TOXICITÉ DES DETERGENTS ANIONIQUES VIS-A-VIS DES ALEVINS DE TRUITE COMMUNE

Par M^{me} J. WURTZ-ARLET

Chef de travaux des Eaux et Forêts
à la station d'*Hydrobiologie appliquée* de Biarritz

Les composés tensio-actifs de synthèse, fabriqués déjà avant 1940, connaissent depuis une dizaine d'années une utilisation sans cesse croissante dans les domaines les plus variés. Leur constitution chimique les sépare en trois classes : dérivés cationiques, dérivés anioniques et dérivés non-ioniques. Les deux premiers groupes sont les plus généralement employés et leurs propriétés différentes les destinent à des usages variés.

Ce sont surtout les propriétés fortement bactéricides des dérivés cationiques, appelés encore sels d'ammonium quaternaire, qui ont attiré l'attention des chercheurs dans le domaine de la médecine et de la bactériologie. On les utilise fréquemment comme bactéricides ou bactériostatiques (ANDREJEW et SISLEY 1947, BREBION et coll. 1953, CARRAZ et coll. 1954, ITO et FUJII 1955, ZISSMANN 1956). Certaines industries en font usage soit au cours de leur fabrication, soit pour compléter l'épuration de leurs eaux résiduaires.

Les composés non-ioniques ont un usage assez restreint en France, à cause de leur prix de revient encore élevé et sont surtout utilisés en faible quantité associés à d'autres produits dont ils améliorent l'efficacité (SWALES et WILLIAMS 1956).

Les composés anioniques sont de loin les tensio-actifs de synthèse les plus utilisés tant par la variété de leurs usages que par la quantité employée. Leurs propriétés moussantes, mouillantes et surtout détergentes, ont trouvé leurs applications dans les industries les plus diverses, sans oublier l'utilisation quotidienne par les ménagères de produits commerciaux dont le nombre augmente sans cesse. Il est évident que, dans ces conditions, la présence des détergents de synthèse (que nous appellerons selon l'abréviation en usage « syndet ») est constatée dans la plupart des eaux résiduaires industrielles et dans les eaux d'égouts.

Par exemple, dès 1952 (et les chiffres sont sans doute à doubler actuellement), la station d'épuration d'Amsterdam recevait des eaux d'égouts chargées en moyenne de 8,3 ppm de syndets anioniques et la teneur variait selon le jour de la semaine du simple au double, les ménagères

faisant leur lessive avec un ensemble parfait ! (DEGENS, VAN DER ZEE et KOMMER 1953).

Les ingénieurs chargés de l'épuration des eaux ménagères ont, les premiers, été intéressés par l'influence des syndets sur les bactéries, et précisément sur celles des systèmes biologiques d'épuration. La concentration maximum compatible avec le fonctionnement des lits bactériens, les phénomènes de moussage et la difficulté de réoxygénation des effluents, ont fait l'objet de plusieurs travaux (SIERP et THIELES 1953, DEGENS 1954, MOSS 1957, SOUTHGATE 1957, DOWNING 1958).

D'autre part, l'élimination des syndets présents dans les eaux résiduaires n'est pas aussi complète qu'on peut le souhaiter par les processus d'épuration habituels. Leur dégradation biochimique est lente et les différents composés anioniques n'offrent pas la même résistance ; les plus difficiles à décomposer sont les alkylarylsulfonates dont on peut trouver encore 40% non dégradés après 4 semaines de traitement aux boues activées (BOGAN et SAWYER 1954, DEGENS, VAN DER ZEE et KOMMER 1955, SAWYER et RYCKMAN 1957).

Cette résistance à l'épuration explique que souvent l'effluent épuré rejeté à la rivière, peut contenir encore une quantité appréciable de syndets (3 à 6 ppm) et qu'il est plus grave encore de compter sur le pouvoir d'auto-épuration naturel de la rivière pour faire disparaître les syndets d'une eau résiduaire rejetée sans épuration préalable. Si le débit n'apporte pas une dilution suffisante, on arrivera à une accumulation inquiétante de détergents.

En Grande-Bretagne on estime que certaines rivières contiennent déjà au moins 3 ppm de substances tensio-actives (HERBERT et coll. 1958). Étudiant moi-même l'effluent non épuré d'une blanchisserie, j'ai dosé 17 ppm de syndet, tandis que l'étang traversé par cet effluent en contenait 6,5 ppm.

