

toxicité des eaux

DOMINIQUE LARRÉ *

L'hydrogéologue considère la pollution comme un phénomène où la dilution, le mélange et, en général le régime du cours d'eau récepteur, jouent le rôle essentiel. Homogénéisation, stratification, etc., sont des phénomènes physiques qui interviennent dans la répartition des substances polluantes dans le milieu naturel.

Le chimiste, et le géochimiste en particulier, se préoccupent de la dissolution des produits polluants, de leurs interactions dans les eaux et de l'équilibre qui peut être atteint.

Mais, pour le biologiste, l'eau et les composés dissous constituent un environnement dans lequel, ou auprès duquel, prolifèrent, en équilibre écologique, un certain nombre de communautés vivantes : les végétaux planctoniques, les invertébrés et les batraciens, les insectes aquatiques, les poissons, certains mammifères avides d'eau ou de poésie, comme l'homme.

Certains produits sont susceptibles de troubler gravement, ou même d'interrompre, les activités vitales de ces organismes : ce sont les toxiques, auxquels il vaudrait peut-être mieux donner, sans euphémisme, leur nom plus brutal de poisons.

LA MESURE DE LA TOXICITÉ :

Rappelons d'abord que, dans le but de présenter d'une manière aisément accessible et comparable, les observations complexes de l'effet des substances nocives sur les êtres vivants, les spécialistes emploient des coefficients qui font intervenir à la fois la concentration et le temps d'exposition. En effet, à dose constante, des effets toxiques augmentent souvent lorsque l'agression se poursuit. Cependant, certaines manifestations de la toxicité présentent un caractère de seuil : lorsqu'une concentration déterminée d'un produit n'entraîne pas de phénomènes toxiques immédiats, elle peut être supportée quel que soit le temps d'exposition. Mc Kee et Wolf exposent très clairement les principaux paramètres classiques de toxicité des eaux :

- dose minimum léthale, ou concentration à partir de laquelle meurt l'un au moins des organismes tests ;

- tolérance limite médiane, TL_m, ou concentration amenant la mort de la moitié des organismes tests au cours de l'expérience ;

- dose léthale médiane, LD₅₀, comme le paramètre précédent, dans le cas où la substance toxique est administrée directement dans la nourriture ou par injection.

Les auteurs de langue française emploient aussi l'expression « Concentration moyenne tolérée ».

Il y a lieu en général de préciser le temps d'observation : TL_m en 96 heures, etc.

À côté de la toxicité aiguë, il est intéressant d'étudier les modifications, inhibitions et gênes causées par des doses inférieures à la dose mortelle, dont les effets peuvent ne se présenter qu'à moyen terme. À plus long terme encore, il peut y avoir lieu d'étudier les mutations génétiques causées par certains produits.

Les notions de synergie et d'antagonisme interviennent lorsque plusieurs produits toxiques se présentent simultanément. Ces notions doivent jouer un rôle lors de l'établissement de normes de toxicité.

PRIORITÉ À L'EAU POTABLE ?

La loi française donne, parmi les usages de l'eau, priorité à l'eau de boisson.

Parmi les critères de qualité des eaux potables figurant dans les diverses normes qui existent en la matière, il en existe un certain nombre qui jouent sur la toxicité. C'est le cas d'un certain nombre d'ions et de métaux lourds. Les teneurs admissibles de ces produits dans les eaux potables doivent toujours être très inférieures aux teneurs dangereuses, et tenir compte des quantités absorbées par d'autres moyens que par l'eau (nourriture, pollution atmosphérique, etc.).

Les éléments suivants sont cumulatifs dans l'organisme : plomb, arsenic, cadmium, mercure. Ont été prouvés cancérigènes : zinc, chromates, arsenic. Les seuls cancers humains dont l'origine hydrique soit certaine ont été provoqués par des eaux riches en arsenic. Les actions de l'arsenic et du sélénium sont antagonistes.

Le mercure, qui est très dangereux, n'apparaît que dans les normes soviétiques ; sans doute estime-t-on que l'insolubilité des formes toxiques permet de l'ignorer.

La toxicité directe, pour l'homme, des chromates est relativement faible. Le baryum, le cuivre, le zinc, l'argent, semblent non cumulatifs et, finalement, moins toxiques. Le cuivre et l'argent provoquent des colorations de la peau ou des cheveux ; le cuivre peut provoquer des gastroentérites.

Le Professeur Tcherkinski, titulaire de la chaire d'hygiène de la Faculté de Médecine de l'Université de Moscou, mène une campagne active pour une révision scientifique des normes relatives à ces paramètres.

