

PESTICIDES ET OISEAUX

En guise d'introduction

par A. DEMARET
Président d'AVES⁽¹⁾

Les pesticides, en particulier organochlorés, polluants persistants, non biodégradables (le D.D.T., par ex.) et les organophosphorés, très toxiques, mais biodégradables (le parathion, par ex.) sont indéniablement capables de provoquer la stérilité ou la mort d'oiseaux ou d'autres animaux supérieurs. D'autres produits, présentés comme fongicides (composés à base de mercure, par ex.) ou des herbicides (paraquat, par ex.) ne suppriment pas seulement des champignons parasites ou des végétaux gênants, mais peuvent entraîner des troubles graves ou la mort, dans certains cas ou dans des conditions particulières, aussi bien d'oiseaux que d'autres vertébrés. On ne peut demeurer indifférent à ces problèmes.

Les ornithologues connaissent bien les travaux de D.A. Ratcliffe, qui a démontré qu'un des effets des insecticides organochlorés sur les Faucons pèlerins se traduit par un amincissement de l'épaisseur des coquilles de leurs œufs, avec échec consécutif de la reproduction. Mais ce n'est là qu'un des effets démontrables de l'action des pesticides sur les oiseaux.

Si, à la suite de telles découvertes, des mesures n'avaient pas été prises pour réduire ou supprimer l'usage de ces pesticides organochlorés - moins pour préserver les oiseaux que les humains - il est probable que de nombreuses espèces seraient déjà disparues.

C'est donc avec satisfaction et un renouveau d'espoir que l'on apprend, par la lecture de quelques publications récentes, qu'il y aurait depuis plusieurs années augmentation de l'épaisseur des coquilles des œufs chez des espèces qui paraissaient très atteintes. A ce témoin d'une diminution de l'empoisonnement par les pesticides s'ajoutent dans certains cas des indices d'une meilleure réussite des couvées et une tendance au rétablissement des populations. Ainsi, l'intoxication des populations d'oiseaux sauvages serait réversible, et le contrôle de l'usage des pesticides porterait ses fruits.

Toutefois, si des auteurs se montrent optimistes, d'autres restent très réservés. On peut en effet se demander, dans le cas des espèces très raréfiées, si le rétablissement se confirmera ou s'il ne survient pas trop tard. D'autre part, si l'on observe

(1) Cette note introductive s'inspire d'un débat qui a eu lieu en avril 1980 et auquel participaient C. Joiris, A. Rappe, J. Tahon et P. Collette.

en effet que certaines espèces, ou seulement des populations, reconstituent leurs effectifs, d'autres continuent à décroître. Ce fait peut provenir de ce que d'autres facteurs nocifs ajoutent leurs effets à ceux des pesticides, ou encore de ce que les mesures d'interdiction ou de contrôle ne sont pas partout appliquées. Ainsi, le degré d'intoxication des populations d'oiseaux migrateurs dépend aussi de l'usage plus ou moins libre des pesticides dans les différentes régions où ils séjournent. Enfin, il est justifié de s'inquiéter des effets nocifs inconnus que peuvent avoir des pesticides de formules nouvelles.

Même si l'on n'envisage que les aspects ornithologiques, les problèmes qui se posent en matière de pesticides sont d'une très grande complexité. On sait que les prédateurs sont plus particulièrement exposés, mais on constate aussi que les espèces présentent une sensibilité fort différente les unes des autres pour un même produit. Il n'est jamais exclu qu'une substance nouvelle répandue dans la nature se révèle particulièrement toxique pour une espèce, et on ne peut actuellement éliminer cette éventualité par des tests en laboratoire ou par des essais limités sur le terrain; le coût de telles recherches et le nombre d'espèces potentiellement vulnérables ne le permettent pas.

Un risque pour l'avifaune (et toutes les autres espèces animales) persistera encore, sinon toujours, lors de l'utilisation de nouveaux produits. Ainsi, certains « herbicides » présentés au départ comme anodins (on en disait autant du D.D.T.) se sont révélés beaucoup plus dangereux que prévu pour des oiseaux et d'autres animaux. Une vigilance continue s'impose donc.

Sur la façon d'être vigilant, l'accord ne se fait pas toujours non plus. Les uns accusent les autres d'« alarmisme »; ceux-ci répondent en s'indignant de la « passivité » des premiers. On aimerait croire les esprits pondérés, mais l'histoire des sciences montre que l'avenir ne leur a pas toujours donné raison dans ce genre d'oppositions.

Quoi qu'il en soit, les données que l'on peut récolter sont d'un grand intérêt : les militants de la défense de l'environnement ont besoin de références pour étayer leurs argumentations et justifier leurs actions, en les adaptant aux particularités de chaque cas. C'est pourquoi nous ouvrons les colonnes du bulletin à de nouveaux articles sur le sujet, en espérant voir s'installer un débat contradictoire mais constructif.

En une première étape, nous publions une revue bibliographique réalisée par A. Rappe. Nous attendons d'autres articles, dont les conclusions seront peut-être différentes et nous espérons pouvoir publier également, sous forme d'un courrier des lecteurs, des lettres de commentaires, d'approbation ou de critiques qui nous parviendraient, pour autant qu'elles apportent des éléments nouveaux et utiles à la réflexion.

PESTICIDES ET OISEAUX, QUELQUES DONNÉES RÉCENTES

par André RAPPE (1)

Introduction

Si quelques espèces d'oiseaux, comme les étourneaux, présentent un accroissement de leurs effectifs, la plupart des autres sont en voie de diminution. La disparition des oiseaux est due à plusieurs causes : la réduction ou la suppression des biotopes favorables à la nidification, la pression exagérée de la capture ou de la chasse pendant les migrations ou sur les lieux d'hivernage (voire pendant la nidification) et d'autres facteurs nocifs encore, dont, le plus récent, l'action toxique des polluants de toutes sortes. Le but de ces notes est de présenter, dans le prolongement de ce qui est déjà connu ou publié ailleurs, quelques unes des données récentes ou importantes sur les effets nocifs des pesticides sur les oiseaux, données propres à augmenter la prise de conscience et, nous l'espérons, le désir de participer à la lutte pour un meilleur environnement.

Rappelons que c'est en 1963 que Rachel Carson a ouvert les yeux du monde sur les aléas de l'utilisation généralisée des pesticides. Par le titre de son livre devenu célèbre « Le printemps silencieux », elle voulait faire comprendre que la mort des oiseaux est un signal d'alarme de l'empoisonnement de l'environnement et des dangers que ce phénomène comporte pour l'Homme.

