



HAL
open science

Les fondements de l'écotoxicologie française. Fiche thématique N°22

Paule Vasseur

► **To cite this version:**

Paule Vasseur. Les fondements de l'écotoxicologie française. Fiche thématique N°22. 2019, 9 p.
hal-02790713

HAL Id: hal-02790713

<https://hal.inrae.fr/hal-02790713>

Submitted on 5 Jun 2020

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Les fondements de l'écotoxicologie française

Origine de l'écotoxicologie

L'écotoxicologie est née à la suite d'accidents de pollution touchant la santé humaine et l'environnement dans les années 1950. En ce temps d'après-guerre, les pays sont en reconstruction et en pleine croissance. La chimie paraît apporter alors la solution à tous les problèmes, comme l'exprime ce slogan en vogue à l'époque, « Chemistry, key to better living ». Mais cette période d'expansion économique connaît aussi des revers. Ce sont les accidents de pollution de l'air et des eaux survenus au milieu du siècle dernier dans différentes régions du globe, avec atteinte à la santé humaine et à celle des écosystèmes. On parlera d'effet « boomerang » des pollutions. Les accidents de pollution atmosphérique par les « smog acides » à Londres¹ feront des milliers de morts. Les premiers épisodes de « smog oxydant » apparaîtront en Californie, suite à la conjonction de plusieurs facteurs, un fort ensoleillement, un trafic automobile intense générateur d'oxydes d'azote, et une absence de vent, selon un scénario bien connu de nos jours dans les grandes métropoles. La pollution des eaux, chronique et insidieuse, produira des catastrophes environnementales et sanitaires, dont le mécanisme a été long à élucider. La prise de conscience des effets pervers des polluants déclenchera le développement d'une nouvelle discipline, l'écotoxicologie.

Accidents de pollution des eaux à l'origine de l'écotoxicologie

Parmi les accidents de pollution des eaux, le premier accident écologique est celui du « Clear Lake » (« lac clair ») en Californie ; il est la conséquence de l'utilisation d'un insecticide chloré, le DDD, analogue au DDT, pour la désinsectisation de la zone lacustre infestée de petits moucheron qui incommodaient les baigneurs. Un traitement de désinsectisation annuel a été réalisé sur trois ans en conditions contrôlées (Hunt et Bischoff, 1961). En quelques années, les magnifiques colonies de grèbes (*Acchmophorus occidentalis*) qui peuplaient les eaux disparaissent, passant de quelques milliers à une trentaine de couples, stériles pour la plupart : une hécatombe inattendue, sachant que les traitements avaient été conduits de manière raisonnée. Les analyses d'eau ne révélaient pas de concentrations anormalement élevées de l'insecticide. Toutefois, Hunt et Bischoff ont reconstitué la chaîne alimentaire conduisant aux grèbes et analysé l'insecticide dans les tissus des espèces situées aux différents niveaux de la chaîne trophique. Les résultats ont mis en évidence une augmentation de ses concentrations tissulaires en remontant les paliers de la chaîne alimentaire. La concentration de l'insecticide était 500 fois plus élevée dans le phytoplancton que dans l'eau, plus élevée encore au niveau du zooplancton qui se nourrit de phytoplancton ; elle gagnait encore un échelon au niveau des poissons microphages, consommateurs de phyto-et de zooplancton, pour atteindre des facteurs de concentration par rapport à l'eau de l'ordre de dix à cent mille dans les graisses du prédateur

¹ Les « smog acides » ou « brouillards acides » de Londres en 1950 et 1952 ont fait des milliers de victimes parmi les personnes âgées ou présentant une sensibilité respiratoire. Les combustions domestiques et industrielles, intenses en hiver, faisaient appel au charbon, un combustible chargé en soufre, dont l'oxydation générait des oxydes de soufre, formant avec l'humidité ambiante des brouillards d'acide sulfurique. L'absence de vent pendant plusieurs jours aboutira à créer fortes concentrations dans l'air de la cité.

terminal, les grèbes, situées au sommet de la chaîne trophique. Le terme de bioamplification («*biomagnification*» en terminologie anglo-saxonne) a été donné à ce phénomène d'augmentation des concentrations aux échelons supérieurs de la chaîne alimentaire. Ce phénomène de bioamplification des concentrations tissulaires est schématisé par une pyramide inversée en regard de la pyramide des biomasses (Figure N°1) ; il est observé pour des polluants persistants et bioaccumulables, inorganiques comme les métaux, ou organiques tels que les « polluants organiques persistants » (POP).