La présence de produits toxiques dans le milieu naturel peut conduire à des empoisonnements humains d'une manière détournée, lorsque ces produits sont susceptibles d'être concentrés par une chaîne d'orga-

* Ingénieur des Produits Chimiques,
Chargé de mission au
Secrétariat Permanent pour l'Étude
des Problèmes de l'Eau
en France

nismes vivants aboutissant à la consommation humaine. Un exemple classique et très grave de tels phénomènes est la maladie « mystérieuse » qui, vers 1955, a frappé quatre-vingt-neuf habitants de la région de Minamata, au Japon, avec plus de 40 % de décès. C'était une maladie atroce, dont les symptômes étaient des défauts de la parole, du sens du toucher, une restriction concentrique du champ visuel, l'apparition de tremblements et de troubles mentaux, puis, dans les cas aigus, perte de connaissance, mouvements involontaires, agitation et cris, la mort survenant rapidement, avec des complications pneumoniques et de fortes fièvres. Il y avait des variantes convulsives, ou fixes au contraire, avec immobilisation dans des poses anormales. L'autopsie révélait des modifications pathologiques du système nerveux central, et aussi d'autres organes. L'enquête et les expérimentations scientifiques, après bien des erreurs et des difficultés, ont permis de prouver que les produits polluants responsables étaient des composés organomercuriques intervenant dans la fabrication du chlorure de vinyle et de l'acétaldéhyde à l'unique usine importante de la région dont les effluents étaient rejetés dans la baie de Minamata. La maladie atteignait ceux qui consommaient des aliments issus du milieu marin. Le mercure put être retrouvé dans tous les organismes de la chaîne biologique, jusqu'aux cheveux et poils des malades et des chats du village. Il est attristant de voir le rôle qu'au Japon certains experts ont pu jouer pour camoufler la responsabilité de l'usine incriminée.

La source potentielle la plus importante de pollution par les métaux lourds est l'industrie des traitements de surface. Les procédés d'épuration des effluents sont bien connus, et la prévention de pollutions graves par ces industries exige seulement :

- la volonté de ne pas polluer ;
- la mise en œuvre immédiate de mesures spéciales en cas de fonctionnement anormal des installations ;
- la solution du problème des boues d'hydroxydes séparées dans l'épuration, qui exige l'existence et l'aménagement d'aires de stockage définitif.

Le développement de la production et de la consommation de produits organiques de synthèse toxiques conduit à une autre forme de danger pour l'homme. Depuis la découverte, en Allemagne, pendant la première guerre mondiale, des détergents de synthèse, le milieu naturel a été progressivement envahi par les résidus de leur utilisation. Les détergents ont peu de toxicité directe pour l'homme,

sauf les cationiques. Si la littérature rapporte un accident mortel dû à l'ingestion d'eau contenant un ammonium quaternaire, c'est seulement à la dose chronique très improbable du microgramme par gramme de nourriture que les cationiques peuvent conduire à des accidents. L'effet nocif, pour l'homme, des détergents serait plutôt lié au fait que leurs propriétés physiques pourraient faciliter l'agression de l'organisme par d'autres polluants cancérigènes.

La famille des divers biocides, insecticides, herbicides, fongicides, présente aussi un danger potentiel parce qu'il s'agit là de produits déversés en grandes quantités sur les sols et dans les eaux de rivière et ne donnant pas lieu à des contrôles systématiques.

Pas plus que les métaux lourds, ces produits organiques très stables n'évoluent beaucoup dans le traitement classique des eaux en vue de l'alimentation humaine. C'est pourquoi le gouvernement français soutient, depuis déjà de longues années, un important programme de recherches dans ce domaine, dont la conséquence doit être une connaissance plus certaine de la potabilité des eaux, la révision corrélative des normes et une amélioration des procédés de traitement. Il est très satisfaisant que ces recherches aient déjà abouti à la généralisation, dans la région parisienne en particulier, de procédés d'affinage des eaux de rivière traitées, comprenant l'utilisation du charbon actif et de l'ozone.

La possibilité d'améliorer les traitements de l'eau destinée à l'alimentation humaine pourrait conduire à juger moins utile la prévention des rejets toxiques dans les eaux de rivière. Mais c'est la volonté affirmée de notre pays de ne pas considérer le bel ensemble de rivières comme un simple réseau de transport d'eau. Le public sait très bien ce qu'est une rivière : une vraie rivière, c'est quelque chose de clair où vivent des poissons et des végétaux, permettant toutes sortes de loisirs actifs, et en particulier la pêche.

