

TRAITEMENT DE L'EAU D'UN RUISSEAU AU SULFATE DE CUIVRE INFLUENCE SUR LA POPULATION PISCICOLE

par L. MAZOIT

Chef-Adjoint du Service de Contrôle
des Eaux de la Ville de Paris

Le développement exceptionnel d'une algue microscopique (*Pediastrum clathratum*) ayant très gravement perturbé le fonctionnement de l'Etablissement Filtrant d'Ivry, la Ville de Paris fut amenée à lutter contre cet hôte indésirable des eaux de la Seine. Le Service des Machines mettait au point des méthodes de lavage accéléré des filtres, afin d'essayer de faire face à la demande en eau et le Service de Contrôle des Eaux entreprenait de déceler l'origine de cette prolifération anormale. Remontant la Seine, l'Yonne, puis le Canal de Bourgogne, ses agents localisèrent, entre Tonnerre et Montbard, le point de départ du développement.

Simultanément, des études étaient entreprises sur les moyens d'enrayer la multiplication. Au laboratoire de l'Usine d'Ivry, Mlle J. DUPUY étudia l'action du sulfate de cuivre *in vitro*. Les résultats de ces expériences (non publiées jusqu'alors) permirent d'espérer que, dans la nature, un traitement de 0,20 ppm (en ion Cu^{++}) ralentirait suffisamment le développement pour que disparaisse la nuisance.

Avant d'entreprendre tout déversement dans le Canal, il importait, cependant, de connaître les effets des sels de cuivre, à cette concentration, sur la faune aquatique et avant tout sur les poissons. D'assez nombreux auteurs ont indiqué des chiffres de teneurs maximales, mais, le plus souvent, sans préciser la durée d'action, ce qui explique la disparité entre les différents résultats. Il nous parut indispensable d'expérimenter nous-mêmes sur certains poissons représentatifs de la faune du Canal de Bourgogne.

Nous avons la chance de pouvoir disposer, aux captages de la Vanne, d'un champ d'expériences permettant d'opérer en petit mais dans les conditions

de la nature. Dans l'enceinte des sources de Saint-Philbert, Saint-Marcouf, sur le territoire de la commune de Theil-sur-Vanne, coule un petit ruisseau alimenté par des sourcettes pérennes et des fuites de vannes. Le débit de ce ru, de l'ordre de 5 à 10 l./seconde, est assez fort pour permettre la vie d'une population suffisante pour les expériences. Il est, en même temps, assez faible pour que le traitement puisse être effectué à l'aide d'appareils de petites dimensions, faciles à installer et à alimenter, ne nécessitant ainsi, qu'un personnel réduit. En fait, en dehors des aménagements du ru et des opérations de l'inventaire final, l'expérience a été conduite par le seul personnel du laboratoire de Sens. Ce faible débit permettait, en outre, d'affirmer que, s'il restait encore du cuivre dans l'eau au confluent avec la Vanne, l'effet de dilution serait tel que la faune de cette rivière ne courrait aucune danger. En effet, aucun incident ne fut observé par la suite sur cette rivière qui fut l'objet d'une surveillance spéciale.

A l'aide de grillages et de batardeaux, le Service des Dérivations de la Ville de Paris aménagea deux biefs, d'une centaine de mètres de longueur chacun et d'une épaisseur d'eau de 40 cm environ, en moyenne.

Le bief amont servait de témoin, celui d'aval étant le bief d'expérience. Afin d'assurer un excellent mélange de l'eau et du sulfate de cuivre, on faisait écouler la solution dans une chute d'une trentaine de centimètres ménagée entre deux biefs.

Le traitement a été réalisé, jour et nuit, à l'aide d'un assemblage de flacons de Mariotte ayant une autonomie de marche de deux jours et demi. La solution était toujours soigneusement filtrée et très légèrement acidifiée afin d'éviter l'obstruction de l'effilure calibrée servant à ajuster le débit. Excepté quelques incidents lors de la mise en route, il n'y eut pour ainsi dire rien à signaler et, en règle générale, le taux de traitement fut constant, sauf lors de quelques variations rapides du débit du ru. La quantité de sulfate de cuivre fut immédiatement modifiée et les différences entre traitement escompté et traitement réalisé furent toujours faibles (cf. tableaux 1, 2, 3 et 5). A cause de quelques petites sources dans le deuxième bief, il était impossible de connaître exactement le volume d'eau à traiter et nous décidâmes de nous baser sur la teneur en cuivre observée en un point bien défini, au milieu du bief aval. Les dosages étaient effectués sur place au diéthyl-dithio-carbamate de sodium. Les valeurs étaient obtenues par comparaison avec une gamme préparée extemporanément avec de l'eau du ru à l'amont et le sulfate de cuivre utilisé pour le déversement, cette technique supprimant les possibilités d'interférences.