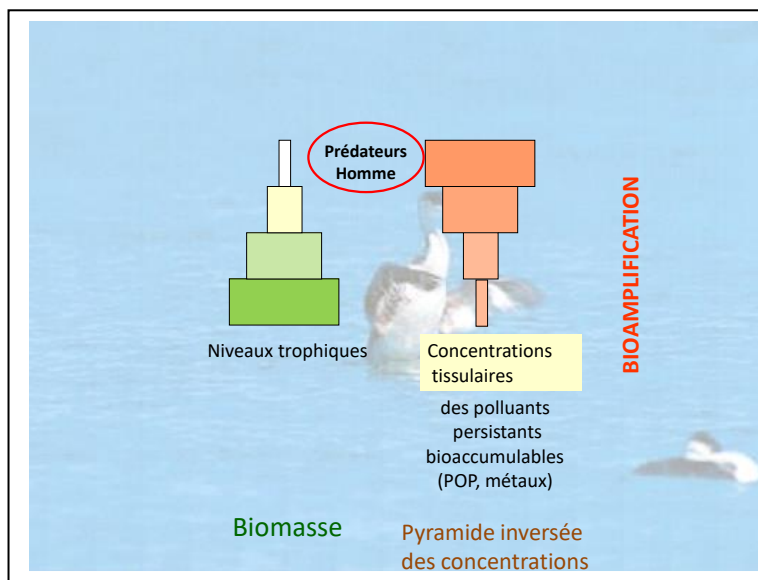


Figure n°1 : Schéma représentatif du phénomène de bioamplification des concentrations tissulaires des polluants persistants et bioaccumulables, par la pyramide inversée (droite) en regard de la pyramide des biomasses (gauche) aux différents niveaux trophiques d'une chaîne alimentaire (en fond le prédateur chaîne aquatique)

A la même période, était signalée en Europe et en Amérique du Nord, la disparition des oiseaux de proie dans les régions agricoles où il avait été fait appel aux insecticides organochlorés de la famille du DDT et des cyclodiènes chlorés (aldrine, dieldrine). Les oiseaux de proie, éperviers, faucons... qui se nourrissent de petits oiseaux, de rongeurs et d'invertébrés et sont les prédateurs situés au sommet des chaînes trophiques terrestres, voyaient leurs effectifs et leur taux de reproduction affectés. Le même constat d'une bioamplification des insecticides chlorés et de leurs métabolites dans les réseaux trophiques terrestres était fait par les scientifiques (Moore & Walker 1964, Peakall 1970...). L'amincissement de la coquille de l'œuf et son écrasement lors de la couvée était rapporté chez l'épervier par Ratcliffe (1967) qui a montré la coïncidence de cette anomalie avec le début de l'utilisation des insecticides de type DDT. Une perturbation de la reproduction jointe à la toxicité des insecticides chlorés contribuait à décimer les populations. La perturbation du métabolisme calcique par le DDE métabolite du DDT était l'une des hypothèses avancées. Des alarmes étaient donc tirées de toutes parts au cours des années 1960; notamment par Rachel Carson, auteur du « Printemps Silencieux » (« Silent Spring »), un ouvrage paru en 1962 aux USA qui fera l'objet d'une bombe et sera attaqué par de nombreux détracteurs.

Au Japon, dans le même temps, deux accidents de pollution des eaux portaient atteinte à la santé humaine, la maladie de Minamata par les dérivés mercuriels et la maladie de l'itaï-Itaï par le cadmium : deux pathologies dont il faudra près d'une vingtaine d'années pour dénouer les mécanismes.