La plupart des éléments toxiques pour l'homme ont une influence défavorable sur le milieu aquatique vivant. En fait, ce milieu est bien souvent beaucoup plus sensible que l'homme. Nous aurions pu boire temporairement sans danger l'eau du Rhin pendant le récent accident dû à l'endosulfan. Comme on ne saurait actuellement espérer trouver un test absolu de toxicité des eaux à l'égard de l'homme, l'existence d'un équilibre vivant dans les eaux constitue un élément d'alerte irremplaçable.

L'étude de la toxicité des produits nouveaux est un tonneau des Danaïdes, dont le fond

ne peut être bouché que par les responsables de la production. *

L'AUTO-ÉPURATION

Comme l'épuration classique des eaux résiduaires urbaines est calquée sur les procédés naturels de l'auto-épuration, la présence dans les rivières, ou le rejet à l'égout de substances capables d'inhiber l'activité des micro-organismes, augmentent l'effort nécessaire pour résorber la pollution organique.

On rapporte souvent de bouche à oreille les chutes de rendement de la station d'épuration d'Achères lorsque celle-ci est atteinte, hebdomadairement paraît-il, par des flux de chromates.

A titre d'exemple sont présentés ci-joints les résultats d'études de toxicité fondées sur l'évolution de la courbe de DBO₅ d'une eau résiduaire en présence et en l'absence de toxique. L'abaissement de rendement correspondant des stations d'épuration coûte très cher à la collectivité.

Au moment où la France prend les mesures nécessaires pour réaliser les travaux de lutte contre la pollution qui, jusqu'alors, avaient été surtout souhaités, on peut se demander comment les problèmes de toxicité pourraient être abordés.

Les rejets de produits toxiques tombent sous le coup de diverses dispositions légales ou réglementaires. L'administration dispose donc de moyens de répression et d'incitation. Elle travaille actuellement à compléter, et surtout à préciser, les textes existants. Il est indispensable que les normes d'effluents soient adaptées aux réalités techniques.

Mais, comme toutes les choses souhaitables, la lutte contre les toxiques doit s'incorporer à l'ensemble des actions d'un pays. Compte tenu du démarrage certain obtenu dans le domaine de la lutte contre la pollution organique, par l'apparition d'un mode de financement lié à l'appréciation de cette pollution, il apparaît indispensable de compléter l'effort en inscrivant, parmi les priorités des plans nationaux de modernisation, la volonté d'agir contre la pollution toxique.

Principaux paramètres de qualité des eaux potables intervenant du point de vue de la toxicité, d'après l'Organisation Mondiale de la Santé.

* En France, l'IRCHA, le Service Central Pêche et Pisciculture du Ministère de l'Agriculture, et bien d'autres laboratoires, s'attachent à collaborer à cet immense travail.

SUBSTANCE	CONCENTRATION
	MAXIMALE ADMISSIBLE mg/l *

Plomb	0,05
Arsenic	0,05
Sélénium	0,01
Chrome	
(en Cr hexavalent)	0,05
Cyanures	0,20
Cadmium	0,01
Baryum	1,00

Noter que la concentration maximale admissible indiquée pour le chrome est très inférieure aux valeurs correspondant à la toxicité aiguë.

* Normes internationales pour l'eau de boisson O. M. S., Genève, 1965 (en révision).

BIBLIOGRAPHIE

- HUET, M. (1954), Biologie, profils en long et en travers des eaux courantes, Bull. Franç. Pisc. **175**, 41-53.
- STATE of CALIFORNIA, WATER QUALITY CRITERIA, rapport édité sous la direction de Mc. KEE, J. E., et WOLF, H. W. Sacramento 1963.
- Commission de l'Eau du V^e Plan, Groupe 1. Étude des facteurs conditionnant la potabilité d'une eau. (Essai de synthèse bibliographique) CEFIE, avril 1965.
- ADELSON, L. and SUNSHINE, I. Fatal Poisoning due to cationic detergent of quaternary ammonium compound the type. Jour. Clin. Path. **22**, 656 (1952).
- GODZIK, S. Bioch. degradation and toxicity of synth. surface action agent Gaz Wodo. Techn. Sanit. **37**, 408-411 (1963) 52 ref.
- MESTRES, R., LEONARDI, G. et al. Étude sur la mesure des résidus de pesticides dans les eaux naturelles, DATAR, STEPE, rapport 1968.
- Report of the committee on water quality criteria, FWPCA, U.S. Départ. of the Interior, Washington D. C. 1^{er} avril 1968.
- P. VIVIER et M. J. NISBET. Toxicity of some herbicides, pesticides and industrial wastes, in Biological problems in water, pollution 3rd. seminar, 1962. Cincinnati 1965.

