

La pollution des zones humides

par F. RAMADE (*)

LES CAUSES DE CONTAMINATION DES ZONES HUMIDES

Les zones humides, plus qu'aucun autre milieu, sont exposées à la pollution de l'environnement. Cela tient à toute une série de facteurs de nature écologique et socio-économique.

Tout d'abord, les rives des lacs et des marais côtiers sont convoitées pour toute une série « d'aménagements », aussi est-il notoire qu'industrialisation et urbanisation prolifèrent dans ces zones à l'heure actuelle.

Nous rappellerons pour mémoire l'accroissement des zones urbaines implantées au bord des grands lacs continentaux tant en Europe qu'en Amérique du Nord et l'édification des grands centres industriels ou résidentiels en bordure d'étangs et marais côtiers. Il suffit de songer aux effets désastreux d'un complexe comme celui de Fos-sur-Mer sur les marécages orientaux de la Basse-Camargue, ou de ceux qui résultent de l'aménagement de gigantesques ensembles touristiques pour les étangs du Languedoc ou de la côte landaise.

En sus d'une dégradation irréversible des biotopes ainsi aménagés s'ajoute, même dans le cas où les surfaces d'eaux libres ne sont pas réduites, une pollution insidieuse mais considérable de ces dernières par les rejets d'effluents industriels ou urbains.

Les particularités écologiques propres à ces zones ajoutent leur influence au rôle des facteurs socio-économiques précités dans leur dégradation.

Le taux de renouvellement des eaux dans les milieux lenticques est très faible. Il faut par exemple plus d'une décennie pour que certains lacs, comme le Léman, voient leur volume hydrique entièrement renouvelé par la circulation fluviale. Cette stagnation des eaux intervient de plusieurs façons défavorables pour exalter les effets de la pollution.

Elle favorise tout d'abord l'accumulation des substances toxiques et autres polluants. D'autre part, elle facilite la désoxygénation des eaux, dont le taux d'oxygène dissous est déjà naturellement assez bas et l'eutrophisation ou plutôt la dystrophisation de ces dernières.

(*) Professeur de Zoologie et d'Ecologie à l'Université de Paris-Sud (91405 Orsay).

LA NATURE DES REJETS

Les zones humides sont susceptibles de recevoir la quasi totalité des agents polluants produits par la civilisation technologique. En effet, tout polluant libéré au niveau continental accède tôt ou tard dans l'hydrosphère, qu'il soit dispersé dans l'air, l'eau ou les sols sous forme solide, liquide, voire gazeuse !

Les contaminants atteignent les zones humides — soit de façon directe, par rejets d'effluents liquides pollués, qu'ils soient d'origine urbaine ou industrielle — soit de façon indirecte, par ruissellement ou lessivage des sols contaminés situés dans les parties amont du bassin versant ou par transfert atmosphérique suivi d'apport par les précipitations, pluies ou neige.

Dans ces conditions, il n'est pas étonnant de retrouver dans les zones humides toutes les catégories d'agents polluants, qu'ils soient microbiologiques, organiques, chimiques ou radioactifs.

LA POLLUTION DES ZONES HUMIDES PAR DES EFFLUENTS ORGANIQUES

Les rejets de ce type d'effluents, qu'ils soient de nature domestique ou agro-industrielle, portent de graves préjudices à la qualité des eaux et compromettent l'avenir des biocénoses lenticques modifiant de façon qualitative et quantitative leur composition.

La pollution microbiologique est une première conséquence du rejet sans traitement d'eaux d'égout, industrielle ou urbaine, car ces dernières constituent de véritables « cocktails » bactériologiques !

Ainsi, la situation de surfaces d'eaux saumâtres comme l'étang de Thau, en Méditerranée ou le Bassin d'Arcachon, sur l'Atlantique, ne prêtent-elles pas à l'optimisme. L'existence de surpopulations touristiques saisonnières jointe à des capacités d'épuration insuffisantes voire inexistantes, conduisent à une situation microbiologique très défavorable. En certains points, on relève des concentrations excessives en coliformes et streptocoques fécaux pathogènes, en *Salmonelles*, etc..., qui peuvent dépasser 2 000 germes/cm³ pour les premiers selon certains auteurs. De surcroît, moins facile à déceler mais tout aussi insidieuse existe une contamination des mêmes eaux par divers virus entériques ou autres... La grande capacité des virus et bactéries pathogènes à s'accumuler dans les tissus des mollusques lamellibranches et l'apparente incompatibilité de coexistence de parcs de conchyliculture et de stations touristiques déversant leurs eaux usées à proximité ne semblent pour le moins pas étrangères à la fréquence accrue des colibacillooses et à l'irrésistible ascension de l'hépatite virale, observée de nos jours...