Dès 1953, des cas de méningite étaient rapportés dans la population du village de Minamata, situé le long de la rivière Minamata qui se jette en mer dans la baie du même nom. La névropathie² prenait une allure épidémique dès 1956, sans qu'aucun agent pathogène ne soit trouvé. L'origine restait mystérieuse, jusqu'à ce que l'on remarque que les chats étaient atteints de troubles nerveux comme l'homme : il était anormal de voir les chats se jeter à l'eau ! Le lien était fait alors : les deux populations, humaine et féline, se nourrissent de poissons. L'analyse des poissons de la rivière révéla la présence de méthylmercure. L'industrie de fabrication de polyéthylène qui utilise le mercure comme catalyseur sera incriminée, mais la direction niera toute responsabilité dans la contamination de la rivière par le méthylmercure au motif que seul le mercure inorganique était rejeté dans ses effluents (OECD, 1974). Il faudra attendre les travaux de Jensen et Jernelov (1969) pour démontrer que les microorganismes des sédiments aquatiques étaient à l'origine du processus de méthylation du mercure inorganique en mono et diméthylmercure. Le méthylmercure (mono) passait des sédiments dans l'eau, tandis que le diméthylmercure volatil gagnait l'atmosphère. Le même phénomène de bioamplification que lors de l'accident du Clear Lake s'était produit : les concentrations très faibles de méthylmercure dans l'eau, du fait de sa lipophilie, allaient croissant de l'eau au phytoplancton, puis au zooplancton, aux poissons microphages et aux poissons carnivores jusqu'au prédateur terminal, l'homme ou le chat. En 1974, l'OCDE publiait un fascicule sur « Le mercure et l'environnement », qui relatait les événements, vingt années s'étaient écoulées depuis la découverte des premiers symptômes neurologiques.

Parallèlement, la maladie de l'itai-itai frappait la population de la préfecture de Toyama située sur la côte Ouest de l'île principale de Honshu. C'est une région montagneuse au sous-sol exploité depuis le début du 20^e siècle pour sa richesse en métaux, l'argent, ... puis le zinc. Le bassin est drainé par la rivière Jinzu dans laquelle sont rejetés les effluents d'extraction minière chargés en cadmium, un élément non valorisé à cette époque. Comme les eaux de la rivière servaient à alimenter les rizières, le riz sera contaminé par le cadmium à des teneurs 20 à 100 fois supérieures à la normale. Le riz, comme le poisson, est à la base de l'alimentation au Japon : il en résultera une accumulation de cadmium dans les populations concernées, allant croissant avec l'âge. La maladie se manifestera par une fragilité osseuse se traduisant par de violentes douleurs à la marche (dont dérivera le qualificatif « itai itai »), des fractures multiples, ainsi qu'une atteinte rénale qui participera à la perturbation du métabolisme phosphocalcique. Les femmes multipares constituaient la frange de la population la plus sensible, mais la population masculine était aussi touchée.

Ces accidents révélaient les conséquences néfastes pour l'homme de la pollution de l'environnement, la transformation possible des polluants en des formes plus toxiques, leur transfert et leur bioamplification dans les chaînes trophiques. Cette prise de conscience allait faire naître la recherche sur le devenir et les effets des polluants sur les écosystèmes, et l'homme en particulier.

² La maladie de Minamata est une névropathie se traduisant par des troubles sensoriels, l'ataxie (difficulté de coordination des mouvements volontaires), une diminution de l'acuité auditive, un rétrécissement du champ visuel, des tremblements. La forme congénitale de la maladie du fait du passage placentaire du méthylmercure est une paralysie cérébrale infantile caractérisée par un retard du développement mental, de la parole, irréversible. Les troubles mentaux traduisent des dommages corticaux, du cortex occipital, et du cervelet. Ils conduisent à une issue fatale dans près d'un quart des cas identifiés.

Naissance de l'écotoxicologie, une discipline à part entière

La bioamplification des polluants dans les chaînes trophiques était inconnue jusqu'alors et l'étude de son mécanisme a rapidement mobilisé les scientifiques. Robert L. Metcalf aux Etats-Unis a été le premier à miniaturiser un modèle d'écosystème en laboratoire pour évaluer la biodégradation des pesticides, et leur transfert par voie trophique (1967, 1971). Ce microcosme expérimental comportait les compartiments eau et sol, avec une interface milieu terrestre/milieu aquatique permettant de simuler l'application de pesticides sur les cultures (le sorgho en l'occurrence) et d'en évaluer les conséquences sur la contamination du milieu aquatique et des espèces animales et végétales inféodées. Le modèle permettra d'explorer le comportement et le potentiel de « biomagnification écologique » d'organochlorés, de polychlorobiphényles (PCB), et d'hydrocarbures aromatiques polycycliques ; ces polluants étaient étudiés à l'aide de molécules marquées et appliqués à des concentrations réalistes dans des travaux pionniers de qualité et exemplaires.