- F. S. H. ABRAM. The definition and measurement of fish toxicity thresholds, third Int. Conf. on Wat. Poll. Research, Munich. WPCF, Washington, D. C. 20016, 1966.
- Pr. HARUHIKO TOKUOMI. Medical aspects of Minamata disease. Rev. Intern. Océanogr. Med. XIII-XIV, 1969, 5-35.
- Pr. JUN UI Minamata disease and water pollution by industrial waste. Ibidem 37-44.
- REIMANN K. Recherches sur le mécanisme de l'inhibition toxique de la boue activée par un ion métallique (exemple du Cobalt 7). Wass. ABW. Forsch. Jan.-Fév. 69, 25-35.
- Deutsche Einheitsverfahren Zur W. untersuchung - Verlag Chemie Weinheim.

ADRESSES UTILES

- Pour votre alimentation en eau : adressez-vous à la mairie de votre commune.
- Pour résoudre vos problèmes particuliers, consultez la préfecture de votre département.
- Au niveau de l'administration, 4 ministères s'occupent des problèmes de l'eau :
 - Ministère d'État chargé des Affaires Sociales, 127, rue de Grenelle - Paris (7*).
 - Ministère de l'Agriculture, 78, rue de Varenne - Paris (7*).
 - Ministère de l'Équipement et du Logement, 244-246, boulevard Saint-Germain - Paris (7*).
 - Ministère de l'Industrie, 101, rue de Grenelle - Paris (7*).
- La coordination interministérielle dans le domaine de l'eau est assurée par : Le Secrétariat Permanent pour l'Étude des Problèmes de l'Eau, 67, bd Haussmann - Paris (8*), qui est rattaché au Ministre délégué auprès du Premier Ministre chargé du Plan et de l'Aménagement du Territoire.
- Associations s'intéressant aux problèmes de l'eau :
 - Association Française pour l'Étude des Eaux (AFEE), 25, avenue Marceau - Tél. 553-90-44.
 - Association Nationale pour la Protection des Eaux, 195, rue St-Jacques - Paris (5*) - Tél. 326-70-53
 - Conseil Supérieur de la Pêche, 10, rue Péclet - Paris (15*) - Tél. 842-10-00
 - Fédération Départementale d'Associations de pêche et de pisciculture. Au chef-lieu de chaque département.
 - Fédération Française des Sociétés de Protection de la Nature, 57, rue Cuvier - Paris (5*).

TEXTES PRIS EN APPLICATION DE LA LOI FRANÇAISE SUR L'EAU DU 16 DÉCEMBRE 1964

- Décret n° 68-335 du 5 avril 1968 relatif à la coordination interministérielle dans le domaine de l'eau J.O. du 14.04.1968
- Circulaire du 8 mai 1968 relative à la coordination interministérielle dans le domaine de l'eau J.O. du 5.06.1968
- Circulaire du 8 mai 1968 relative à la coordination dans le domaine de l'eau à l'échelon de la région de programme J.O. du 5.06.1968
- Circulaire du 23 mai 1968 relative à la protection des ressources en eau contre la pollution J.O. du 2.06.1968
- Circulaire du 10 décembre 1968 relative aux périmètres de protection des points de prélèvement d'eau destinée à l'alimentation des collectivités humaines J.O. du 22.12.1968
- Décret n° 69-50 du 10 janvier 1969 relatif à la procédure de l'inventaire du degré de pollution des eaux superficielles J.O. du 18.01.1969
- Décret n° 69-51 du 10 janvier 1969 fixant les conditions de déclassement des cours d'eau ou lacs domaniaux navigables ou non, des cours d'eau flottables ou non, et des canaux faisant partie du domaine public de l'État J.O. du 18.01.1969
- Décret n° 69-52 du 10 janvier 1969 fixant les conditions de radiation des voies d'eau de la nomenclature des voies navigables ou flottables J.O. du 18.01.1969
- Circulaire du 10 janvier 1969 relative aux instructions techniques pour la détermination de la pollution bactériologique des eaux superficielles (Ce texte précise les méthodes d'analyse bactériologiques à utiliser pour l'établissement de l'inventaire du degré de pollution des eaux superficielles) J.O. du 12.03.1969
- Décret n° 69-256 du 15 mars 1969 modifiant le décret n° 65-749 du 3 septembre 1965 portant création du comité national de l'eau (Ce texte abroge le troisième alinéa de l'article 6 du décret n° 65-749 du 3 septembre 1965 ainsi libellé : « Le Comité est renouvelé par moitié tous les trois ans » J.O. du 23.03.1969
- Arrêté interministériel fixant les modalités de l'inventaire du degré de pollution dans les rivières et les canaux J.O. du 28.09.1969