Puisque nous devons nous attendre à trouver dans les rivières des syndets, il est indispensable de connaître, avant de dramatiser, l'influence de ces éléments sur la vie des organismes aquatiques.

Peu d'auteurs ont déjà publié des travaux relatifs à ce problème. Citons seulement, dans cette première publication relative à l'action des composés anioniques sur la Truite, les expériences faites sur les poissons.

Les essais de DEGENS et coll. (1950) ont prouvé la tolérance possible de certains poissons à des doses déjà élevées de syndets par accoutumance progressive. Par exemple, le Gardon (*Leuciscus rutilus*) peut supporter une teneur maximum de 9 ppm d'alkylsulfate après 3 semaines et 18 ppm d'alkylsulfonate après 6 semaines. Le Carassin (*Carassius vulgaris*) s'acclimate mieux et la mort survient seulement quand la concentration atteint, après 6 semaines, 18 ppm d'alkylsulfate et 36 ppm d'alkylsulfonate. Mais si le poisson est placé directement dans une solution à 5 ppm, il meurt en 5 heures.

Pour LECLERC et DEVLAMINCK 1952, le Vairon placé dans une eau calcaire à 23°, supporte une dose minima mortelle de 6 à 7 ppm de dérivés anioniques (alkylsulfate et alkylsulfonate).

HEURES	ALEVINS ÉCLOSION						ALEVINS 3 SEMAINES						ALEVINS 6 SEMAINES					
	A. S. P.			A. S. S.			A. S. P.			A. S. S.			A. S. P.			A. S. S.		
	5	7	10	5	7	10	5	7	10	5	7	10	5	7	10	5	7	10
1	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
3	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
4	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
5	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
6	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
7	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
8	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
9	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
10	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
11	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
14	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
15	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕

SIGNES

CONVENTIONNELS

⊕ Position normale

⊕ Perte d'équilibre momentané

⊕ Couché sur le flanc

⊕ Couché sur le dos

⊕ Immobilisé sur le fond, moribond

+ Mort

NOTA.

Ces signes se superposent lorsque plusieurs des réactions qu'ils schématisent se manifestent dans le temps indiqué de la première colonne

HERBERT, ELKIN, MANN et HEMENS 1957 ont montré que, dans une eau bien oxygénée, les Truitelles arc-en-ciel de 7 centimètres meurent seulement après 12 semaines pour une concentration de 3 ppm d'alkylsulfonate et que la mort survient d'autant plus rapidement que la teneur en oxygène dissous est plus faible (mort en 12 h. pour 2 mg/l d'O₂).

CONDITIONS EXPÉRIMENTALES.

Les expériences portent sur des œufs et alevins de Truite fario nés de géniteurs élevés en pisciculture (Station d'Hydrobiologie du Paraclet).

Les œufs sont aux 2/3 du temps d'incubation ; ils ont éclos 10 jours après l'expérience. Trois séries d'alevins sont en expérience : alevins éclos depuis 24 heures environ, alevins de 3 semaines (non nourris) et alevins de 6 semaines (nourris à la rate de bœuf). 20 œufs et 20 alevins sont utilisés pour chaque essai. Ils sont placés dans des petits bacs d'incubation (capacité 5 litres) traversés par un courant d'eau additionnée des syndets. Pour cela, un réservoir contenant la solution alimente chaque bac et l'oxygénation est assurée par l'écoulement en cascade. L'eau de source utilisée a un pH égal à 7,3 et une alcalinité totale de 115 ppm exprimée en CaO ; l'addition des syndets modifie d'une façon négligeable des deux chiffres (7,4 et 116). La température de l'eau reste comprise entre 7 et 8°, et la teneur en oxygène dissous égale 10 mg./l.

Les syndets anioniques expérimentés sont deux alkylsulfates, l'un primaire (A. S. P.) et l'autre secondaire (A. S. S.). Les concentrations sont exprimées en "matière active" (M. A.). A la fin des expériences, un dosage, par la méthode au bleu de méthylène (JONES 1945, EVANS 1950), a vérifié la stabilité des concentrations. Une différence de + 0,2 ppm représente l'erreur normale.

RÉSULTATS.

Ils sont exposés dans le tableau.

Les œufs n'ont pas été tués par les concentrations étudiées, après un séjour de 24 heures dans les solutions. Ils ont tous éclos normalement comme les témoins.