On parlait alors d'écologie, pas encore d'écotoxicologie, et de nuisances plus que de polluants. C'est à Jean-Michel Jouany, que l'on doit le terme d'écotoxicologie, écrit pour la première fois en 1971 dans son article « Ecologie et nuisances », et introduit par cette simple phrase : « *L'étude de l'influence des nuisances sur les relations individu-environnement pourrait être simplement qualifiée d'Ecotoxicologie* » (Jouany, 1971). Il donnera plus tard une définition plus élaborée de l'écotoxicologie. Dans ce premier article (1971), J.-M. Jouany analyse les relations entre les individus et leur environnement, et comment « *l'homme a très tôt pris conscience de l'influence de la nature sur la survie ou les comportements des individus* ». Il y décrit le cheminement des idées depuis Aristote dans la Grèce antique, en passant par Linné, Buffon, Diderot, Lamarck, Malthus, Cuvier, Darwin jusqu'à Haeckel ; cheminement d'une prise de conscience que « *Les modifications incessantes des relations entre des individus ou des groupes d'individus et leur environnement sont apparues depuis longtemps déterminantes de l'évolution possible des espèces, de leur stabilité et des équilibres plus ou moins précaires en résultant* » ; il analyse comment cette prise de conscience a conduit à la notion d'écologie proposée par Haeckel en 1866 ; quelle est la place de l'homme dans le système écologique, ses rapports à l'environnement, son action en termes de destruction des ressources naturelles et de production de nuisances. Par le terme de nuisances, il entendait « *les facteurs de toute nature, pas forcément d'origine chimique, nuisibles, défavorables, introduits par l'activité de l'homme lui-même* ».



J.-M. Jouany, alors Professeur de Toxicologie à la Faculté de Pharmacie de Nancy, était un enseignant-chercheur, très ouvert aux questions d'environnement, et doté d'un esprit brillant, vif et inventif ; c'est aussi un conférencier à l'humour et la verve incomparable, inoubliable. Il avait débuté sa carrière universitaire à la Faculté de Pharmacie de Paris, avenue de l'observatoire, dans le service du Professeur René Truhaut, éminent toxicologiste de renommée internationale. Les deux enseignants sont deux personnalités d'exception, avant-gardistes, cultivées et prolifiques, des hommes d'idées aux échanges fructueux. L'engagement de J.-M. Jouany sur les questions d'environnement et d'écologie qui l'amèneront au concept d'écotoxicologie, et ses réflexions sur la nécessité de promouvoir cette nouvelle discipline ne pouvaient qu'imprégner R. Truhaut. Celui-ci saura exploiter et diffuser au plan international les idées que J.-M. Jouany aura contribué à faire émerger. R. Truhaut parlera



d'écotoxicologie dans une conférence donnée à Stockholm en juin 1969 à l'ICSU (International Council of Scientific Unions) ; ce qui lui vaudra d'organiser et présider le Comité scientifique International sur les problèmes d'environnement, SCOPE, formé par l'ICSU (Truhaut, 1976). Si le nom de R. Truhaut est associé à celui d'écotoxicologie au Conseil de l'Europe, à l'OMS, du fait de ses interventions et aussi de son article « Ecotoxicology, objectives, principles, and perspectives » publié dans le premier numéro du journal EES, *Ecotoxicology and Environmental Safety* (Truhaut, 1976), c'est bien à J.-M. Jouany que revient la paternité de l'écotoxicologie. Ceux qui ont côtoyé J.-M. Jouany et ses élèves savent le rôle éminent qu'il a joué dans l'émergence de cette nouvelle discipline et connaissent la richesse de sa personnalité, foisonnante et talentueuse. J.-M. Jouany est un homme de l'Art, peu sensible à la gloire, un esprit loyal et droit qui aime que les mérites de chacun soient reconnus à leur juste valeur : « il faut rendre à César ce qui est à César » rappelait-il souvent. Peut-être était-ce l'expression d'une certaine amertume de ce que R. Truhaut faisait cavalier seul dans ses conférences sur l'écotoxicologie, et si J.-M. Jouany en était blessé il n'en laissait rien paraître. R. Truhaut signera toujours seul ses articles, sachant qu'à l'époque le mandarinat était encore très répandu. Alors que J.-M. Jouany l'associera systématiquement comme co-auteur de ses publications, voire même en premier auteur, une forme de respect envers son aîné ; mais, en matière d'écotoxicologie, le maître est bien lui. J.-M. Jouany laissera beaucoup d'idées et de concepts nouveaux, qu'il diffusera largement et sans calcul de rentabilité auprès de ses collègues, de ses thésards et des chercheurs qui l'auront approché.