L'eau du ru était légèrement alcaline (pH 7,3 - T. A. C. voisin de 22°). Il se formait donc un peu d'hydrocarbonate de cuivre, insoluble. Dans le dosage au diéthyl-dithio-carbamate, ce cuivre est comptabilisé avec le cuivre ionisé. Il importait de connaître la quantité passant sous la forme d'hydrocarbonate insoluble, ainsi que celle fixée par le plancton. Pour cela nous avons filtré, sur membrane cellulosique à pores de 0,5 microns, un volume défini d'eau traitée. L'appareil supportant la membrane était entièrement en matière plastique, afin d'éviter tout apport d'ion cuivre ou métal susceptible de réagir sur le diéthyl-dithio-carbamate et d'altérer l'analyse. Pour une teneur totale en cuivre de 0,19 ppm (obtenue par le dosage sur un échantillon prélevé au point défini), il restait 0,17 ppm de cuivre en solution. L'insoluble recueilli sur la membrane correspondait à 0,014 ppm. Le total ainsi obtenu (0,184 au lieu de 0,190) semble très acceptable. Au taux de traitement en vigueur, la quantité de cuivre précipité ou fixé par les algues est très faible et voisine de 7 %. En raison des très fortes possibilités de redissolution

de ce cuivre dans le tube digestif des poissons, nous avons admis que le chiffre obtenu par dosage au diéthyl-dithio-carbamate correspondait à la quantité susceptible d'incommoder les poissons.

La population autochtone du ru était composée de très nombreux vairons (*Phoxinus phoxinus*), de petites lamproies d'eau douce (*Lampetra planeri*) et de chabots (*Cottus gobio*). A cette faune, nous avons ajouté, par bief 25 gardons (*Rutilus rutilus*) ou rotengles (*Scardinius erythrophthalmus*), 25 goujons (*Gobio gobio*), 25 petites carpes communes (*Cyprinus carpio*) et 25 petites tanches (*Tinca tinca*). Il nous a été impossible de nous procurer des barbeaux (*Barbus barbus*) et il ne pouvait être question d'ajouter des chevesnes (*Leuciscus cephalus*), perches (*Perca fluviatilis*) et brochets (*Esox lucius*), tous représentés dans la faune piscicole du Canal de Bourgogne, ces voraces auraient pu, en effet, détruire une partie de l'apport.

Cet empoisonnement fut effectué à l'automne 1960, afin de permettre une bonne acclimatation avant les essais. Durant la fin de l'automne et l'hiver, on constata une mortalité très faible et sensiblement égale dans les deux lots.

Tout semblant s'être bien passé et les derniers préparatifs étant terminés, le 17 mars 1961, à 10 h 30 l'expérience débute. Après quelques tâtonnements, la concentration de la solution est ajustée de telle sorte que le taux de cuivre au point de prélèvement fixé est de 0,19 ppm, à 14 h 30. On note qu'à 17 h il est arrivé à 0,22 ppm. Une effilure permettant un débit plus faible fut préparée et, par la suite, la teneur révélée par les dosages fut toujours assez proche de 0,20 ppm, teneur fixée pour l'essai.

La mortalité débute le 20 par quelques chabots et lamproies. Le 22, le nombre des cadavres relevés est plus important. Le 23, on enregistre le décès de quelques vairons morts et, le 24 au matin, le nombre des vairons morts est très élevé. C'est l'époque du frai, les vairons ont leur « livrée de noces ». Une expérience effectuée à un tel moment sera sans doute moins valable. Le déversement est suspendu. Malgré cet arrêt, la mortalité continue quelques jours :

TABLEAU I
DECES

Dates	Traitement constaté	Lamproies	Chabots	Vairons	Goujons	Gardons	Carpes	Tanches
19/3	0,20	0	0	0	0	0	0	0
20	0,21	0	0	0	0	0	0	0
21	0,20	0	0	0	0	0	0	0
22	0,22	0	0	0	0	0	0	0
23	0,19	0	0	0	0	0	0	0
24	0,20	5	7	38	2	0	0	0
25	arrêt	15	0	205	1	0	0	0
27	arrêt	7	5	34	0	0	1	0
29	arrêt	4	6	5	0	0	0	0
Totaux Moyenne	0,20	31	18	282	3	0	1	0

