

## RESUME

Les AOX ( adsorbable organic halides ) sont des composés **organohalogénés** mesurés par adsorption sur charbon actif depuis les années 1980.

Leur mesure constitue un indicateur global de pollution qui recouvre de nombreux composés organiques iodés, **bromés**, et surtout chlorés. Ceci, ainsi que la **répétabilité** de la **méthode** de dosage, a conduit à retenir les AOX comme **paramètre** de **réglementation** des rejets des installations **classées** pour la protection de l'environnement, et comme **paramètre** de redevance.

Ces aspects ont été **détaillés** dans **l'étude**, qui s'est **également intéressée** aux diverses sources de production des AOX : production naturelle, désinfection de l'eau potable, nombreuses industries dont la principale est celle de la pâte à papier blanchie.

Le blanchiment de la pâte à papier utilise en effet du chlore et produit des AOX, qui sont en partie rejetés dans le milieu aquatique où leurs concentrations peuvent être relativement importantes. La teneur et la répartition des AOX dans différents compartiments du milieu ont été décrites.

Les effets sur l'environnement aquatique, toxiques et chroniques, ont été examinés, ainsi que les risques potentiels pour la santé que peuvent présenter certains composés dans l'eau de boisson.

Les diverses possibilités de limitation des rejets **d'AOX** par les usines de pâte à papier ont été considérées : modifications du procédé interne de fabrication, notamment en remplaçant le chlore par du bioxyde de chlore, et traitement des effluents.

Pour les usines d'eau potable, la production **d'AOX** peut être réduite en abandonnant la préchloration et en utilisant plutôt le bioxyde de chlore et l'ozone.

## MONOGRAPH ON ADSORBABLE ORGANIC HALIDES – AOX

### ABSTRACT

Since the eighties, AOX ( adsorbable organic halides ) are measured by adsorption on activated carbon.

Their measure represents a global indicator of pollution which **covers many** iodinated, brominated, and especially chlorinated organic compounds. This **fact** and **the** repetability of **the** analytical method, have made AOX a regulation index of polluting installations sewages, and a taxation parameter.

The present report **details these** aspects, and also the various origins of AOX : natural **generation**, drinking **water** disinfection, and wastewaters of **many industries...the** most important among **them** being pulp and **paper** industry.

Pulp bleaching requires chlorine and produces AOX, discharged for part in aquatic environment **where their** contents **may** be great. The concentrations and the repartition of AOX in **different areas** of the environment are described.

Toxic **effects** and chronic **damages** due to AOX are reviewed, just as **potential** risk for **health** which **can** be due to some of them present in drinking **water**.

**Several** possibilities of restriction of AOX discharges by pulp **mills** are described : process modifications, particularly changing **chlorine** by chlorine dioxide, and various wastewaters **treatments**.

The generation of AOX by drinking **water** plants **may** be reduced by leaving prechloration of raw **water** and using chlorine dioxide and ozone.

# SOMMAIRE

	Page
INTRODUCTION	
1. HISTORIQUE	2
2. AOX, UN INDICATEUR GLOBAL	2
3. METHODES DE DOSAGE	3
3.1. Méthode de dosage des AOX	3
<b>3.2. Autres méthodes de dosage de composés organohalogénés</b>	<b>5</b>
4. SECTEURS INDUSTRIELS SOURCES D'AOX	6
5. REGLEMENTATION DES REJETS	6
5.1. Réglementation française	6
5.1.1. Acceptation dans les décharges	6
5.1.2. Rejets dans les eaux par les installations <b>classées</b>	6
<b>5.2. Réglementation internationale</b>	<b>8</b>
6. REDEVANCE POUR POLLUTION	9
7. PRODUCTION D'AOX	10
7.1. Production naturelle	10
7.2. Pollution agricole	11
7.3. Pollution domestique	11
<b>7.4. Désinfection de l'eau</b>	<b>11</b>
7.4.1. Substances humiques	<b>12</b>
7.4.2. Réactions	<b>12</b>
7.4.3. Sous-produits de désinfection de l'eau	<b>12</b>
7.4.4. Influence du point de chloration et du taux de chloration	<b>74</b>
<b>7.4.5. Rôle du pH</b>	<b>15</b>
7.4.6. <b>Cas des eaux bromées –</b>	<b>15</b>
7.4.7. Concentrations extrêmes de <b>différents</b> composés dans l'eau de boisson	<b>75</b>
7.5. Usines de <b>pâte à papier</b>	<b>16</b>
7.5.1. Procédés de fabrication	<b>16</b>
<b>7.5.1.1. Réduction du bois en pâte</b>	<b>16</b>
7.5.1.2. Blanchiment	<b>16</b>
7.5.2. Traitement des effluents	<b>17</b>

