

### PRÉSENCE DES PESTICIDES DANS L'EAU

Le terme de pesticides est un terme générique qui regroupe les pesticides, les herbicides, les fongicides, les rodenticides, les algicides... dont l'ensemble représente près de 900 produits répertoriés en France, dont seuls 269 étaient recherchés en 2003, dans le cadre des contrôles sanitaires. Le rapport de l'Institut Français de l'Environnement (IFEN) publié en 2004, révèle qu'en 2002, 75 % des points contrôlés en rivière, et 57 % des analyses des nappes souterraines, présentaient au moins un pesticide. 39 % des prises d'eau en rivière présentaient des niveaux de pesticides rendant nécessaire un traitement, et 21 % en eau souterraine. 5 % de la population a été alimenté au robinet, en 2001, par une eau ayant dépassé au moins une fois la limite légale de 0,1 microgramme de pesticides par litre. Ces données sont quasiment identiques d'une année sur l'autre.

### EFFETS ET NUISANCES

L'effet de chaque pesticide est hautement spécifique et il est impossible de détailler ici les conséquences d'une intoxication par l'un ou l'autre d'entre eux. En outre, si les études épidémiologiques menées ont mis à jour des effets induits par l'ingestion de fortes doses, il est nettement plus délicat de tirer des conclusions quant à l'absorption de faibles quantités. Sur les bases de ces résultats, les normes concernant les concentrations maximales en pesticides dans les eaux destinées à la consommation humaine ont été établies en appliquant le principe de précaution.

On peut cependant établir une liste non exhaustive des effets que l'on peut attribuer aux pesticides : effets tératogènes, mutagènes, cancérigènes (estomac, foie, reins, prostate, thyroïde), atteintes du système nerveux central, troubles de la fertilité...

### RÉGLEMENTATION

La directive européenne 98/83/CE du 3 novembre 1998, et sa transposition en droit français, par le décret n° 2001-1220 du 20 décembre 2001, codifié en 2003 dans le code de la santé publique (voir Memotec n°12), fixent à 0,10 µg/l la limite de qualité pour chaque pesticide, avec une limite de 0,50 µg/l pour la concentration totale en pesticides. Il existe en plus une restriction pour un groupe de produits particuliers, pour lesquels la limite est de 0,03 µg/l. Il s'agit de l'heptachloroépoxyde, de l'aldrine, de la dieldrine et de l'heptachlore.

Les coûts générés par la recherche de pesticides dans les échantillons d'eau font que celle-ci est effectuée en prenant en compte les spécificités régionales de leur utilisation et ne concerne en général qu'une dizaine de produits. Parmi ceux qui sont recherchés le plus fréquemment, on peut citer la liste diffusée par l'OMS, qui donne des valeurs guides, reprise dans le tableau 1.

PESTICIDE	VALEUR GUIDE (µg/l)
alachlore	20
aldicarbe	10
aldrine/dieldrine	0,03
atrazine	2
bentazone	30
carbofurane	5
chlordane	0,2
chlorotoluron	30
DDT	2
1,2 dibromo-3-chloropropane	1
2,4 dibromo-3-chloropropane	30
1,2 dichloropropane	20
1,3 dichloropropane	données insuffisantes

PESTICIDE	VALEUR GUIDE (µg/l)
1,3 dichloropropène	20
dibromure d'éthylène	données insuffisantes
heptachlore	0,03
hexachlorobenzène	1
isoproturon	9
lindane	2
MCPA	2
méthoxychlore	20
métolachlore	10
molinate	6
pendiméthaline	20
pentachlorophénol	9

PESTICIDE	VALEUR GUIDE (µg/l)
perméthrine	20
propanil	20
pyridate	100
simazine	2
trifluralin	20
2,4DB	90
dichlorprop	100
fénoprop	9
MCPB	données insuffisantes
mécroprop	10
2,4,5-T	9

NB : les réglementations nationales sont toujours plus sévères que les valeurs guides de l'OMS.

Tableau 1

Les huit pesticides à l'origine du plus grand nombre de dépassements de la limite de qualité en France, sont : l'atrazine, l'atrazine-déséthyl, l'atrazine-déiisopropyl, le diuron, le métolachlore, la simazine, le terbuthylazine, et le terbuthylazine déséthyl.

### TECHNIQUES D'ELIMINATION ENVISAGEABLES

Trois procédés prévalent pour le traitement des eaux contenant des pesticides :

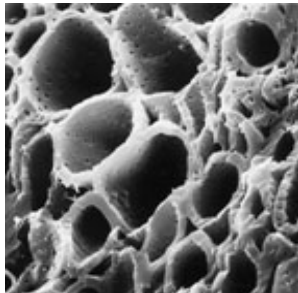
- l'oxydation par l'ozone ;
- l'adsorption mettant en œuvre du charbon actif en poudre ou en grains ;
- les procédés membranaires : microfiltration, ultrafiltration et nanofiltration.

### L'oxydation à l'ozone : un procédé coûteux qui génère des sous produits nocifs

L'ozone (voir Memotec n°29) est un oxydant puissant qui dégrade les molécules, avec cependant plus ou moins d'efficacité. Par exemple, il est totalement inefficace envers le lindane, à des doses compatibles avec des applications à grande échelle, et le taux maximal d'abattement atteint, pour l'élimination de l'atrazine, ne dépasse pas 60 %.