Les essais sont repris le 15 mai. Le taux de traitement est fixé, au début tout au moins, à 0,10 ppm. En raison des variations de débit du ru, les premiers jours, la teneur oscille entre 0,05 et 0,12. A partir du 18 elle se stabilise, puis varie à nouveau. Le 19, on observe dans le bief aval 3 tanches et 2 carpes qui

circulent et viennent sur le bord, adoptant un comportement analogue à celui des périodes de frai, ce qui ne peut être le cas, ces poissons étant loin d'être adultes. Hormis de très nombreux vairons, ce seront les seuls poissons observés vivants dans ce bief. Après quelques décès, la mortalité cesse au début du mois de juin, ainsi que le montre le tableau 2.

TABLEAU II
DECES

Dates	Traitement constaté	Lamproies	Chabots	Vairons	Gardons	Goujons	Carpes	Tanches	Divers
20/5	0,11	0	non	0	0	0	0	0	0
22	0,10	5	comptés	5	0	0	0	0	0
24	0,09	7	trop	4	1	0	0	0	0
26	0,05	0	d'indi-	0	1	0	0	0	0
28	0,11	0	vidus	8	1	0	0	0	0
30	0,09	0	de très	0	0	0	0	0	0
31	0,08	0	petite	0	0	0	0	0	0
1/6	0,10	1	taille	9	0	0	0	0	0
3	0,12	0		0	0	0	0	0	0
5	0,09	0		0	0	0	0	0	0
6	0,11	0		0	0	0	0	0	0
Totaux	0,10	13	>	26	3	0	0	0	0
Moyenne									

Tout se passe comme si les individus faibles (sans doute mal rétablis après la première expérience) crevaient rapidement et que les autres fussent insensibles à une faible teneur. Le taux de traitement est porté à 0,13; puis à 0,20 (Tableau 3).

TABLEAU III
DECES

Dates	Traitement constaté	Lamproies	Chabots	Vairons	Goujons	Gardons	Carpes	Tanches	Divers
9/6	0,13	0	1	15	0	0	0	0	0
10	0,12	0	2	3	0	0	0	0	0
12	0,12	0	1	0	0	0	0	0	0
14	0,12	0	1	0	0	0	1	0	0
16	0,12	0	0	0	0	1	0	0	0
17	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0,17	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0,19	0	3	2	0	0	0	0	0
27	0,21	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0,20	1	2	0	0	0	0	0	0
1/7	0,20	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0,19	0	4	0	0	0	0	0	0
5	0,21	1	1	1	0	0	0	0	0
Totaux		2	15	21	0	1	1	0	0

Le travail au Laboratoire ne permettant plus d'assurer un contrôle régulier des expériences, celles-ci sont suspendues. Elles reprennent le 11 août, d'abord au taux de 0,27, puis 0,30 ppm. On enregistre du 11 au 24 août, la mort de 2 chabots et 33 vairons.

L'expérience ne semble pas apporter de faits nouveaux. En particulier, chez les carpes, tanches, gardons, goujons, la mortalité a été infime. Peut-on, pour autant, en déduire que ces poissons ont résisté ? On le pourrait, si on en voyait circuler. Or, malgré de nombreuses investigations dans le lit, on ne voit aucun représentant de ces quatre espèces dans le bief aval. Dans le bief amont, on en aperçoit, un ou deux de-ci, de-là. Ont-ils disparu, mangés par des prédateurs ou braconnés ? Il faut procéder à un inventaire. Pour cela, nous demandons à la Station de Recherches Piscicoles des Eaux et Forêts, Avenue de Saint-Mandé à Paris d'effectuer cet inventaire au moyen de la pêche électrique. Cette opération a eu lieu le 28 septembre 1961 ; elle a donné les résultats suivants (Tableau 4).

TABLEAU IV

POISSONS	BIEF AVAL			Nombre initial de poissons	BIEF AMONT		
	1 ^o pêche	2 ^o pêche	Total		1 ^o pêche	2 ^o pêche	Total
Carpes	0	0	0	25	19	1	20
Tanches	0	0	0	25	20	4	24
Gardons	0	0	0	25	2	3	5
Goujons	0	0	0	25	13	8	21
Chabots	9	3	12		37	0	37
Loches	1	0	1		8	0	8
Epinoches	5	0	5		4	0	4
Lamproies	1	0	1		8	0	8

Le nombre de vairons n'a pas été enregistré : peu subsistaient encore dans le bief aval, alors que le bief amont en contenait plusieurs centaines.