J.-M. Jouany et R. Truhaut définiront l'écotoxicologie, comme une science multidisciplinaire qui « étudie les effets délétères des agents chimiques, physiques et biologiques sur l'ensemble des êtres vivants, ainsi que leurs interrelations au sein des communautés et leur interaction avec l'environnement » (Jouany, 1971; Truhaut, 1974, 1976). Truhaut aura une approche toxicologique et anthropocentrique de l'écotoxicologie, s'intéressant aux effets sur les individus isolés et la santé humaine en particulier. La vision de J.-M. Jouany sera beaucoup plus écologique, considérant qu'à la différence de la toxicologie traditionnelle, la préoccupation première en écotoxicologie est l'étude des effets sur les groupes (ou les populations). Dans son article sur les « Perspectives en écotoxicologie » publié dans les *Annales de Falsification et de l'Expertise Chimique* en 1977, il donnera sa conception de l'écotoxicologie, un article que l'on peut considérer fondateur de la recherche expérimentale en écotoxicologie. Les critères de toxicité, les espèces et leurs différents niveaux trophiques pour les milieux aquatiques y seront décrits et discutés (Truhaut et Jouany, 1977a). J.-M. Jouany est alors professeur à l'université de Metz, où il accompagne Jean-Marie Pelt lors de la création de l'UER d'écologie en 1974. Il y mettra en place le laboratoire d'écotoxicologie et développera une recherche axée sur les modèles expérimentaux pour l'étude du transfert des polluants par voie trophique et du processus de bioamplification. Son objectif est la mise au point de modèles expérimentaux aussi simples que possible, se différenciant en cela de Metcalf. Il choisit de constituer une chaîne à trois niveaux – microalgues (chlorelles), microcrustacés (daphnies) et poissons (able de Heckel) ; le sujet constitue le sujet de recherche de deux thésards, Monique Mugel et Jean-François Féraud³. Ils étudieront ensemble le transfert de cadmium du milieu aux algues, puis aux daphnies alimentées par les algues contaminées, et enfin aux poissons (Jouany et al., 1977b). Les

³ Jean-François Féraud sera enseignant-chercheur et professeur d'Ecotoxicologie à l'université de Metz.



essais réalisés à différentes concentrations de cadmium dans l'eau et conduits sur des périodes de quelques jours à quelques semaines, souligneront le danger à long terme des concentrations d'exposition basses pour des substances bioaccumulables et toxiques : pour la bonne raison, que les faibles concentrations assurent la survie des producteurs et des consommateurs primaires, qui constituent une nourriture abondante, mais contaminée, aux maillons supérieurs. J.-M. Jouany n'aura de cesse dans ses conférences d'insister sur la nécessité de tester des concentrations réalistes au plan environnemental et d'en évaluer les effets à moyen ou à long terme ; de ne pas limiter les investigations à la survie, mais d'explorer la dynamique des populations, via l'étude de la croissance, la division, la reproduction des populations (Jouany et al., 1977b). Il sera aussi pionnier de l'étude des interactions entre substances chimiques, le sujet de thèse à l'université de Metz de E.M. Belkhadir, ingénieur chimiste converti à l'écotoxicologie et au rôle éminent ensuite dans le développement de la discipline au Maroc.

J.-M. Jouany quitte l'université de Metz pour l'université de Rouen dès 1980, aux côtés de Michel Guerbet, l'un de ses élèves. Parallèlement à ses fonctions d'enseignant-chercheur, J.-M. Jouany s'investira dans l'expertise et la réglementation des substances chimiques aux Communautés Européennes. Avec ses collègues européens, il se mobilisera sur la priorisation des polluants et des substances dangereuses pour l'environnement aquatique, et sur l'établissement des objectifs de qualité des eaux et de la liste 1 des polluants prioritaires (Brorasmussen et al 1994). Au niveau national, il aura un rôle éminent au Ministère chargé de l'Environnement auprès de Thierry Chambolle directeur de la « Prévention des pollutions et des risques majeurs ». Il y présidera la Commission des experts en écotoxicologie au sein de la Mission du Contrôle des Produits Chimiques alors dirigée par Pascal Deschamps. Au Ministère de l'agriculture, il succédera à R. Truhaut à la Commission des toxiques dont il assurera la Vice-Présidence pendant plusieurs années. L'évaluation des risques liés aux produits phytosanitaires mobilisera une part importante de son activité ; il se consacrera à la mise au point et la validation de la méthode multicritères, SIRIS (Système d'Intégration des Risques par Interaction des Scores), pour la priorisation des substances chimiques, et ce sous l'égide de Michel Vaillant (Jouany et al 1983, Vaillant et al, 1995). Cette méthode d'aide à la décision qui permet de discriminer et hiérarchiser qualitativement une série de molécules ou de situations en fonction du risque qu'elles représentent, aura de nombreuses applications hors du champ des phytosanitaires (Guerbet et Jouany, 2002 ; <https://siris-pesticides.ineris.fr>).