Pour 10 ppm d'alkylsulfate primaire, tous les alevins sont morts en 5 heures, 50% étant morts en 4 heures.

Pour 7 ppm d'A. S. P., tous les alevins sont morts en 10 heures, 50% des alevins de 6 semaines étant morts en 9 heures.

Pour 5 ppm d'A. S. P., tous les alevins sont morts en 18 heures, 50% des alevins de 3 et 6 semaines étant morts en 11 heures.

Pour 10 ppm d'alkylsulfate secondaire, tous les alevins sont morts en 3 heures.

Pour 7 ppm d'A. S. S., les alevins de 6 semaines sont déjà très touchés en 1 heure, 50% sont morts en 3 heures, le reste meurt en 3 h. 1/2.

Les alevins de 3 semaines meurent tous en 4 heures et les alevins à l'éclosion en 6 heures.

Pour 5 ppm d'A. S. S., les alevins de 3 et 6 semaines meurent tous en 8 heures, 50% des alevins de 6 semaines étant morts en 6 h. 30. Les alevins à l'éclosion meurent en 14 heures.

CONCLUSION.

1° L'alkylsulfate primaire de sodium est moins toxique que l'alkylsulfate secondaire de sodium pour les alevins de Truite commune.

2° Les œufs embryonnés supportent sans dommage apparent des concentrations jusqu'à 10 ppm pendant 24 heures.

3° Les alevins de 6 semaines sont plus sensibles que les alevins plus jeunes et les alevins à l'éclosion résistent deux fois plus longtemps aux mêmes concentrations ;

4° Des alevins de 6 semaines ne peuvent pas supporter pendant plus d'une heure 1/2 le flux d'une eau contenant 10 ppm de substance tensio-active et aucun des âges d'alevins expérimentés ne résiste au contact pendant 15 heures d'une eau contenant 5 ppm et plus, de substance tensio-active.

Novembre 1958.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDREJEW (A.) et SISLEY (J. P.). — 1947. *C. R. Soc. Biol.*, CXLI, p. 1096.
BOGAN (R. H.) et SAWYER (C. N.). — 1954. *Sewage industr. Wastes*, 26, pp. 1069-80.
BREBIONG (G.), MARSZAK (I.) et BOLLE (J.). — 1953. *Mémorial Serv. Chim. État*, 38, pl. 89-202.
CARRAZ, BERTOYE, VIALIER et COURTIEU. — 1954. 1^{er} Congrès Mond. Détergence, Paris.
DEGENS (P. N.). — 1954. 1^{er} Congrès Mond. Détergence, Paris.
DEGENS (P. N.), VAN DER ZEE (H.) et KOMMER (J. D.). — 1953. *Sewage ind. Wastes*, 25, pp. 1-20.
DEGENS (P. N.), VAN DER ZEE (H.) et KOMMER (J. D.). — 1955. *Sewage ind. Wastes*, 27, pp. 10-25.
DOWING (R.). — 1958. *Bull. mens. Cebedeau*, 89.
EVANS (H. C.). — 1950. *Journ. Soc. Chem. Ind.*, 69, p. 576.
HERBERT (D. W. M.), ELKINS (G. H. J.), MANN (H. T.) et HEMENS (J.). — 1957. *J. Wat. Waste Treatm. J.*, 6, pp. 394-97.
ITO (Y.), FUJII (R.). — 1955. *J. Pharm. Soc. Jap.*, 75, 3, pp. 310-12.
JONES (J. H.). — 1945. *Journ. Ass. Off. Agric. Chem.*, 28, p. 398.
LECLERC (E.) et DEVLAMINCK (F.). — 1952. *Bull. Cebedeau*, 17, pp. 165-71.
MOSS (H. V.). — 1957. *Sewage industr. Wastes*, 29, pp. 1107-13.
SAWYER (C. N.) et RYCKMAN. — 1957. *Journ. A. W. W. A.*, 49, 4, pp. 480-490.
SIERP (F.) et THIELE. — 1953. *Vom Wasser*, 20.
SOUTHGATE (B. A.). — 1957. — *Journ. Royal Soc. Art.*, vol. CV.
SWALES (J. E.) et WILLIAMS (K.). — 1956. *Canad. J. Agr. Sci.*, 36, 1, pp. 36-40.
ZISSMAN (E. I.). — 1956. *Memor. Serv. Chim. État*, 40, pp. 109-112.