Sauf les gardons, les poissons que nous avons apportés ont bien résisté dans le bief amont et ont disparu du bief aval. On a vu 2 carpes et 3 tanches le 19 mai. Les cadavres des 2 carpes ont été retrouvés, pas ceux des tanches. Aucun affouillement n'a été constaté sous les grillages. Il est impossible de dire pour quelle raison ces poissons ont disparu.

Après la pêche du bief amont, nous étions en possession de carpes, tanches, goujons et gardons acclimatés. Nous avons fait un tri pour éliminer certains individus qui paraissaient en moins bonne santé et avons, immédiatement, réempoissonné le bief aval avec 15 carpes, 15 tanches, 19 goujons et 3 gardons.

Le déversement est repris le mardi 4 octobre. Le taux oscille entre 0,20 et 0,23 ppm et sera, en moyenne, très légèrement supérieur à 0,20 (Tableau 5).

TABLEAU V
DECES

Dates	Traitement constaté	Goujons	Gardons	Carpes	Tanches
4/10	0,20	0	0	0	0
5	0,22	0	0	0	0
6	0,20	0	0	0	0
7	0,23	0	0	0	0
8	0,20	0	0	0	0
9	0,23	4	0	9	11
10	0,21	1	1	1	2
Totaux					
Moyenne	0,213	5	1	10	13

A ce total, il convient d'ajouter 1 goujon et 3 carpes capturés le 10, alors qu'ils étaient assez mal en point. Placés dans l'eau courante du laboratoire, ils ont eu des sorts différents : le goujon et une carpe sont morts, les deux autres carpes se sont rétablies.

Le déversement a été arrêté le 10 à 15 heures. Contrairement à ce qui s'était passé pour les vairons et autres petits poissons, la mortalité n'a pas continué : les deux carpes restantes, un peu moins atteintes et qu'il avait été impossible de capturer, avaient, dès le lendemain repris leurs ébats, et circulaient encore plusieurs jours après, aussi vives que celles sauvées au Laboratoire et qu'on leur avait données comme compagnes.

Il n'a pas été tenu compte des espèces autochtones dans cette dernière partie de l'expérience, les résultats obtenus au début étant assez nets.

En conclusion, nous dirons que, parmi les poissons il en va comme chez les humains : il est des sujets plus sensibles que d'autres et certains vairons et chabots résistent à un traitement de 0,30 ppm de cuivre alors que d'autres meurent dès 0,20 ppm. Cependant, eu égard au petit nombre de survivants, nous dirons que les vairons, dans leur grande majorité, sont tués par un traitement de 0,20 ppm appliqué pendant une semaine. Pour les carpes et les tanches, on peut affirmer que, chez les sujets jeunes, un traitement de 0,20 ppm poursuivi 6 jours, en tuera au moins 75 % et que, vraisemblablement, le même traitement, appliqué pendant 10 à 12 jours tuerait tous les sujets jeunes.

Il en va sans doute de même pour les goujons et les gardons : ces poissons sont beaucoup plus petits et leurs cadavres peuvent très facilement être dérochés à la vue dans un petit ruisseau où la végétation (cresson, renoncules d'eau etc.) est abondante.

Il nous faut signaler quelques faits annexes ; nous avons constaté une très forte mortalité chez les escargots terrestres (*Helix pomata*) qui vivaient sur les touffes de cresson, bien que ces gastéropodes n'aient été qu'en contact fortuit avec l'eau traitée. Cette mortalité correspond bien avec le fait remarqué par les vigneron : le traitement des vignes au sulfate de cuivre a causé des hécatombes chez les escargots. Leur sang passe pour être riche en cuivre.

Les larves d'éphémères (*Ephemera vulgata*) sont mortes très rapidement et leurs cadavres jonchaient le lit, alors que celles de divers phryganidés non

seulement n'en paraissaient pas incommodées, mais se repaissaient goulûment des cadavres de poissons gorgés de cuivre.

Nous tenons à remercier M. VIVIER, Conservateur des Eaux et Forêts, alors Directeur de la Station Centrale d'Hydrobiologie, de l'aide qu'il nous a apportée pour l'inventaire par la pêche électrique et M. ROGGER, technicien, à l'adresse duquel nous devons la réussite de cette opération.