François Ramade⁴, écologiste et zoologiste de renom, professeur à l'université de Paris Sud (Orsay) aura aussi un rôle actif dans le développement de l'écotoxicologie. Non seulement par ses enseignements, mais aussi par ses ouvrages et ses recherches. Parallèlement à ses nombreux ouvrages d'Écologie, F. Ramade sera l'auteur du livre « Ecotoxicologie » publié en 1977, et du « Précis d'Ecotoxicologie » en 1992. Il définira l'écotoxicologie, comme la « science qui étudie les modalités de contamination de l'environnement par les agents naturels ou artificiels produits par les activités humaines, ainsi que leur mécanisme d'action et leurs effets sur l'ensemble des êtres vivants qui

⁴ Le professeur François Ramade est actuellement professeur émérite de l'Université de Paris-Sud, après avoir longtemps dirigé le laboratoire d'écologie et de zoologie de cette université. Il a présidé la Société Nationale de Protection de la Nature, SNPN ; il est Membre d'Honneur de l'UICN, Union Internationale pour la Conservation de la Nature et de ses Ressources, et expert auprès du Programme des Nations Unies pour l'Environnement.

peuplent la biosphère » (*Ramade, 1977*). La définition qu'il donnera en 1992 sera plus concise : « science qui étudie les effets des polluants sur les écosystèmes ». Il apportera une vision écologique à ses recherches sur les effets des produits phytosanitaires, conduites expérimentalement et/ou sur sites, entre autres en Camargue, et sur les conséquences des perturbations au niveau populationnel. Il sera le directeur de recherche de deux thésards, Eric Thybaud et Thierry Caquet, deux futurs écotoxicologistes de renom qui feront carrière, respectivement à l'INERIS et à l'INRA.

Contexte national et international des années 1970

En France, la mobilisation est générale, du scientifique au législateur dès le début des années 70 : des conférences et colloques scientifiques seront organisés par différentes instances, universitaires, académiques, portant sur divers sujets relatifs à la qualité de l'environnement : problèmes de pollution - mercure, polychlorobiphényles (PCB), le cadmium, le plomb... - (1971), pollution des eaux continentales (Pesson, 1976), eau et santé (1977), pesticides (1979)...

La décennie 70 voit se créer le ministère de l'Environnement en janvier 1971, sous la Présidence de la République de Georges Pompidou. La législation française sur l'environnement se structure, avec notamment :

- La loi du 22 décembre 1972 (modifiant la loi de 1943) sur l'Homologation des produits antiparasitaires, imposant une autorisation préalable à leur utilisation délivrée par le Ministère de l'Agriculture.
- La loi du 10 juillet 1976 relative à la Protection de la Nature avec l'obligation d'études d'impact; toutefois, le décret d'application (12 octobre 1977) mettra quinze mois pour sortir, une fois la centrale nucléaire de Fessenheim mise en fonction.
- La loi du 19 juillet 1976 sur les installations classées pour la protection de l'Environnement.

Au plan international, l'Agence Américaine de Protection de l'environnement (US-EPA) est créée en 1970 ; en réponse aux alertes suscitées par l'utilisation des pesticides au cours des dernières décennies.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS/WHO, World Health Organisation) commence la publication de la série des « Critères d'Hygiène de l'Environnement/ Environmental Health Criteria » de l'IPCS (International Programme on Chemical Safety) dont les premiers numéros en 1976 seront, sans surprise, consacrés au « Mercure (n°1), aux PCB (n°2).

La réglementation Européenne prend le relais des Etats Membres et édite deux directives fondamentales relatives à la sécurité chimique:

- La directive 79/117/CEE du 21 décembre 1978 sur l'interdiction à partir de 01/01/1981 de produits phytosanitaires contenant les insecticides organochlorés⁵ -aldrine, dieldrine, chlordane, DDT, endrine, heptachlore, hexachlorobenzene-, et les fongicides alkyl et aryl mercuriels.
- La directive 79/831/CEE amendant la 6^è Directive 67/548/CEE sur la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances chimiques, qui impose la constitution d'un dossier de notification pour les substances chimiques, nouvelles à partir du 18 septembre 1981.

