut, sur la base des différents résultats revus ci-avant, proposer une dose limite de P.C.B. qui correspondrait au minimum susceptible de provoquer une intoxication mortelle :

- cerveau : 76 ppm (en poids frais);
- muscle : 100 ppm (en poids frais);
- foie : 210 ppm (en poids frais);
- œufs : pas d'éclosion à partir de 7,5 ppm (poids frais).

Pour les raisons que nous avons exposées plus haut, il faut interpréter ces chiffres avec prudence. Remarquons toutefois que certains oiseaux trouvés morts dans la nature renferment des quantités équivalentes ou supérieures à celles proposées ici.

Pour mieux illustrer la gradation des effets des P.C.B. et souligner les difficultés du problème, nous reprendrons le cas du Héron cendré étudié par Blok (1973) aux Pays-Bas. Le Héron cendré y est intoxiqué par les P.C.B., mais la mortalité n'est vraisemblablement pas exagérément élevée car le nombre de couples reproducteurs augmente : pour 6 colonies, 385 nids sont totalisés en 1962; en 1964 après un rude hiver il y a 200 nids; en 1972 ils sont au nombre de 505. Et pourtant les P.C.B. sont présents dans les œufs, les muscles, le foie et la quantité présente semble augmenter avec l'âge. Il apparaît aussi que de fortes quantités de P.C.B. sont parfois présentes et peuvent être libérées en cas d'hiver rude, en période de migration ou de nidification. Il est supposé que de telles quantités sont à l'origine de morts anormales en 1970 et 1971





Photo : L. SZABO.

Comme beaucoup d'autres espèces, la Sterne pierregarin (*Sterna hirundo*) peut être contaminée par les P.C.B.

Delta du Danube (Roumanie), juillet 1975.



(hiver long, retour du froid, épuisement des réserves). Lors de la nidification, un exemplaire n'était plus en état de quitter le nid, il est mort sur les œufs, terrassé par des crampes. L'influence sur les vieux oiseaux paraît nette et si le nombre de nids augmente, c'est parce que 10 % des jeunes de première année nichent, alors qu'auparavant ils ne se reproduisaient qu'après la deuxième ou la troisième année. En 1972, ce pourcentage de jeunes nicheurs paraît encore augmenter, ce qui explique l'augmentation du nombre de nids.

Il convient de signaler aussi la diminution de l'épaisseur de la coquille qui atteint, chez le Héron, 20 % de l'épaisseur initiale. C'est la plus forte diminution connue pour une espèce. Pour le Faucon pèlerin, on observe 19 % de réduction (Presst, 1970).

## 5. Conclusions

Il apparaît au terme de cette analyse bibliographique que les oiseaux sont largement intoxiqués par les polluants d'origine industrielle que sont les P.C.B., qui viennent s'ajouter aux pesticides organochlorés et mercuriels (Moore, 1973; Rappe, 1972; Rappe, 1973).

D'une façon générale, de nombreux oiseaux contiennent des P.C.B. en quantité variable. Parfois on observe des concentrations élevées qui se rapprochent dangereusement de celles retrouvées chez les oiseaux mortellement touchés au cours d'expériences de laboratoire.

Généralement les oiseaux ichtyophages en renferment plus que ceux qui se nourrissent d'oiseaux ou de mammifères, ou que les insectivores. La quantité retrouvée varie également selon les espèces et selon les individus.

Dans quelques cas précis, l'intoxication mortelle dans la nature paraît pouvoir être imputée aux P.C.B. S'agit-il toujours de cas vraiment isolés, ou bien n'avons-nous pas encore les données analytiques et le recul suffisant pour juger d'une pollution plus généralisée ?

Les effets des P.C.B. dans la nature sont extrêmement difficiles à mettre en évidence car nous ne pouvons pas encore distinguer spécifiquement les effets des P.C.B. de ceux des organochlorés. Un réel danger existe puisque des quantités de P.C.B. relativement faibles dans la nourriture peuvent être à l'origine de troubles du comportement chez l'oiseau. Ce danger est grave dans la mesure où sont intoxiquées certaines populations d'espèces comme le Hibou grand-duc, le Faucon pèlerin ou le Pygargue, déjà tellement menacées par la diminution des biotopes favorables, par la chasse, par la fauconnerie, par les collectionneurs d'œufs, voire même par les photographes, les bagueurs et les ornithologues peu scrupuleux.