La dystrophisation constitue une menace permanente pour les zones humides.

Le déversement incessant d'effluents riches en matières organiques fermentescibles et d'éléments minéraux nutritifs (phosphates, nitrates) met en danger, de nos jours, des étangs et des lacs continentaux couvrant des surfaces très considérables (cas des grands lacs Nord américains, par exemple).

Ce danger est manifestement encore plus immédiat pour les zones palustres ou les marécages côtiers où la profondeur des eaux est faible.

La dystrophisation conduit très rapidement à la consommation de l'oxygène dissous puis à des fermentations putrides avec dégagement de gaz toxiques : SH_2 et NH_3 en particulier. Il s'ensuit une disparition des espèces nobles de poisson, plus exigeantes en oxygène dissous, mais aussi par suite d'un bouleversement profond de la constitution des réseaux trophiques dans les zones humides ainsi contaminées.

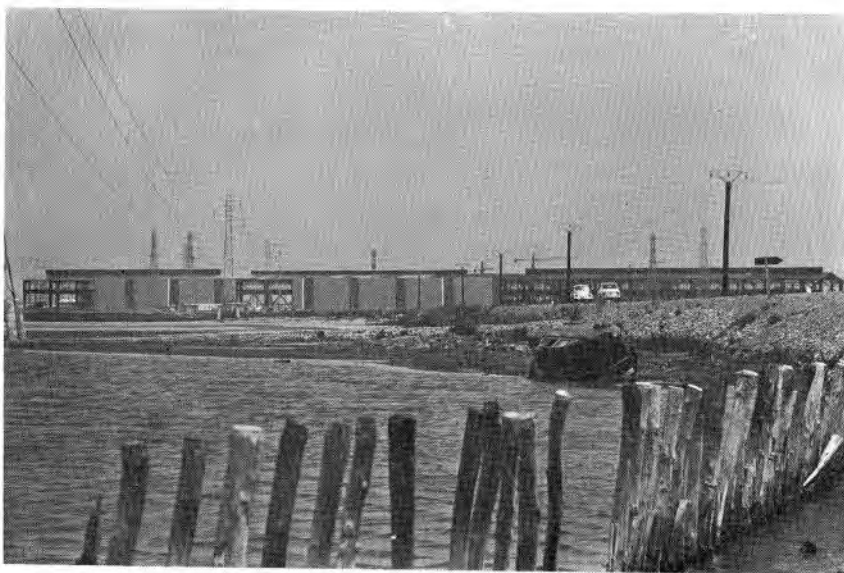
A cet égard, on pourrait nourrir quelques inquiétudes au sujet de l'étang de Vaccarès en Camargue car l'apport incessant d'eaux douces chargées de sels de phosphore et de nitrates dû au lessivage des terres de culture, situées au nord du delta constitue un risque potentiel de dystrophisation...

LA POLLUTION DES ZONES HUMIDES PAR DES SUBSTANCES CHIMIQUES NATURELLES OU DE SYNTHÈSE

Une des menaces les plus pernicieuses que fait courir la pollution de l'environnement aux zones humides tient en leur contamination par des substances organiques de synthèse.

Ici encore leur pollution tient à la fois des causes directes : déversement d'effluents industriels ou traitements pesticides de démoustication par exemple, et à des causes indirectes, par lessivage des sols du bassin versant ou par transfert atmosphérique.

La pollution des zones humides par des rejets industriels ou des traitements pesticides n'est plus à démontrer.



Etang du Vaccarès en Camargue.

(Photo J. Ramade)

Les « pertes » d'hydrocarbures constituent une grave menace pour les eaux lacustres continentales dont les dimensions sont, en règle générale, très restreintes. Au cours des dernières années, plusieurs grands lacs alpins dont le lac du Bourget ont été victimes de tels « accidents » où il est toujours difficile de faire la part entre la négligence et la faute quasi-intentionnelle. Le développement de motonautisme menace gravement à l'heure actuelle les lacs alpestres par suite d'éventuelles fuites d'hydrocarbures inévitables, malgré les stations de vidange. Faut-il rappeler que l'Autriche a été conduite, pour conjurer ce danger, à édicter une interdiction des canots à moteur sur tous ses lacs alpins dès la fin des années 60...

La pollution par les composés organiques de synthèse, en particulier par les substances organohalogénées soulève aussi de sérieux problèmes qui persisteront, compte tenu de leur stabilité dans l'environnement, bien longtemps après la prohibition de leur emploi, qui est loin d'être systématique à l'heure actuelle.