⁵ Tous les insecticides organo-chlorés ne seront pas interdits. Certains continueront longtemps à être utilisés : par exemple l'endosulfan (interdit seulement en 2005), le chlordécone (interdit en 1993, mais utilisé un temps par dérogation pour le traitement des bananiers aux Antilles)...

Ces directives seront les premières d'une série de mesures réglementaires sur les substances chimiques et la sécurité sanitaire qu'il est hors de propos d'énumérer ici. Soulignons toutefois la Directive SEVESO (directive n° 82-501) du 24 juin 1982 visant à renforcer la sécurité des activités industrielles pouvant constituer un danger pour les populations. Cette directive fait suite à l'accident survenu le 10 juillet 1976 en Italie au sein de l'usine ICMESCA, accident qui contaminera par la dioxine la petite ville de Seveso et les environs de l'usine. Cet accident marquera la fin de la décennie des années 70 et les années 80, par sa gravité certes, aussi par sa gestion : l'extraction des terres polluées par la dioxine, leur mise en fûts et le transport de ces fûts à travers la France jusqu'à un centre de destruction sécuritaire, prendra une allure épique ; l'incinération des sols pollués sera finalement réalisée au sein des usines Hoffmann-Laroche en Suisse : on parlera de la « saga des fûts » qui aura été un feuilleton rocambolesque.

Structuration de l'Ecotoxicologie et développement de la recherche



La Société d'Ecotoxicologie Fondamentale et Appliquée (SEFA) voit le jour en 1982, sous l'impulsion de ses trois membres fondateurs : Jean-Michel Jouany qui présidera la Société, Pascal Deschamps, chargé de Mission à la Direction de la Prévention des Pollutions du Ministère chargé de l'Environnement dirigée par T. Chambolle, et Roger Cabridenc alors Chef du Service « Écologie, Biochimie des Eaux » à l'Institut National de Recherche chimique appliquée (I.R.C.H.A.)⁶.

Les secteurs d'activité des membres de la SEFA étaient très diversifiés : enseignement, recherche, professions de santé, laboratoire d'essais, industrie, administration.

Des groupes de travail sont très tôt constitués sur des sujets en relation avec l'actualité du moment ; dégradation, interactions, évaluation des risques, relations structure/activité, déchets, acidification des milieux environnementaux. La SEFA organisera des congrès scientifiques internationaux, tous les deux ans : Ecotoxicologie terrestre (Les Arcs, 1985), Ecotoxicologie cellulaire (Lyon, 1987), Dégradation des composés organiques dans l'Environnement (Paris, 1989), Ecotoxicologie des sédiments (La Rochelle, 1991), Ecotoxicologie & compartiment aérien (Rouen, 1995), Les perturbateurs endocriniens dans l'Environnement (Nantes, 1999). Elle soutiendra les actions de formation, les séminaires, et toute autre forme de promotion de cette nouvelle discipline. Ses travaux donneront lieu à la publication de monographies, à l'édition d'un annuaire « Ecolab » des laboratoires français impliqués dans l'évaluation de la contamination des milieux (air, eau, sol, aliments) et des effets toxiques et écotoxiques des contaminants alimentaires ou environnementaux.

Les activités de la SEFA seront relayées à partir de 1996 par le programme National d'Ecotoxicologie (PNETOX) qui lancera plusieurs appels d'offres de recherche jusqu'en 2004, financera les programmes de recherche et organisera des colloques de restitution de ces travaux, le dernier en 2008. Ces colloques PNETOX se substitueront à ceux de la SEFA au début des années 2000. Les colloques de la SEFA seront relancés en 2010 sous l'impulsion de Christian Mougin à l'INRA.

La création de l'Agence Nationale pour la recherche (ANR) en 2005 mettra un terme au financement des recherches en Ecotoxicologie par le Ministère chargé de l'Environnement ; seules, les thématiques des pesticides et des perturbateurs endocriniens feront encore pour quelques années l'objet d'appels d'offres de recherche par le Ministère. Le financement des recherches en écotoxicologie par le Ministère de la Recherche prendra plusieurs années avant que la thématique ne

⁶ L'IRCHA basé à Vert-le Petit sera fusionné avec le CERCHAR (Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France qui avait été créé en 1947) pour former l'INERIS en 1991. Roger Cabridenc sera directeur des recherches en écotoxicologie à l'Ineris.

soit prise en compte dans les programmes « Contaminants et Santé » et les programmes EC2CO soutenus par le CNRS et l'INSU.