752.1 Etangs <b>aérés</b>	17
7.5.2.2. Boues <b>activées</b>	18
7.5.2.3. Mécanismes d'élimination	18
7.5.2.4. Devenir des boues	19
7.5.3. <b>Propriétés</b> physiques et chimiques des <b>effluents</b>	20
7.5.4. Composition des effluents	20
7.5.5. Quantités <b>pénétrant</b> dans <b>l'environnement</b>	22
8. DEVENIR ET CONCENTRATIONS DANS L'ENVIRONNEMENT	23
8.1. Devenir et persistance des composés <b>organochlorés rejetés</b> par les usines de pâte blanchie	23
8.1.1. Adsorption	23
8.1.2. Effet de la <b>lumière</b> et de la <b>température</b>	23
8.1.3. Biodégradation	25
8.1.4. Biotransformation	25
8.1.5. Bioaccumulation	25
8.2. Concentrations et @partition dans l'environnement	26
8.2.1. Eau	26
8.2.2. Sol et sédiments	28
8.2.3. Tissus animaux	28
9. EFFET SUR L'ENVIRONNEMENT AQUATIQUE	28
9.1. <b>Toxicité</b> aiguë	28
9.2. <b>Effects</b> chroniques	30
9.2.1. Effets sur la reproduction et le cycle reproductif	30
9.2.2. Changements biochimiques et physiologiques	30
9.2.3. Morphologie	32
9.2.4. Pouvoir <b>mutagène</b>	32
9.2.4.1. Mutagénicité des effluents d'usines de pâte et de l'eau de boisson	32
9.2.4.2. Elimination des mutagènes issus de la <b>chloration</b>	34
9.2.4.3. MX	34
9.2.5. Pouvoir <b>cancérogène</b>	35
9.3. Autres effets	36
9.3.1. Modifications du comportement	36
9.3.2. Diversité des espèces	36
10. POSSIBILITES D'AMELIORATION	36
10.1. Usines de pâte à papier	36
10.1.1. <b>Mesures</b> relatives au traitement interne	36
10.1.1.1. Lavage	36
10.1.1.2. Dégénération	37
10.1.1.3. Chloration	37
10.1.1.4. Prétraitement à la xylanase	37
10.1.2. <b>Mesures</b> relatives au traitement externe	38
10.1.2.1. Traitements biologiques	38
10.1.2.2. Autres traitements	42

10.2. Production d'eau potable	44
10.2.1. <b>Traitement</b> primaire	44
10.2.2. Emploi de bioxyde de chlore	44
<b>10.2.3.</b> Ozonation	45
10.2.4. Nanofiltration	46
10.2.5. Influence du stockage, du pH et du <b>sulfite</b> de sodium en l'absence de chlore résiduel	46
10.2.6. <b>Déchloration</b>	46
CONCLUSION	48
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXES	

# CONCLUSION

Les AOX sont devenus un paramètre de redevance pour pollution des eaux en 1991. Or, ils semblent être remis en cause par les industriels concernés, qui considèrent à juste titre que ce n'est pas un indicateur direct de toxicité. Le débat de savoir s'il faut considérer une pollution par un indicateur global ou molécule par molécule a été relancé.

Mais les AOX ne sont pas forcément à envisager comme un paramètre de toxicité.

Ils constituent un paramètre actuel de contrôle réglementaire des rejets de certaines industries, ce qui permet de faire diminuer le niveau de la pollution engendrée; ils pourraient également être envisagés en tant que paramètre d'autosurveillance des process de fabrication, aussi bien pour les industries concernées que pour la production d'eau potable, à interpréter en terme d'évolution,

La prise en compte des AOX a permis à chaque fois de transformer et d'améliorer des filières d'eau potable et des filières de fabrication de pâte à papier :

- par abandon de la préchloration et remplacement par l'emploi de bioxyde de chlore ou d'ozone dans le cas de l'eau potable,
- par modifications du procédé interne de fabrication, notamment en employant du bioxyde de chlore plutôt que du chlore pour le blanchiment, ainsi que par traitement des effluents, dans le cas des usines de pâte à papier.

Des technologies "propres" devraient permettre la réduction de la teneur actuellement très variable des eaux superficielles en AOX, en essayant de se conformer à l'avis du CSHPF qui considère 50  $\mu\text{g d'AOX/l}$  comme niveau maximum souhaitable. Ceci éviterait les concentrations trop fortes en sortie de filière d'eau potable, même si la valeur guide de 1  $\mu\text{g d'AOX/l}$  dans les eaux de boisson semble inatteignable.