L'usage d'insecticides organochlorés, tel le D.D.T., a provoqué de graves désordres dans les écosystèmes limniques ou saumâtres. C'est d'ailleurs avec un composé très voisin de ce dernier, le T.D.E. (ou D.D.D.) que fut mise pour la première fois en évidence la possibilité de bioaccumulation de composés organiques persistants dans les réseaux trophiques. Le Clear Lake, en Californie, fut traité systématiquement par cette substance, au cours des années 50 dans le but de détruire un petit moucheron, *Chaoborus astictopus* qui pullulait sur les rives du lac, très fréquenté comme centre de loisirs, et importunait les baigneurs. On constata que la concentration initiale, qui atteignait à peine 0,014 ppm dans l'eau, s'élevait à 5 ppm dans le phytoplancton, une dizaine de ppm dans les poissons microphages, une centaine de ppm dans les poissons prédateurs et 2 500 ppm dans le tissu adipeux des grèbes (*Aechmophorus occidentalis*) oiseaux ichtyophages. Le coefficient de concentration était donc de 176 500 entre cet animal et l'eau du lac ! En conséquence, sur 3 000 individus de cette espèce recensés sur le lac en 1950, il n'en restait plus, dix ans plus tard qu'une trentaine, tous stériles.

Les traitements de démoustication, dont la justification nous paraît des plus contestables sous nos latitudes, peuvent aussi provoquer d'importantes perturbations dans les écosystèmes limniques pris dans leur ensemble. Dans le fond des marécages de la côte Est des Etats-Unis, les vases renferment parfois plus de 50 kg de D.D.T. par ha, avec contamination concomitante de toutes les chaînes trophiques de détritivores. C'est essentiellement à de tels traitements que les experts attribuent la forte régression des colonies de pélicans bruns (*Pelecanus occidentalis* sbsp *carolinensis*) du Golfe du Mexique et du Sud-Est des Etats-Unis.

Que penser alors des campagnes de démoustication destinées à promouvoir de « magnifiques » opérations d'aménagement immobilier du littoral dans plusieurs pays méditerranéens, dont le nôtre !

En Espagne, le traitement de la grande lagune « La Encanizada », près de Valence, effectué avec un insecticide organophosphoré, le Fenthion, a détruit 61,5 % d'une colonie de Guifette moustac et aussi une forte proportion des effectifs de canards et de chevaliers combattants qu'elle hébergeait à l'époque des pulvérisations aériennes !

Malgré l'absence d'études précises sur ce sujet, on ne saurait affirmer que les campagnes entreprises dans le Languedoc-Roussillon aient été sans effet sur les invertébrés limniques et l'avifaune sauvage qu'ils hébergent.

Une autre série de contaminants soulève à l'heure actuelle de sérieuses préoccupations, il s'agit des Biphényles polychlorés (ou B.P.C.), substances utilisées depuis 1924 dans de nombreuses activités industrielles. Il fut montré, voici une dizaine d'années, que ces composés, dont les propriétés écotoxicologiques sont voisines de celles du D.D.T., s'accumulaient dans la biomasse terrestre ou aquatique, provoquant une baisse de fécondité ou la mort des organismes contaminés. Certains invertébrés limniques ou marins possèdent une extraordinaire sensibilité à ces toxiques, en particulier les crustacés du zooplancton.

Dans des marécages côtiers de Floride, on a montré, dès 1970, que la chaîne trophique était contaminée par les B.P.C. avec concentration biologique. On trouvait 274 ppb dans l'eau, 2 à 3 ppm dans les huîtres et 6 à 12 ppm dans les poissons. De la même façon, dans le Wisconsin, les Pélicans et les Cormorans qui peuplaient des étangs se sont avérés fortement contaminés par ces substances avec stérilisation consécutive des couples nicheurs.

LE TRANSFERT ATMOSPHERIQUE DES CONTAMINANTS

On a pu montrer dans ce cas précis et dans bien d'autres que nombre de polluants accèdent aux zones humides par la voie atmosphérique. Comment expliquer autrement la présence de



Détritus dans une zone humide de Bretagne.

(Photo J.-P. Le Duc)

substances organiques de synthèse, ou de composés minéraux libérés dans l'environnement par diverses activités industrielles dans des territoires reculés ?

L'étude de la pollution des lacs et des marais suédois par le mercure a démontré de façon spectaculaire comment un contaminant rejeté dans des milieux lacustres pouvait polluer des étendues d'eaux situées en amont et parfois éloignées par transfert atmosphérique d'un polluant sous forme gazeuse.