Remerciements. Ce texte a constitué la conférence introductive du colloque de la SEFA à Montpellier en juin 2018, en hommage au professeur Jean-Michel Jouany (1929-2018). Merci aux membres du LIEC de leur soutien et de leur intérêt pour ce pionnier à l'origine du laboratoire dont l'évolution a donné l'UMR CNRS 7360 actuelle au sein de l'université de Lorraine. Merci à Jean-François Masfaraud, enseignant chercheur en écotoxicologie au LIEC pour sa relecture attentive et ses suggestions.

Contact

Paule Vasseur, Professeur émérite

CNRS UMR 7360 LIEC Laboratoire interdisciplinaire des écosystèmes continentaux, Université de Lorraine



Bibliographie citée

- Brorasmussen F., Calow P, Canton JH, Chambers PL, Fernandes AS, Hoffmann L, Jouany JM, Klein W., Persoone G., Scoullos M., EEC Water-quality objectives for chemicals dangerous to aquatic environments (List-1). *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 137, 83-110.
- Guerbet M., and Jouany J. M. (2002). Value of the SIRIS method for the classification of a series of 90 chemicals according to risk for the aquatic environment. *Environmental Impact Assessment Review* 22, (4), 377-391.
- Jensen EG, Jernelov A (1969). Biological methylation of mercury in aquatic organisms. *Nature* 223, 753-754.
- Jouany JM (1971). Nuisances et écologie. *Actualités Pharmaceutiques* 69, 11-22.
- Jouany JM, Féraud JF, Mugel M (1977). Cumulation des toxiques dans les chaînes alimentaires expérimentales : exemple du cadmium. *Ann. Fals. Exp. Chim.*, 70, N°755-756, 459-468.
- Jouany J.M., Vaillant M., Blarez B., Cabridenc R., Ducloux M. and Schmitt S. (1983) Une méthode qualitative d'appréciation des dossiers en écotoxicologie : cas des substances chimiques, *Sci. Vét. Méd. Comp.*, 85, n°4,5, p 3-23
- Hickey JJ, Anderson DW. (1968) Chlorinated hydrocarbons and eggshell changes in raptorial and fish-eating birds. *Science* 162, 271-273.
- Hunt EG, Bischoff A.I. (1960); Inimical effects wildlife periodic DDD applications Clear Lake. *California Fish Game* 46, 1, 91-105.
- Metcalf R.L., Sangha G.K. and I.P. Kapoor (1971). Model ecosystem for the evaluation of pesticide biodegradability and ecological magnification. *Environmental Science and Technology* 8 (8), 709-713.
- Metcalf R. L., Sanborn J. R., Lu P-Y, and D Nye (1975). Laboratory model ecosystem studies of the degradation and fate of radiolabeled tri-, tetra- and pentachlorobiphenyl compared with DDE. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 3, 2, 1975.
- Moore NW, Walker C. (1964). Organic chlorine insecticide residues in wild birds. *Nature*, 201, 1072-1073.
- OCDE (Organisation pour la Coopération et le Développement Economique) 1974. Le mercure et l'environnement. Etudes sur l'utilisation du mercure, ses émissions, ses effets biologiques et son contrôle. Paris, 207 pages.
- Peakall D.B. (1970). p,p'-DDT: effects on calcium metabolism and concentration of estradiol in the blood. *Science* 168, 592-594.
- Peakall D.B. (1993). DDE-induced eggshell thinning: an environmental detective story. *Environmental reviews*, 1, 13-20.
- Pesson P (1976). La pollution des eaux continentales, incidences sur les biocénoses aquatiques, Collection Géologie, Ecologie, Aménagement. Gautier-Villars, Paris. 1976, 285 p.
- Ramade F. (1977). *Ecotoxicologie*. Masson, Paris
- Ramade F. (1992). *Précis d'écotoxicologie*. Masson, Paris
- Ratcliffe D.A. (1967). Decrease in eggshell weight in certain birds of prey. *Nature*, 215, 208-210.
- Ratcliffe D.A. (1958). Broken eggs in peregrine eyries. *British birds* 51, 23-26.
- Truhaut R (1977). *Ecotoxicology: Objectives, Principles and Perspectives*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 1,151-173.
- Truhaut R, Jouany JM (1977). Perspectives en écotoxicologie. *Ann. Fals. Exp. Chim.*, 70, N°755-756, 381-391.
- Vaillant M., Jouany J. M., and Devillers J. (1995). A multicriteria estimation of the environmental risk of chemicals with the SIRIS method. *Toxicology modeling* 1, (1), 57-72.