Depuis lors, les années ont passé et de nombreuses publications sont venues accréditer les craintes de l'auteur américain. En même temps, se confirmait le rôle important des ornithologues de terrain dans la détection de la pollution de l'environnement.

La Société Aves a très tôt contribué à faire connaître en Belgique les effets nocifs des pesticides sur les populations d'oiseaux. Par exemple, lors des premières tentatives de préservation du Faucon pèlerin (*Falco peregrinus*) dans notre pays, Demaret, Francotte et Paquot (1964) puis Dambiermont, Demaret et Francotte (1966) reconnaissent les troubles graves du comportement liés à l'intoxication du système nerveux du faucon par les pesticides. En 1968, à l'initiative de C. Joiris, paraissait un numéro spécial du bulletin Aves, dans lequel de nombreux spécialistes faisaient le point de la question. D'autres travaux suivirent, dans le bulletin encore (Joiris et Martens 1971, 1973; Joiris et coll., 1973a, 1973b) ou ailleurs (Joiris et coll. 1977; Joiris et coll. 1979; Rappe 1973a, b, c, 1977).

Reçu en II 1979.

* Dr André Rappe, Président du Bureau Service Protection Aves, av. des Constellations 38 - 1200 Bruxelles.

La toxicité des pesticides organophosphorés

Les pesticides organophosphorés ne sont pas seulement utilisés pour détruire des insectes : beaucoup y recourent également pour supprimer les oiseaux. Citons un cas récent (1978) : dans une commune de l'agglomération bruxelloise, un particulier qui voulait se débarrasser de pigeons les a nourris avec des graines enrobées de parathion. Le lendemain, les oiseaux ont été trouvés à l'état de cadavres. L'analyse a confirmé que le pesticide était bien le responsable de cette mort foudroyante. Cet exemple rejoint celui d'une mortalité massive de columbidés signalée dans le Brabant en 1978 (Le soir, 9 oct. 1978).

D'autres fois, les pesticides organophosphorés utilisés pour détruire des insectes ou des rongeurs, provoquent de façon involontaire la mort de nombreux oiseaux. Ainsi, l'Azodrin, lorsqu'il a été utilisé en Irak, sur une surface de 8 km² pour détruire des campagnols, a non seulement détruit ces mammifères, mais aussi des oiseaux et il a même engendré, après trois mois, par *toxicité indirecte*, la mort de 116 oiseaux de proie et de 29 chouettes qui avaient consommé des campagnols et des oiseaux empoisonnés (Mendelssohn 1977).

La toxicité des herbicides

Les méfaits des herbicides sur l'avifaune sont encore mal connus. Il est toutefois certain qu'ils peuvent provoquer des hécatombes d'oiseaux, notamment lors d'usages répétés. Nous donnons ci-après des passages d'une lettre qui nous est parvenue (publiée dans la feuille de contact Aves 1979/1 page 15) et dont les propos spontanés et directs expriment, mieux encore que bien des rapports scientifiques, le désarroi et l'inquiétude des naturalistes devant l'empoisonnement des oiseaux.

...« Je profite de l'occasion pour revenir sur l'abus d'herbicides sur cette propriété. Lors du déblaiement de quelques pièces au potager, donc une zone restreinte, on y a trouvé une douzaine d'oiseaux morts. Il n'y a pas eu d'herbicides sur ces pièces; les oiseaux y étaient allés pour mourir. Il y avait des Mésanges charbonnières, des Rougequeue noirs. Plus loin, dans un sentier peu fréquenté, on a trouvé une Corneille noire. Il faut y ajouter trois hirondelles adultes que j'avais trouvées dans les cours. Si l'on pouvait chercher ailleurs dans la végétation, on en trouverait certainement d'autres. »

...« Depuis longtemps, on fait ici usage d'herbicides. Il y en a qui sont généraux, brûlant toute végétation. D'autres sont sélectifs et n'attaquent qu'un genre de végétation, par exemple, les graminées, ou l'inverse. » (Ultérieurement un des produits a pu être identifié, il s'agit du Gramoxone).

...« On a pulvérisé le long de tous les chemins. On a empoisonné les plantes et les fleurs sauvages le long du bois (principalement de résineux). On en a aussi mis sur quelques massifs de végétation spontanée en des endroits où celle-ci ne gênait pas. »

...« Fin août on a enfin arrêté. Début octobre les rapaces ont de nouveau fait leur apparition, et l'on pouvait supposer que le temps et la pluie avaient neutralisé le poison. Mais depuis que les champs de maïs ont été fauchés, on recommence à pulvériser

pour tuer les mauvaises herbes qui avaient poussé entre les pieds de maïs. Ces champs fraîchement fauchés étaient le rendez-vous de nombreux oiseaux, granivores et insectivores. La semaine dernière, j'ai déjà trouvé une Bergeronnette des ruisseaux morte au bord d'un champ. Elle ne portait aucune blessure. Peut-être s'agissait-il de la bergeronnette des ruisseaux qui venait toujours ici en hiver. »

...« Comme il y a parmi les oiseaux morts des granivores et des insectivores, il est possible qu'ils absorbent le poison avec l'eau : de petites flaques se forment sous les plantes pulvérisées. Peut-être le poison s'y concentre-t-il ? Dans ce cas, il est probable que les petits rongeurs aient aussi péri ou émigré, ce qui expliquerait l'absence de rapaces. Si l'on continue encore trois ou quatre ans, peu-être moins, il n'y aura plus un seul oiseau ici. »

Sous la direction du professeur Lutz, une équipe universitaire de Clermond-Ferrand étudie depuis plusieurs années l'action des pesticides 2,4-D et 2,4,5-T, Simazine*, et Paraquat* sur les oiseaux et s'attache particulièrement aux effets de ces produits sur les embryons (Lutz-Ostertag et Didier, 1971; Lutz-Ostertag et Henou 1975; Didier et Lutz-Ostertag, 1972; Didier, 1974, 1975).

Il s'agit d'expériences où les œufs sont immergés dans une suspension de 2,4,5-T ou pulvérisés avec du 2,4-D aux doses prescrites par le fabricant. On constate :

- 1) un effet nocif sur le développement des embryons, qui présentent de la paralysie avec une raideur des pattes et de la crispation des doigts, handicap qui rend évidemment la survie impossible dans le milieu naturel.
- 2) Une perturbation hormonale et un effet antiméiotique, conduisant à une fertilité réduite ou à une stérilité totale.

La Simazine dans les mêmes conditions que les expériences précédentes, agit sur l'appareil génital à toutes les doses employées. Les faibles concentrations utilisées ont le même effet que les fortes. La morphologie et la structure des gonades sont profondément altérées, d'où stérilité ou forte réduction de la fécondité.