De façon générale, quand nous examinons l'effet des polluants sur l'avi-faune, nous ne sommes capables que de mesurer le « tout ou rien », à savoir que l'oiseau meurt ou reste vivant. Mais entre la mort et l'absence totale d'effets se situent toutes les gradations qui constituent l'essentiel de la question et qui

nous échappent largement. Nous ne pouvons pas encore bien mesurer les effets de ces divers niveaux de pollution par les P.C.B. Pendant ce temps les quantités s'accumulent et se rapprochent du seuil mortel.

Nous pouvons espérer agir dans l'avenir pour que le danger ne soit plus qu'un mauvais souvenir. Ainsi, aux Pays-Bas, a été annoncée l'interdiction au 1<sup>er</sup> janvier 1973 d'utiliser les P.C.B. dans un grand nombre d'usines. Si de telles décisions étaient prises et exécutées partout dans le monde, ce type de pollution disparaîtrait rapidement. Et l'on pourrait rêver à nouveau d'un environnement propre, à la mesure de l'Homme.

## Résumé

La présence des P.C.B. chez les oiseaux est analysée en fonction des données récentes de la littérature. Quelques cas de toxicité expérimentale sont cités.

Dans la nature, les P.C.B. sont présents chez un très grand nombre d'espèces d'oiseaux; les teneurs les plus élevées apparaissent chez les espèces ichtyophages.

Des chiffres sont proposés — mais ils doivent être interprétés avec une extrême prudence — pour la teneur en P.C.B., présente dans les œufs et les tissus (cerveau, foie, muscle), et susceptible de correspondre à une intoxication mortelle.

## Summary.

The presence of P.C.B.'s in birds is analysed with regard to the recent data of the literature. Some cases of experimental toxicity are given.

In nature, P.C.B.'s are present in a great number of species. The higher concentration levels are found in fish-eating birds.

Figures are proposed (but they should be interpreted with great care) about the amounts of P.C.B. found in eggs and tissues (brain, liver, muscle) and able to provoke a lethal intoxication.

JPIH.

## Zusammenfassung.

Mittels neuester Literaturangaben wird der PCB-Gehalt bei Vögeln analysiert. Es werden einige Fälle experimenteller Toxizität genannt.

In der Natur kommen PCB's bei einer grossen Zahl von Vogelarten vor; am meisten betroffen sind die Fischfresser.

Für den in Eiern und Geweben (Gehirn, Leber, Muskeln) enthaltenen PCB-Anteil, der einer tödlichen Dosis entsprechen könnte, werden Zahlen vorgeschlagen, die jedoch mit grosser Sorgfalt interpretiert werden sollten.

MVe.

## BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME (1973) a : If all the Sea ware P.C.B. ... *Fd. Cosmet. Toxicol.*, 11 : 131-144.
- ANONYME (1973) b : Waterververontreiniging. *Waddenbulletin*, mars 1973 : 2-8.
- BAILEY, S. et BUNYAN, P. (1972) : Interpretation of persistence and effects of P.C.B. in birds. *Nature*, 236 : 34-36.
- BLOK, A. (1973) : De blauwe Reiger in Nederland. *Het Vogeljaar*, 21 : 361-367.
- BOURNE et BOGAN (1972) : P.C.B. in North Atlantic Seabirds. *Marine Pollution Bull.*, 3 : 171-175.
- BOURNE, W.R.P. (1972) : Why do Seabirds numbers vary? *New Scientist*, Nov. : 444.
- BOGAN (1974) : Organochlorine levels in Atlantic Seabirds. *Nature*, 240 : 358.
- BRÜLL, H. (1971) : Action taken for the preservation of the Whitetailed Eagle in Schleswig-Holstein in 1969-70. *XI Bull. I.C.B.P.* : 119-120.
- DOGUSHI, M., USHIO, F. et ABE, M. (1972) : P.C.B. in Fish and Birds captured in Tokyo Bay and its surrounding place, pp. 271-276.
- ENVIRONNEMENT CANADA (1973) : P.C.B. in Polar Bears and Seals. Canadian Wildlife Service : *Biological conservation*, 5 : 57.
- HOLMES, D., SIMMONS, J. et PATTON, J. (1967) : Chlorinated Hydrocarbons in British Wildlife. *Nature*, 216 : 227-229.
- HEATH, R.G., SPANN, J.W., KREITZEN, J. et VANCE, C. (1972) : Effects of P.C.B. on Birds. *Proc XV Intern Congres*, pp. 475-485.
- JENSEN, S., JOHNELS, A., OLSSON, M. et OTTERLIND, G. (1972) : D.D.T. and P.C.B. in Marine Animals from Swedish Waters. *Nature*, 224 : 247-250.
- JENSEN, S., JOHNELS, A., OLSSON, M. et OTTERLIND, G. (1972) : D.D.T. and P.C.B. in herring and cod from the Baltic, the Kattegat and the Skagerrak. *Ambio Special Report n° 1* : 1-22.
- JOIRIS, C., LAUWEREYS, M. et VERCRUYSE, A. (1973) : Teneur en résidus organochlorés de rapaces trouvés morts en Belgique. *Aves*, 10 : 161-170.
- KOEMAN, J.H., TEN HOEVER, M.C. et DE VOS, R.H. (1969) : P.C.B.'s in Fish, Mussels and Birds. *Nature*, 221 : 1126-1128.
- KOEMAN, J.H. (1971) : Het voorkomen en de toxicologische betekenis van enkele chloorkoolwaterstoffen aan de Nederlandse kust in de periode 1965-1970. *Thèse*, Utrecht.
- KOEMAN, J.H. (1972) : The impact of persistents pollutants in piscivorous and molluscivorous birds. *T.N.O.*, oct. 1972, 32-39.
- KÖNIG, C. (1971) : The situation of the Peregrine Falcon in S.W. Germany. *XI Bull. I.C.B.P.* : 115-118.