De plus, il faut prendre en compte les contraintes induites par la mise en œuvre d'une ozonation, à savoir la nécessité dans certains cas de mettre en place une filtration sur charbon actif en grains en aval afin de retenir d'une part, les sous produits d'oxydation nocifs, et d'autre part, les bromates (composés cancérigènes) qui peuvent se former si l'eau brute contient des bromures.

### L'adsorption : chaque procédé est spécifique à un type de pollution



Il existe deux procédés distincts d'adsorption par le charbon actif : l'un utilise le charbon actif en poudre (CAP), l'autre le charbon actif en grains (CAG). Tous les deux reposent sur l'accumulation, à la surface et à l'intérieur du charbon, des matières organiques contenues dans l'eau, par interactions chimiques et physiques. Chacun est utilisé dans des conditions bien spécifiques.

Le CAP est mis en œuvre par injection de barbotine (mélange eau-charbon en suspension). Cette injection s'effectue idéalement le plus en amont possible dans la filière de traitement afin d'obtenir le temps de contact le plus long possible. Il permet notamment de traiter des pollutions accidentelles.

Photo 1 - Photographie au microscope électronique d'un grain de charbon actif à base de noix de coco  
Source : PICA France

La concentration de la barbotine est un paramètre important, car l'apport d'alcalinité peut provoquer des précipitations du carbonate de calcium dans les conduites, si l'on ne prend pas la précaution de l'acidifier. Il faut aussi prendre en compte le taux de matières organiques contenues dans l'eau, matières qui peuvent entrer en compétition avec les pesticides et en limiter l'adsorption. Le choix doit donc se porter sur un CAP peu efficace vis à vis du COT. En outre, la filière de traitement doit comprendre une étape de décantation-filtration située après l'injection de charbon, de façon à retenir les particules de charbon. C'est pour cette raison que l'utilisation du CAP est particulièrement adaptée aux usines possédant une filière complète de clarification.

Le CAG est utilisé dans le cas de pollutions chroniques, mais pour des taux relativement faibles : afin de ne pas arriver trop rapidement à une saturation du média, les concentrations moyennes en pesticides doivent être inférieures à 0,3 µg/l. Il s'utilise en lits filtrants généralement placés en fin de chaîne de traitement, lits dans lesquels l'eau percole pendant dix à quinze minutes. Comme pour le CAP, il faut éviter que le CAG ne soit complètement saturé, ce qui nécessite une surveillance permanente de la concentration des pesticides en sortie du traitement. En général, on le remplace dès que cette concentration dépasse 0,1 µg/l. Dans la pratique, il est recommandé de remplacer le CAG tous les ans pour cette application spécifique. Le CAG utilisé est alors régénéré en usine via un traitement thermique qui lui permet de recouvrer ses propriétés adsorbantes.

### Les membranes : des procédés à large spectre

En ce qui concerne la nanofiltration, des études récentes ont montré que l'efficacité de la nanofiltration dépend non seulement de la structure des membranes, mais aussi de la matrice de l'eau : en effet, la matière organique que celle-ci contient (notamment les composés humiques) permet de former des complexes avec les pesticides à éliminer ; ces macro molécules sont alors plus facilement retenues par les membranes. Par contre, il semble que la présence d'ions  $Ca^{2+}$  ne favorise pas la formation de ces complexes. Comme cela a déjà été mentionné dans les Memotec n°s 1 et 7, la nanofiltration est surtout utilisée dans le cas d'eaux difficiles contenant d'autres paramètres à corriger (durété, nitrates, sulfates). De surcroît, elle permet l'élimination du CODB (Carbone Organique Dissous Biodégradable), ce qui limite la recroissance bactérienne dans les réseaux, ainsi que la demande en chlore.

Il est aussi possible de coupler un procédé membranaire avec du CAP : dans ce cas, on utilise des membranes de microfiltration ou d'ultrafiltration, une barbotine de CAP étant injectée en amont dans un bassin de contact agité, à des concentrations allant de 5 à 20 mg/l. Comme dans le cas de la nanofiltration, cette configuration permet d'obtenir de bons rendements en terme d'élimination des pesticides, mais est totalement inefficace pour adoucir l'eau et éliminer les nitrates. Par contre, l'exploitation de ce procédé est souple en terme d'adaptation des taux de traitement à mettre en œuvre par rapport aux concentrations en pesticides mesurés. De plus, il s'adapte parfaitement et rapidement aux variations des qualités de l'eau à traiter, comme par exemple pour les eaux karstiques nécessitant une clarification et une élimination des pesticides.

### CONCLUSION

L'élimination des pesticides représente un grand enjeu pour les distributeurs d'eau, étant donnée l'étendue du problème qui se pose à eux. La panoplie des techniques utilisables permet de bien adapter le traitement en fonction d'une part, de la nature de la pollution (accidentelle ou diffuse) et, d'autre part, des caractéristiques de l'eau à traiter.

Il ne faut cependant pas perdre de vue que le traitement des pesticides, même s'il est efficace, n'est pas la seule solution : la mise en œuvre de politiques de réduction de l'utilisation des pesticides permettra de limiter la dégradation, non seulement de la qualité de l'eau, mais aussi, et plus généralement, de l'environnement : la biodégradabilité lente de certains produits fait que l'on retrouve encore dans l'environnement des traces de DDT, pourtant interdit depuis 1972.