La Simazine comme le 2,4,5-T, introduits dans un milieu de culture, perturbent l'évolution des gonades embryonnaires explantées. Le résultat est la stérilisation totale ou partielle des gonades embryonnaires.

Dans des expériences où l'œuf de poulet ou de caille est pulvérisé avec le Paraquat (ici encore à des concentrations correspondant à celles proposées par le fabricant), ce produit provoque une mortalité embryonnaire importante qui reste fonction de la dose. Le mésenchyme pulmonaire ne régresse pas, le conjonctif sousépithélial s'épaissit. Dans pratiquement tous les cas, on note l'absence de jonctions alvéolaires et par conséquent de capillaires aériens. L'action sur le tractus génital est analogue à celle observée avec les autres herbicides étudiés.

Selon De Lavour, cité in Lutz-Ostertag (1975), le traitement d'un champ de luzerne au Paraquat peut provoquer la mort de 50 % des lièvres exposés dans un délai de 72 à 120 heures.

*Simazine : nom déposé Prémazin. - Paraquat : nom déposé Gramoxone.

Rappelons que chez l'homme, le décès survient par insuffisance respiratoire dans les deux semaines qui suivent l'intoxication et n'oublions pas qu'il n'existe pas d'antidote valable.

Lutz (1974) a utilisé des produits commerciaux pour ses expériences et souligne que c'est sous cette forme qu'ils sont utilisés en agriculture et en arboriculture. Ainsi peut être expliqué l'étonnement mêlé d'effroi de notre correspondant...

Tout en disant qu'il existe peu de données sur la contamination non volontaire des œufs, Giban et coll. (1978), signalent, sans citer les travaux de leur collègue Lutz, que « dans les traitements par aéronef, il n'y a guère que les nids des petits passereaux qui risqueront d'être contaminés » (sic), mais ils concluent néanmoins : « C'est à l'occasion de ces extensions d'emploi que risque de se faire sentir avec acuité l'insuffisance de nos connaissances sur l'incidence de l'emploi des herbicides sur la faune sauvage ».

Selon Kenaga (1975), les teneurs en 2,4,5-T et dérivés restant sans effet sont assez élevées et dépassent la teneur normalement présente dans la nourriture des oiseaux. Ainsi, pour cet auteur, il n'y aurait pas de danger aux doses recommandées. Mais il est permis de se demander si l'on s'en tient toujours aux doses recommandées ? Celles-ci peuvent être dépassées accidentellement ou même volontairement par l'utilisateur. De plus, l'existence d'impuretés hautement toxiques est toujours possible : l'exemple de la dioxine, impureté très toxique (reponsable du grave accident de Seveso) présente dans le 2,4,5-T, est là pour nous le rappeler.

La toxicité des pesticides organochlorés et des PCB (Biphénylpolychlorés)

La toxicité de ces produits se manifeste le plus souvent de façon indirecte. Ils s'accumulent le long des chaînes alimentaires avec pour conséquences finales chez les oiseaux, absence d'éclosion, mort du jeune lors de l'envol, intoxication généralisée... Il est donc important de relever les teneurs présentes dans les tissus et les œufs afin de connaître le degré de contamination générale et en tirer les enseignements sur le plan de la protection des oiseaux.

En France

En ce qui concerne les œufs d'espèces vivant en Alsace, en bordure du Rhin, on trouvera les teneurs relevées dans le tableau n° 1, extrait de Kempf et Sittler (1977).

Dans son étude sur la situation de la Pie-grièche à poitrine rose (*Lanius minor*) en France, Lefranc (1978) signale qu'« à l'action des étés frais et humides qui rendent difficile la recherche des insectes, s'est vraisemblablement ajoutée, bien plus tard et localement, celle des pesticides ».

En Suisse

En Suisse, l'étude récente de Juillard et coll. (1978) montre que même si la contamination des œufs des oiseaux de proie n'est pas catastrophique par comparaison avec l'Allemagne, il est urgent de parer à une situation qui pourrait devenir alarmante.

Tableau 1. – Présence de produits organochlorés dans les œufs.

	HCB	HCHa	DDE	PCB
Mouette	18,87	0,51	5,10	29,3
»	107,00	3,35	14,70	157,58
»	6,64	0,55	7,85	26,74
»	2,01	0,029	1,40	4,56
»	2,06	0,055	ND	218,6
Sterne pierregarin	1,64	0,28	5,30	64,70
»	4,23	0,012	1,17	0,63
»	18,01	0,216	5,03	30,72
»	2,66	0,039	0,75	ND
Canard colvert	34,53	1,39	20,34	114,6
»	0,43	0,048	ND	53,26
»	0,13	0,01	0,27	0,06
Foulique	0,043	T	0,116	ND
»	11,7	0,63	2,25	62,0
Grèbe huppé	21,50	0,21	3,04	28,80
Faisan	3,25	0,061	0,216	ND

ND = Présents mais non déterminés. T = Traces.

Ce tableau reproduit les taux respectifs des principaux produits dosés : l'Hexachlorobenzène (HCB) l'Hexachlorocyclohexane (HCHa) le Dichlorodiphényldichloréthylène (DDE) et les Polychlorobiphényles (PCB) Les résultats sont exprimés en ppm par rapport à la matière grasse contenue dans l'œuf.

Dans le Jura, la population du Faucon pèlerin a diminué de 75 % entre 1950 et 1968. Actuellement, la tendance est à l'augmentation suite vraisemblablement à l'interdiction du DDT, de l'Aldrine et de la Dieldrine. Cependant, le Faucon pèlerin reste le rapace le plus contaminé de l'avifaune de Suisse romande car il est le seul à posséder, en concentration importante, dans tous les œufs analysés, l'ensemble des pesticides organochlorés recherchés. La moyenne de trois œufs stériles en 1977 était de 2,69 ppm en HCB, 8,75 ppm en DDE et 12,33 ppm en PCB.

En 1973, la teneur moyenne en HCB (hexachlorobenzène) trouvée dans les œufs stériles de rapaces était de 0,37 ppm. En 1977, elle est encore de 0,27 ppm et 68 œufs sur 70 en contiennent. Valeurs maximales : Chouette chevêche (*Athene noctua*), 1,9 ppm; Milan royal (*Milvus milvus*), 1,5 ppm et Epervier (*Accipiter nisus*), 0,7 ppm.

En 1977, 55 œufs sur 70 renferment du HCH (hexachlorocyclohexane) mais en taux réduit. En 1973, le maximum trouvé était de 6,4 ppm dans un œuf de Milan royal.