- KURATSUNE, M., SARUTA, N., SHIMONO, O., OKI, K. and coll. (1969) : An epidemiologic study on « Yusho » or chlorobiphenyls Poisoning. *Kukuoka acta medica*, 60 : 513-522.
- KURATSUNE, M. and coll. (1971) : Yusho, a poisoning caused by rice oil contaminated with P.C.B. *Technical reports*, 86 : 1083-1091.
- KURATSUNE, M., YOSHIMURA, T., MATSUZAKA, J. and YAMAGUCHI, A. (1972) : Epidemiologic study on Yusho, a poisoning caused by ingestion of Rice oil. *Environmental Health Perspectives* : 119-128.
- KURATSUNE, M. (1972) : An abstract of results of laboratory examinations of patients with Yusho and of animal experiments. *Environmental Health Perspectives* : 129-136.
- LINCER and PEAKALL (1970) : Metabolic effects of P.C.B. in the American Kestrel. *Nature*, 228 : 783.
- MARCHES (1972) : Annual report 1972. *I.C.B.P. British section*, 12-13.
- MARTIN, M. (1973) : Les pesticides organochlorés - Recherche des résidus dans les tissus adipeux humain et animal en Martinique. *Thèse*, Bordeaux.
- MESTRES, R., HEURTEAUX, P., VAQUER, A. et ILLES, S. (1972) : Incidence des thérapeutiques agricoles sur la pollution du milieu aquatique. *Cah. Nut. Diét.*, VII : 277-279.
- MOORE, N. (1973) : Where we were at with D.D.T. and all that. *Development Forum*, Vol. I, May 73 : 6-7.
- NISHIKAWA (1972) : Kanemi-Yusho. *Polluted Japan* : 22-24.
- ODSJÖ, T.J. (1973) : P.C.B. in some Swedish territorial organism. *P.C.B. Conference II Public 73*, 4E : 45-58.
- OTTERLIND, D.G., JENSEN, S. and OLSSON, M. (1971) : D.D.T. and P.C.B. in Baltic Fish. *Report I.C.E.S./C.H.*, 1971/E : 31.
- PEAKALL, D. and LINCER, J. (1970) : Polychlorinated biphenyls *Bioscience*, 20 : 958-964.
- PRESST, I. (1970) : Organochlorine pollution of rivers and the Heron (*Ardea cinerea*). *U.I.C.N. II<sup>o</sup> rapport technique* : 95-102.
- RAPPE, A. (1972) : Pesticides et oiseaux de proie. *Les Naturalistes Belges*, 53 : 293-308.
- RAPPE, A. (1973) : Pollution par le mercure et santé publique. *Journ. pharm. belge*, 28 : 265-277.
- RISEBROUGH, R., REICHE, P., PEAKALL, D., HERMAN, S. and KIRVEN, M. (1968) : P.C.B. in the global ecosystem. *Nature*, 220 : 1098-1102.
- ULFSTRAND and SODERGREN (1971) : Effect of P.C.B. on nocturnal activity in caged Robins. *Nature*, 231 : 467.