Le Mercure métallique est transformé dans les sédiments limniques (et marins) par des bactéries. Tout d'abord, il est converti en méthyl-mercure ($\text{CH}_3 \text{Hg}^+$), très toxique, qui présente une grande affinité pour le tissu nerveux. C'est l'agent responsable de la célèbre « maladie de Minamata ». Ensuite se forme, sous l'action de ces mêmes micro-organismes, du diméthylmercure ($(\text{CH}_3)_2 \text{Hg}$). Celui-ci est volatil et peut être transporté par les vents dominants loin de sa zone d'émission.

A la suite du rejet de fongicides organomercuriels utilisés pour la fabrication de la pâte à papier dans les eaux continentales, la bioformation de diméthylmercure, associée à la concentration de ce métal lourd dans les chaînes trophiques limniques contraignit les autorités responsables de l'hygiène publique d'interdire la commercialisation des poissons pêchés dans les lacs et les étangs de 80 districts suédois à la fin des années 60. Les brochets, poissons très consommés dans ce pays, renfermaient souvent plus de dix fois la teneur maximale de mercure admise par l'O.M.S. dans l'alimentation humaine au niveau de leurs tissus musculaires.

Un autre cas très spectaculaire de contamination des zones humides par transfert atmosphérique se rapporte à l'acidification de marais et de lacs de Scandinavie et d'Amérique du Nord par suite du rejet de quantités considérables de SO_2 dans l'atmosphère, en relation avec l'usage sans cesse accru de combustibles fossiles. Les zones humides sises sur substrat cristallin — et cela concerne d'importants territoires d'Amérique du Nord et de Scandinavie — possèdent des eaux naturellement acides. Dans ces conditions, l'acidification spectaculaire des précipitations observée au cours de la dernière décennie a suffi pour provoquer une chute de leur pH à des niveaux très bas, parfois inférieurs à 4 !

On constate qu'au-dessous d'un pH de 5, la diversité et la productivité des biocoenoses limniques décroît très rapidement avec des pertes irréparables pour les écosystèmes ainsi affectés. Il a pu être montré que les pluies et les neiges acides provenant de Grande-Bretagne et de la Ruhr sont responsables de la disparition des truites de lacs en Norvège et Suède méridionale !

POLLUTION PAR LES RADIONUCLÉIDES

Un dernier type de contamination susceptible d'affecter à l'avenir les zones humides se rapporte à la dispersion dans l'environnement de radionucléides. En fait, si pour l'instant ce phénomène est très localisé, il est certainement appelé à s'étendre à l'avenir — sauf changement radical dans les normes de rejets — avec le développement de l'énergie nucléaire. Les seules données radioécologiques disponibles sur ce sujet se rapportent à des travaux anglo-saxons. Ainsi, aux Etats-Unis, des études ont été faites

sur des oiseaux migrateurs, en particulier des Foulques, vivant sur des marécages voisins d'installations nucléaires, sur le Savannah River. Elles ont révélé une augmentation significative, quoique inférieure aux Q.M.A. (1), de la teneur en radiocésium de ces oiseaux. Toutefois, il existe un danger potentiel dans la mesure où, dans l'hypothèse où un plan d'eau serait fortement pollué, des oiseaux migrateurs pourraient se contaminer puis être tirés par des chasseurs dans d'autres lieux éloignés de cette zone longtemps avant que la radioactivité de leurs tissus n'aient décru suffisamment, compte tenu de la période biologique du radionucléide ingéré...

* *
*

En conclusion, les zones humides, objet de tant de convoitises et « d'aménagements » destructeurs, sinon d'assèchement pur et simple, présentent une grande vulnérabilité aux diverses pollutions qu'elles soient de nature organique, chimique ou radioactive.

Leur action régulatrice du régime hydrique et en définitive le rôle capital qu'elles jouent dans l'approvisionnement des cours d'eau et des nappes phréatiques constitue une raison supplémentaire pour qu'elles soient tenues à l'écart des rejets d'effluents pollués et fassent l'objet de rigoureuses mesures de protection.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- HARTUNG R. et DINMAN B.D. - Environmental mercury contamination. Ann. Arbor science publisher, 1972, 346 p.
- HEURTEAUX P. - Les pollutions en Camargue. Publication de la station d'Ecologie de Camargue. 20 pages ronéotées, 1973.
- MUIRHEAD-THOMSON R.C. - Pesticides and Fresh water fauna. Academic Press, 1971, 248 p.
- PESSON P. - La pollution des eaux continentales. Ouvrage collectif, Dunod, Gauthier-Villars, 1976, 200 p.
- RAMADE F. - La pollution des eaux in Elements d'Ecologie appliquée. Mac Graw Hill, 1974, pp. 298-362.
- RAMADE F. - Ecotoxicologie. Masson éd., 2^e édition, 1979, 228 p.

(1) Q.M.A. = Quantité Maximale Admissible.