En 1977, dans 52 œufs sur 70, le HE (heptachlore) est présent en très faible concentration avec toutefois une exception : deux de Buse variable (*Buteo buteo*) en renferment 1,20 et 1,31 ppm. Notons que ce produit est interdit depuis 1972.

En 1977, la Dieldrine (également interdite depuis 1972) est présente dans 37 œufs sur 70 mais avec une moyenne de 0,09 ppm (elle était de 0,31 ppm en 1973 avec un maximum de 5,7 ppm chez la Buse).

En 1977, le DDT est présent dans 69 œufs sur 70 dont 19 avec des doses supérieures à 1 ppm. Dans ce cas, les espèces les plus contaminées sont l'Épervier (max. 10 ppm), le Milan royal (max. 2,25 ppm) et la Chouette chevêche (max. 2,20 ppm). La moyenne a même augmenté : en 1973, elle était de 1,66 ppm et en 1977 elle est de 1,73 ppm.

En 1973, quatre analyses sur le foie de rapaces ont révélé des doses de DDE (dichlorodiphényldichloréthylène, métabolite du DDT) supérieures à 100 ppm avec un maximum de 580 ppm chez l'Épervier ! Seules des sept espèces de rapaces étudiées, la Buse variable et la Bondrée apivore (*Pernis apivorus*) renfermaient moins de 1 ppm de DDE dans le foie.

En Espagne

La situation décrite dans ce pays (Baluja et Hernandez 1977 et 1978) est riche d'enseignements. En effet, il s'agit de données en provenance du Sud-Ouest de l'Espagne, et, dans la plupart des cas, de la Réserve naturelle du Cota Doñana, c'est-à-dire sur une très grande superficie que l'on se plaît à imaginer indemne de pollution...

La réalité est autre : tous les œufs analysés renferment des traces ou des quantités élevées de tous les pesticides organochlorés recherchés : α et γ HCH, Heptachlore, Aldrine, Dieldrine, Endrine, DDT, DDE, TDE et PCB.

Les teneurs moyennes en résidus organochlorés totaux sont les plus élevées dans les œufs de l'Aigle impérial (*Aquila heliaca*), de l'Aigle botté (*Hieraaëtus pennatus*), du Milan noir (*Milvus migrans*) et du Faucon hobereau (*Falco subbuteo*), moyennes chez le Héron pourpré (*Ardea purpurea*), la Glaréole à collier (*Glareola pratincola*) et la Sterne naine (*Sterna albifrons*), faibles chez le Fuligule milouin (*Aythya ferina*), la Foulque (*Fulica atra*), le Canard souchet (*Anas clypeata*), l'Avocette (*Recurvirostra avosetta*) et l'Outarde (*Otis sp.*). Comme toujours, les prédateurs sont plus contaminés que les phytophages.

Deux produits, la Dieldrine et l'Heptachlorepoxyde sont mêmes retrouvés plus fréquemment en 1975 et 1976 qu'en 1973 avec des doses variant de 0,001 à 0,426 ppm. Les plus hautes teneurs sont découvertes dans les œufs d'aigles.

Le total du DDT varie de 0,157 à 9,917 ppm : les teneurs les plus élevées sont trouvées chez le Milan noir et l'Aigle impérial.

Les taux en PCB se situent entre 0,599 ppm et 7,742 ppm chez l'Aigle impérial, mais la plus forte teneur est trouvée dans un œuf de Sterne naine : 9,071 ppm. C'est dans les œufs de Grèbe (*Podiceps sp.*) que se situent les teneurs les plus faibles : 0,133 à 0,138 ppm.

En Allemagne

En Allemagne également, les œufs d'oiseaux sont largement contaminés par les pesticides (Conrad, 1977). Dans 100 % des échantillons analysés (557 œufs appartenant à 19 espèces d'oiseaux indigènes) on a retrouvé du HCB, p,p'-DDE (métabolite du DDT) et des PCB. Les données sont reprises dans les tableaux 2 et 3.

Par ailleurs, dans 99,3 % des échantillons on a trouvé de la Dieldrine et de l'Aldrine.

Tableau 2. – Teneur moyenne en HCB, p, p'-DDE et PCB (en ppm du poids sec) des œufs de trois espèces, groupées par régions d'origine (ex. Conrad, 1977).

	AUTOUR			EPERVIER			CHOUETTE EFFRAIE		
	HCB	DDE	PCB	HCB	DDE	PCB	HCB	DDE	PCB
Schleswig-Holstein (Kiel)	60,3	12,0	38,3	22,9	40,7	59,0	3,8	1,0	14,5
Ruhr (Dortmund)	4,8	11,7	65,9	–	–	–	1,3	2,9	141,0
Franconie moyenne (Nürenberg)	4,7	24,0	63,3	2,2	76,0	210,0	1,2	4,5	26,7

TABLEAU 3. – Teneur moyenne des œufs en DDE et HCB (en ppm du poids sec) (ex. Conrad, 1977).

	DDE	HCB
Faucon pèlerin	74,2	26,0
Epervier	65,0	13,0
Autour	13,0	49,9
Milan royal	8,7	7,5
Faucon crécerelle	7,5	3,6
Chouette effraie	3,0	2,6

L'empoisonnement des oiseaux varie avec leur milieu de vie et avec leur régime alimentaire. Six espèces, le Pygargue à queue blanche (*Haliaeetus albicilla*), le Faucon pèlerin, l'Epervier, le Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*), le Hibou grand-duc (*Bubo bubo*) et la Sterne naine réagissent fortement à cette forme de pollution en présentant une atteinte importante de la fertilité.

Si la teneur estimée sans effet sur l'épaisseur de la coquille des œufs paraît être de 0,5 ppm en DDE, des différences interspécifiques peuvent jouer (Blus et coll., 1972). Par ailleurs, lorsque ces diminutions d'épaisseur sont de l'ordre de 15 à 20 %, on peut s'attendre au déclin des populations aviaires concernées.

Une étude récente de Conrad (1979) porte sur l'Epervier. Trente-deux exemplaires trouvés morts ont été répartis en 3 groupes dont on a établi le degré moyen de contamination par les insecticides :

- a) dix jeunes exemplaires morts de mort naturelle l'année de leur naissance : HCB, 1,7 ppm; DDT, 3,8 ppm; PCB, 15,5 ppm;
- b) adultes morts accidentellement ou tirés : HCB, 2,4 ppm; DDT, 12 ppm; PCB, 33 ppm.
- c) adultes morts de cause inconnue : HCB, 8 ppm; DDT, 76 ppm; PCB, 194 ppm.

La comparaison avec les résultats connus pour d'autres oiseaux trouvés morts indique une concentration létale pour ce troisième groupe.

En Angleterre

Un spécialiste du Faucon pèlerin (Treleven, 1977) fait remarquer que la présence, même réduite, de pesticides ralentit énormément la reconstitution actuelle de la population de ce rapace après l'ère du DDT.

Mer Egée

Les œufs non-éclos du Faucon d'Eléonore (*Falco eleonora*) recueillis en 1977 dans une colonie de la mer Egée sont remarquablement peu contaminés par les pesticides organochlorés et les PCB par comparaison avec ceux des autres rapaces et moins que ceux de la population marocaine de la même espèce (Ristow et al., 1980).

On sait que pendant sa nidification, située en automne, le Faucon d'Eléonore se nourrit d'oiseaux insectivores européens en migration. On peut, entre autres hypothèses, supposer que les passereaux dans leur première année, représentant la majeure partie de la population migratrice d'automne, sont encore peu contaminés.

Aux Etats-Unis

Le Kepone est un insecticide organochloré utilisé en agriculture. Ce produit a provoqué aux U.S.A. la contamination de la rivière Saint-James où des concentrations de 0,1 à 20 ppm ont été trouvées dans le poisson (Stafford et al., 1978). Une méthode analytique a été mise au point pour doser ce produit en présence de hautes concentrations des autres organochlorés.

Des résidus de 0,14 à 0,19 ppm et de 0,05 à 1,5 ppm ont été mis en évidence dans des œufs de Pygargue (*Haliaëtus leucocephalus*) et le Balbuzard (*Pandion haliaëtus carolinensis*) (Stafford et al., 1978).

Des expériences menées par Eroschenko (1978) chez la caille japonaise mâle (*Coturnix c. japonica*) montre que le Kepone, ajouté à la nourriture (à la concentration de 200 ppm), affecte les organes reproducteurs : testicules atrophiés ou élargis,

spermatogénèse inhibée. Après élimination du Kepone dans la nourriture, on constate une réparation structurelle dans la plupart mais pas dans tous les cas. En conclusion, l'auteur souligne que les capacités reproductrices de nombreux oiseaux pourraient se trouver limitées, si pas complètement abolies, après intoxication par le Kepone.

Les biphenylpolybromés (PBB)

Les biphenylpolybromés ont une structure chimique similaire à celle des biphenylpolychlorés (PCB).

En Amérique, une contamination accidentelle en 1973 a suscité des recherches sur les effets toxiques de ces produits sur les animaux domestiques et le "gibier".

D'une façon générale, les PBB peuvent être considérés comme non toxiques par comparaison avec d'autres pesticides car la dose létale 50 (DL50) chez le rat est de 21,5 g par kg. Cependant, comme les autres hydrocarbures polyhalogénés, ces produits s'accumulent dans les tissus graisseux et leur toxicité peut se manifester de façon nette, surtout au niveau de la reproduction.

Ringer et Polin (1977) ont mis en évidence que ces produits affectent la prise de nourriture, la reproduction et l'éclosion des œufs chez le poulet et la caille. Même si une tératogénicité caractéristique ne peut être mise en évidence, un œdème sous-cutané au niveau du cou et des épaules est une anomalie habituellement constatée chez les mâles car la production d'œufs reste une voie importante d'excrétion. L'influence des PBB sur la taille et la structure des tissus atteints (foie, thyroïde...) est nette.

Comme toujours, l'effet varie avec les doses utilisées et, d'après les auteurs, les PBB sont généralement moins toxiques que les PCB alors que l'effet peut être équivalent dans certains cas.

Mais des problèmes restent posés. Ainsi le pourcentage de la quantité consommée qui reste fixée par les œufs : il semble varier dans un rapport de 1 à 20 entre PCB et PBB; cependant, il serait important de calculer les vitesses respectives d'élimination. On voit la complexité des problèmes posés par tous ces produits chimiques présents à tous les niveaux des chaînes alimentaires.

La toxicité du mercure

En France

Des analyses ont été effectuées sur la faune rhénane d'Alsace (Kempf et Sittler, 1977) : sur 80 individus analysés, tous présentent des traces de mercure.

Chez les poissons, les teneurs les plus élevées se retrouvent chez les espèces carnivores : Perches (*Perca fluviatilis*), de 1,77 à 3,68 ppm, chez un Brochet (*Esox lucius*), 3,52 ppm.

Chez les oiseaux, les teneurs varient selon les espèces et les organes analysés. Une Sterne pierregarin (*Sterna hirundo*) trouvée dans l'impossibilité de voler présentait une teneur de 9,25 ppm dans les muscles et de 18 ppm dans le foie; chez un Grèbe huppé (*Podiceps cristatus*) recueilli mourant, il y avait 4 ppm dans les muscles.

En ce qui concerne les œufs, la contamination mercurielle est particulièrement évidente dans ceux des laridés, deux tiers des échantillons renfermant un ou plusieurs ppm de mercure. Dans un cas, chez une Sterne, on a trouvé une valeur de 7 ppm.

Des teneurs maximum situées entre 1 et 3 ppm de mercure ont été trouvées chez la Mouette rieuse (*Larus ridibundus*); des teneurs proches de 1 ppm chez le Canard colvert (*Anas platyrhynchos*) et le Grèbe huppé et de 0,5 ppm chez la Foulque prouvent la contamination de ces espèces, par comparaison avec le Faisan (*Phasianus colchicus*) dont un œuf renfermait 0,01 ppm.

En Suisse

La contamination par le mercure était très nette en 1973. Sur 81 analyses effectuées sur des muscles d'oiseaux, 29 % révélèrent des taux supérieurs à 1 ppm et 68 % supérieurs à 0,5 ppm (moyenne générale : 0,95 ppm). Les espèces les plus contaminées étaient la Buse et l'Epervier. Si en 1977, les quantités de mercure décelées en Suisse ont diminué par rapport à 1973, il faut cependant rester vigilant (Juillard et coll., 1978).

Rappelons en effet qu'il existe une limite à ne pas dépasser : elle est fixée pour certains aliments, comme les poissons, entre 0,5 à 1 ppm. Selon Medical News (1971), l'ingestion de 330 µg de mercure par jour (ou 330 g de poisson en renfermant 1ppm) pendant un an peut provoquer chez l'homme des troubles du système nerveux. Les oiseaux « gibiers » granivores (comme le Faisan par exemple) peuvent consommer des graines traitées au mercure et constituer, lors de leur consommation par les humains, un danger pour la santé.

En Irak

On se souviendra qu'en 1972, l'Irak a connu une intoxication humaine collective, *accidentelle*, par consommation de pain préparé à partir de blé traité par un fongicide organomercuriel. Des cas d'intoxication ont été décelés dans toutes les campagnes; le nombre exact de victimes n'a pu être répertorié mais 6.350 malades ont été hospitalisés dont 459 ont succombé. (Tikriti, 1976).

A l'occasion de cette contamination massive, de nombreuses études ont été réalisées; elles ont permis d'ajouter des éléments nouveaux et ont renforcé la volonté de tout mettre en œuvre pour prévenir la répétition de pareils accidents. Jernelöv (1976) s'est livré à une enquête pour évaluer la contamination de l'environnement. Les échantillons de poissons (non prédateurs typiques) ren-

fermaient dans les muscles des concentrations allant de 0,01 à 0,15 ppm (sous la forme de méthylmercure); des valeurs plus élevées (de 0,3 à 0,5 ppm) ont été observées en aval d'une usine de soude caustique au sud de Bagdad. Dans une région où des poissons sont morts, la concentration chez ces derniers atteignait 25 à 30 ppm.

Ces teneurs rejoignent celles qui ont été trouvées au Japon dans le poisson qui est à la base de l'alimentation de ce pays. Ce sont ces teneurs élevées en mercure qui ont provoqué la célèbre maladie de Minamata et révélé au monde cette forme d'intoxication par le mercure.

Chez les oiseaux aquatiques, canards et échassiers, la teneur dans le muscle est relativement faible : 0,9 à 2,75 ppm. Par contre, à proximité d'entrepôts de semences traitées, les teneurs musculaires chez les oiseaux granivores, comme chez des rats et des souris trouvés morts, se situaient entre 15 et 40 ppm.

La toxicité du plomb

Certains phénomènes inattendus ont été observés : ainsi le plomb qui n'est pas présent en quantités élevées dans les œufs stériles de rapaces analysés en Suisse, a été retrouvé, en forte concentration, dans des œufs inféconds de Chouette de Tengmalm (*Aegolius funereus*), espèce qui vit essentiellement au sommet des anticlinaux jurassiens où l'automobile (source principale de pollution par le plomb) ne circule guère (Juillard et al. 1978).

Selon un article paru dans le *New Scientist* de novembre 1977 sous la signature du Dr Mike Ireland (et cité dans la revue hollandaise *Argus*, 1978/3 p. 12), le plomb pourrait être stocké en grande quantité chez le ver de terre sous une forme non toxique pour lui; par contre ce plomb se libère (et retrouve sa toxicité) lorsque le ver est consommé par des prédateurs et constitue dès lors un danger au niveau des chaînes alimentaires.

Troubles du comportement

Des auteurs mettent sur le compte des pesticides les troubles de comportement observés chez certaines espèces et citent comme exemple la présence anormale de galets dans le nid de laridés (Kempfer Sittler, 1977).

Pour rechercher les interactions entre la privation de nourriture et les effets des pesticides, des expériences ont été menées sur 19 jeunes Pélicans (*Pelicanus occidentalis*) présentant au départ dans leurs tissus des résidus de p,p'-DDE. Les oiseaux d'un lot soumis à un affamement expérimental présentèrent dans les tissus graisseux du cerveau, du foie, du muscle et dans la graisse des teneurs en pesticides plus élevées que les oiseaux du lot nourris normalement. De telles différences ne sont pas notées dans les autres tissus (Thompson et al., 1977). Suite à ces expériences, il est permis de prédire, lors des périodes de disette, des troubles

de comportement dus à une accumulation de pesticides dans le cerveau; on se rappellera à ce sujet les observations d'*egg-breakage* chez le Faucon pèlerin (Dambiermont et coll., 1966).

Par ailleurs, en Allemagne (Schriker, 1974a), a été mise en évidence l'action de très faibles doses de Parathion sur différents comportements et notamment sur la danse frétilante des abeilles servant à indiquer aux congénères la distance et l'orientation des sources de nourriture. Il s'agit de doses inférieures à 0,03 µg (celle-ci étant létale dans un délai de 230 minutes) : les abeilles novices sont guidées de façon erronée. L'action est cependant limitée dans le temps : cinq heures et demie.

Ce même auteur (1974b) a aussi montré que ce produit agissait également, chez l'abeille, sur la mémoire du temps.

Discussion

Cette analyse bibliographique, toute partielle qu'elle soit, confirme la contamination des écosystèmes par les résidus des pesticides et par les métaux lourds avec comme conséquence ultime, l'intoxication des populations d'oiseaux touchés dans leur fonction essentielle : la reproduction, la survie de l'espèce.

Le fait qu'ils sont réputés biodégradables ne doit pas faire oublier que les pesticides organophosphorés ont une action toxique directe : ils tuent les oiseaux à certaines doses, ou bien les menacent de disparition par la raréfaction de leurs proies (c'est le cas des Pie-grièches par exemple).

D'autres pesticides, comme les organochlorés, s'accumulent le long des chaînes alimentaires : leur toxicité est indirecte. Ils menacent tout particulièrement les espèces situées en fin de chaînes alimentaires, comme les rapaces ou les sternes.

Mais si l'action nocive de certains pesticides commence à être connue, il reste un grand nombre de produits dont nous ignorons encore les « effets secondaires ». Ainsi que savons-nous de l'action sur les oiseaux, d'herbicides réputés « non-toxiques pour la faune » mais dont des expériences en cours ont montré la nocivité pour les abeilles ? (Anonyme 1979). La menace pour les abeilles s'étend très certainement aux autres insectes qui peuvent être consommés par les oiseaux.

Beaucoup d'autres questions restent encore sans réponse, comme par exemple l'action des nouveaux pesticides, l'effet des petites doses sur le comportement animal, la signification de la présence de plomb chez les Chouettes de Tengmalm du Jura...

En réalité, toute la nature est contaminée et il n'est en rien réjouissant de savoir que les œufs de l'Aigle impérial de la réserve naturelle du Cota Doñana en Espagne sont moins contaminés que ceux des oiseaux de la même espèce habitant la province de Caceres. Au contraire, cela signifie que la contamination atteint le cœur même de cette réserve internationale.

Tous, les ornithologues, les protecteurs des oiseaux, les naturalistes, doivent être pleinement conscients de ces faits et de leur importance dans le domaine de la conservation de la nature.

Mais les problèmes posés dépassent largement le domaine de la protection des oiseaux.

L'utilisation des pesticides - surtout si elle est abusive - aura inévitablement des répercussions néfastes sur l'être humain; en effet, il se trouve lui aussi en fin de chaîne alimentaire et nous savons aujourd'hui que les pesticides sont présents partout dans la nature, dans notre nourriture et jusque dans le lait maternel.

Si l'on n'y prend garde, l'emploi intensif et continu des produits phytosanitaires pourrait avoir des résultats désastreux en agriculture, aboutissant à une stérilisation progressive du sol. Dans une étude récente (Lebrun, 1977), il est nettement dit que « la faune du sol constitue la base du capital de nos cultures et sa conservation est impérieuse ».

Abordant les incidences des pesticides sur cette faune, l'auteur montre tout d'abord que la tolérance des animaux édaphiques est des plus variables et que certains groupes taxonomiques sont à la limite de l'éradication. Le respect des doses préconisées apparaît à cet égard comme formellement indispensable.

Des expériences plus vastes menées en culture betteravière ont permis de mettre en évidence les profonds bouleversements que les pratiques biocides peuvent induire dans l'agrobiocénose. Il a notamment été constaté :

- l'incidence très variable des traitements selon l'époque culturale;
- des réductions de faune allant de 25 % (herbicides) à plus de 80 % (insecticides organochlorés et certains carbamates);
- des modifications qualitatives de la microfaune, les phytophages nuisibles prenant souvent le pas sur les saprophages.

Ces différents problèmes seront prochainement passés en revue.

Suggestions

- Il devrait y avoir une exigence légale de tester préalablement la toxicité des nouveaux pesticides sur les écosystèmes, avant leur mise sur le marché (Rappe, 1977; Juillard et coll., 1978). C'est là une mesure de prévention essentielle, même si certains produits n'ont d'activité qu'à de fortes concentrations. Ce contrôle des nouveaux produits chimiques avant mise sur le marché a été évoqué en décembre 1978, en France, lors des Deuxièmes Assises Internationales de l'Environnement, au cours desquelles des orientations se sont dessinées vers des exigences précises.

- Les quantités de pesticides utilisées, ainsi que leur nature et les lieux d'utilisation, devraient être du domaine public, régulièrement publiées à l'intention des consommateurs.

– Puisque les oiseaux sont d'excellents indicateurs biologiques en matière d'us et abus des pesticides, il vaudrait vraiment la peine de poursuivre et d'intensifier les recherches sur les populations aviaires. Ainsi, l'étude de la dynamique des populations de rapaces renseigne mieux sur la valeur du milieu naturel que l'analyse, souvent fastidieuse, de trop rares échantillons de nos aliments (Juillard et coll., 1978). On peut se réjouir de ce que des investigations, financées par des organismes internationaux, vont être entreprises en Suisse sur l'Epervier, l'Autour et le Faucon pèlerin. En Belgique, des travaux se poursuivent dans la voie déjà ouverte il y a des années (Joiris et coll., 1979 a,b).

– La recherche scientifique devrait être intensifiée en portant les efforts sur des pratiques agricoles telles que : lutte intégrée, lutte biologique, agriculture biologique, étude des conditions d'utilisation du compost de broussailles, etc.

– La mise au point de pesticides *totale*ment biodégradables (qu'ils soient de synthèse ou d'origine végétale) devrait être largement encouragée.

– Chacun devrait se sentir personnellement concerné : s'efforcer de limiter son usage individuel de pesticides et d'herbicides et réclamer des autorités qu'elles en fassent de même; ainsi dans les villes et le long des routes où l'usage des herbicides peut être remplacé par un désherbage manuel ou mécanique (Rappe, 1973a).

Il ne faut pas perdre de vue que les problèmes que nous venons d'évoquer dépassent le cadre (que certains qualifient à tort de restreint) de la protection des oiseaux. D. Rippley (1977), Président général du Conseil International pour la Préservation des Oiseaux (CIPO), a récemment encore insisté sur le fait que ces questions ne concernent pas seulement la survie des oiseaux mais aussi, indirectement, celle de l'espèce humaine.

BIBLIOGRAPHIE

ANONYME (1977) : *La mort des abeilles : un signal d'alarme. Les herbicides, une menace pour l'agriculture et le monde vivant.* 199 pp. Ed. Infor Vie saine. - 5020 Champion.

Aves, Feuille de contact : janvier-février 1979, p. 15-16.

BALUJA, G., MURADO, et HERNANDEZ, L.M. (1977) : Organochlorine Pesticides and PCBs Distribution in Tissues of Purple Heron and Spoon Duck from the Biological Reserve of Donana (Spain). *Bull of Environm. Contam. Toxicol.*, 17 : 603-612.

BALUJA, G. et HERNANDEZ, L.M. (1978) : Organochlorine Pesticides and PCB Residues in Wild Bird Eggs from the South-West of Spain. *Bull. Environm. Contam. Toxicol.*, 19 : 655-664.

BLUS, L., GISH, Ch., BESLILLE, A et POUTY, R. (1972) : Logarithmic relationship of DDE Residues to Eggshell Thinning. *Nature*, 235 : 376-377.

CARSON, R. (1963) : *Le printemps silencieux*, Paris (Plon).

CONRAD, B. (1977) : Zur Belastung der Vogelwelt der Bundesrepublik mit chlorierten Kohlenwasserstoffen und PCB. *Naturwissenschaften*, 64 : 43.

- CONRAD, B. (1979) : Hohe Pestizidrückstände in tot aufgefunden en Sperbern (*Accipiter nisus*) als mögliche Todesursache. *Die Vogelwarte* 30 : 21-28.
- DEMARET, A., FRANCOTTE, J.P. et PAQUOT, R. (1964) : Les Faucons pèlerins de la vallée de l'Amblève. *Aves*, 1 : 36-40.
- DAMBIERMONT, J.L., DEMARET, A. et FRANCOTTE, J.P. (1966) : La reproduction du Faucon pèlerin en Belgique. *Aves*, 3 : 103-110.
- DIDIER, R et LUTZ-OSTERTAG, Y. (1972) : Action de la Simazine sur le tractus génital de l'embryon de Poulet et de Caille in vivo et in vitro. Comptes rendus des séances de la Société de Biologie. Extrait du tome 166, n° 12, p. 1691.
- DIDIER, R. (1974) : Action du 2,4,5-T et de la Simazine sur les gonades de l'embryon de poulet et de la Caille en culture in vitro. Extrait du *Bulletin de la Société Zoologique de France*. Tome 99, n° 1, p. 93.
- DIDIER, R. (1975) : Etude du peuplement gonocytaire des ébauches gonadiques de l'embryon de Caille après action de l'acide trichloro 2,4,5-phénoxyacétique. Comptes rendus des séances de la Société de Biologie. Extrait du tome 169, n° 3, p. 574.
- EROSCHENKO, V.P. (1978) : Alterations in the testis of the Japanese Quail during and after the ingestion of the insecticide Kepone. *Toxicology and applied Pharmacology*, 43 : 535-545.
- GIBAN, J. et de LAVAUR, E. (1978) : Incidences des herbicides sur la faune des forêts. Extrait du Colloque sur les incidences secondaires des herbicides sur la flore et la faune. *C.N.R.A., Versailles, 19.12.1978*, p. 74.
- JERNELOV, A. (1976) : Environmental contamination by mercury in Iraq. *Bull. O.M.S., suppl. du vol. 53* : 115-118.
- JOIRIS, C. et MARTENS, P. (1971) : Teneur en pesticides d'œufs de rapaces récoltés en Belgique en 1969. *Aves*, 8 : 1-13.
- JOIRIS, C. et MARTENS, P. (1973) : Teneur en pesticides organochlorés d'œufs de rapaces récoltés en Belgique en 1971. *Aves*, 10 : 153-160.
- JOIRIS, C., LAUWEREYS, M. et VERCRUYSSSE, A. (1973a) : Teneur en résidus organochlorés de rapaces trouvés morts en Belgique. *Aves*, 10 : 161-170.
- JOIRIS, C., LAUWEREYS, M. et VERCRUYSSSE, A. (1973b) : Contenu en résidus organochlorés du Moineau domestique (*Passer domesticus*) et de micromammifères prélevés en Belgique. *Aves*, 10 : 171-181.
- JOIRIS, C., LAUWEREYS, M. and VERCRUYSSSE, A. (1977) : PCB and organochlorine pesticides residues in eggs of birds of prey collected in Belgium in 1972, 1973 and 1974. *Le Gerfaut*, 67 : 447-458.
- JOIRIS, C., DEJAEGHER, J. and DELBEKE, K. (1979) : Changes of eggshell thickness in Belgian birds of prey. *Le Gerfaut*, 69 : 195-210.
- JOIRIS, C., DELBEKE, K., MARTENS, E., LAUWEREYS, M. and VERCRUYSSSE, A. (1979) : PCB and organochlorine pesticides residues in birds of prey found dead in Belgium from 1973 to 1977. *Le Gerfaut*, 69 : 319-338.

- JUILLARD, M., PRAZ, J.C., ETOURNAUD, A. et BEAUD, P. (1978) : Données sur la contamination des rapaces en Suisse romande et de leurs œufs par les biocides organochlorés, les PCB et les métaux lourds. *Nos oiseaux*, 34 : 189-206.
- KEMPF, C. et SITTLER, B. (1977) : La pollution de la zoocénose rhénane par le mercure et les produits organochlorés. *La Terre et la Vie*, vol. 31 : 661-668.
- KENAGA, E. (1975) : The evaluation of the safety of 2,4,5-T to birds in areas treated for vegetation control. *Residu Reviews*, 59 : 1-19.
- LEBRUN, P. (1977) : Incidences écologiques des pesticides sur la faune du sol. *Pédologie*, XXVII : 67-91.
- LEFRANC, N. (1978) : La Pie-grièche à poitrine rose, *Lanius minor*, en France. *Alauda*, 46 (3) : 193-208.
- LUTZ, H. (1974) : Pesticides et reproduction chez les Homéothermes. *Bull. Soc. Zool. France*, 99 n° 1 : 49-60.
- LUTZ-OSTERTAG, Y. et DIDIER, R. (1971) : 2,4,5-T et stérilité embryonnaire. *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*. Extrait du tome 165, n° 12, p. 2364.
- LUTZ-OSTERTAG, Y. et HENOU, Ch. (1975) : Tératologie - Paraquat : mortalité embryonnaire et effets sur l'appareil pulmonaire de l'embryon de Poulet et de Caille. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 281 (4, 11, 18, 25 août 1975) série D, 439-442.
- MEDICAL NEWS (1971) : *J. Am. Med. Assoc.*, 217 : 140.
- MENDELSSOHN (1977) : Mass Mortality of Birds of prey caused by Azodrin, an organophosphorus insecticide. *Biol. Conserv.*, 11 : 163-170.
- RAPPE, A. (1973a) : Notes sur l'usage abusif des pesticides. *Les Naturalistes belges*, 54 : 357-365.
- RAPPE, A. (1973b) : Pollution par le mercure et Santé publique. *Journ. Pharm. belge*, 28 : 265-277.
- RAPPE, A. (1973c) : Influence de la pollution par le mercure sur les populations d'oiseaux. *L'O.R.F.O.*, 43 n° 3 : 196-204.
- RAPPE, A. (1977) : *Le Défi Ecologique*, 336 pp., L. Musin éditeur, Bruxelles.
- RINGER, R. et POLIN, D. (1977) : The Biological Effects of Polybrominated Biphenyls in Avian Species. *Federation Proceedings*, 36 : 1894-1897.
- RIPPLEY, D. (1977) : The President's Letter. *I.C.B.P. News* 42 : 1-3.
- RISTOW, D., CONRAD, D., WINK, C and WINK, M. (1980) : Pesticides Residues of failed eggs of Eleonora's Falcon (*Falco eleonorae*) from an Aegean colony. *Ibis* 122 : 74-76.
- SCHRIKER, B. (1974a) : Der Einfluss sublethaler Dosen von Parathion (E605) auf die Entfernungsweisung bei der Honigbiene. *Apidologie*, 1974, 5 (2) : 149-175.
- SCHRIKER, B. (1974b) : Der Einfluss sublethaler Dosen von Parathion (E605) auf das Zeitgedächtnis der Honigbiene. *Apidologie*, 1974, 5 (4) : 385-398.
- STAFFORD, Ch., REICHEL, W., SWINEFORD, D., PROUTY, R. and SAY, M. (1978) : Gas Liquid Chromatographie Determination of Kepone in Field Collected Avian Tissues and Eggs. *Journal of AOAC*, vol. 61/1 : 8-14.

- THOMPSON, N.P., COURTNEY, Ch., FORRESTER, D.J. and WHITE, F.H. (1977): Starvation pesticide interactions in juvenile brown pelicans. *Bull. Environm. Contamin. Toxicol.*, 17 (4) : 485-490; sum. in *Excerpta Medica*, 1978, vol. 4217, p. 540/2469.
- TIKRITI (1976) : Conférence sur les intoxications dues au traitement des semences par les composés alkylmercuriels (Bagdad, Irak, 9-13 sept. 1974). *Bull. O.M.S., Suppl. au vol. 53, p. 20.*
- TRELEAVEN, R.B. (1977) : *Peregrine. The private life of the Peregrine Falcon.* 152 pp. Penzance Cornouailles.