

MATIÈRE ORGANIQUE DANS L'EAU

La matière organique naturelle (MON) est principalement issue de la décomposition des végétaux, des animaux et des micro-organismes. Il est donc difficile d'en donner une description précise ou une composition moyenne. Elle participe à beaucoup de paramètres de qualité de l'eau : couleur, sous produits de désinfection, odeurs, saveurs...

Il est cependant possible de donner des valeurs moyennes de concentrations de MON rencontrées dans les eaux utilisées pour la production d'eau potable : pour une eau de surface, la concentration varie de 2 à 10 mg/l pour le COT, et de 2 à 20 mg/l pour la DBO₅. La valeur moyenne du COT pour une eau souterraine se situe en général entre 0,5 et 1 mg/l.

La matière organique est à l'origine de dégradations de la qualité de l'eau, ainsi :

- elle influence directement les propriétés organoleptiques de l'eau (odeur et goût) ;
- elle peut être la cause d'une certaine toxicité acquise au cours du traitement, via la métabolisation de certains composés, comme la formation de THM induite par une oxydation, plus particulièrement par une chloration ;
- elle influence directement la stabilité biologique de l'eau dans le réseau de distribution.

RÉGLEMENTATION

Le décret n°2001-1220 du 20 décembre 2001, codifié en 2003 dans le code de la santé publique (voir Memotec n°12), fixe la référence de qualité pour le COT à 2 mg/l, pour des unités de production desservant au moins 5 000 habitants. Pour des collectivités de moins de 5 000 habitants, la mesure de la matière organique est donnée par l'oxydabilité au KMnO₄ après 10 minutes en milieu acide.

CATÉGORIE	A1	A2	A3
Matières en suspension (mg/l)	25		
DBO ₅ à 20°C (mg O ₂ /l)	3	5	7
DCO (mg O ₂ /l)			30

Tableau 1

Dans ce cas la référence de qualité est de 5 mgO₂/l. La qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eau potable est également réglementée, et dans ce cadre, les limites de qualité sont indiquées dans le tableau 1 (pour ces paramètres, il est donné des valeurs guides et non des valeurs impératives).

DIFFÉRENTES MÉTHODES D'ANALYSE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE

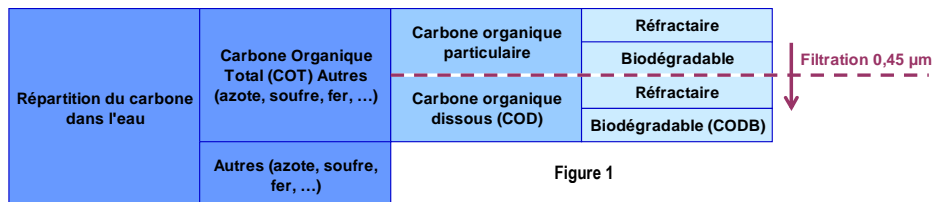


Figure 1

Les différentes analyses de la matière organique

L'oxydabilité au permanganate de potassium, KMnO₄ : cette analyse consiste en une oxydation chimique à chaud (100°C) en milieu acide pendant 10 min.

L'absorbance UV : cette méthode de mesure est très pratique, mais certains éléments minéraux représentent une source d'interférences ; en outre, les résultats peuvent dépendre de la nature de la matière organique analysée. Une densité optique de 1 pour des cuves de 1 cm équivaut à une valeur approximative de 30 à 45 mg O₂/l de l'oxydabilité au KMnO₄ en milieu acide.

Carbone organique total (COT) et dissous (COD) : pour une eau de surface, le COT est en général composé de 90% de carbone organique dissous (COD) et de 10% de CO particulaire. Le COD représente la matière organique restante après filtration sur des membranes de 0,45µm. Il existe une corrélation entre le COD et l'absorbance UV : UV (1 cm, 254 nm) / COD ≈ 0,03 à 0,04 pour des eaux de surface.

Carbone organique dissous biodégradable (CODB) : il est estimé à partir de la décroissance du COD après une longue période d'incubation (28 jours) en présence d'une suspension de bactéries (AFNOR T 90-318) ou d'une biomasse fixée (AFNOR T 90-319). Pour les eaux de surface, la valeur du CODB est en général au maximum de 30% du COD.

Les termes COR ou CODR sont réservés au carbone organique bio réfractaire dans les conditions du test : COR = COD – CODB.

Demande chimique en oxygène (DCO) : cette analyse est réalisée avec une oxydation de la matière organique par du dichromate de potassium en excès (Cr₂O₇) en milieu acide et chauffé.

Demande biochimique en oxygène (DBO₅) : cette analyse biochimique, menée sur 5 jours, mesure une dégradation partielle de la matière organique par des micro-organismes (voie biologique). Elle est exprimée en mg O₂/l.

DIFFÉRENTES TECHNIQUES D'ÉLIMINATION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE

La filière classique coagulation-floculation-décantation-filtration-désinfection : une filière à l'efficacité éprouvée

Les jar-test préalables permettent de déterminer la dose de coagulant à utiliser, cette dernière dépendant fortement de la nature de la matière organique présente. Cependant, les doses sont généralement voisines de 2 mg Fe/mg COT pour les sels de fer, et de

1 mg Al/mg COT pour les sels d'aluminium. Si les jar-test permettent d'atteindre des rendements de 75% sur l'élimination de la matière organique, les performances réelles sont plus proches de 60% pour les trois premières étapes.

La filtration servant essentiellement à l'élimination des matières particulaires résiduelles, son efficacité sur l'abattement du COT n'est que très modeste (quelques %). Par contre si les conditions requises à un développement d'un film biologique sur les grains de sable sont remplies, l'abattement peut être augmentée. Quant à la désinfection, le réactif chimique utilisé pour l'inactivation des micro-organismes peut aussi oxyder une fraction de la matière organique restante.

Le charbon actif en poudre ou en grains : des utilisations spécifiques

Utilisé sous forme de poudre (CAP), il permet de traiter, soit les pointes saisonnières de pollution, soit les pollutions accidentelles. L'efficacité du CAP dépend de la nature et de la concentration des micropolluants, du type de charbon utilisé (taille des pores) et de la dose de CAP injectée.

En ce qui concerne le charbon actif en grains (CAG), il est utilisé en filtration pour des traitements de finition, car il permet l'amélioration de nombreux paramètres liés à la MON : couleur, goût, odeurs, demande en désinfectant, potentiel de formation de THM... En outre, son utilisation en filtration biologique permet d'obtenir des rendements d'élimination du CODB pouvant aller jusqu'à 80 % à 18°C, mais ne dépassant pas 30 % à 8°C.

Les membranes : des utilisations différentes en fonction des seuils de coupure

La microfiltration et l'ultrafiltration sont généralement utilisées à la place d'une filière classique de clarification-filtration ; cependant, dans certains cas, il est nécessaire d'avoir recours à une coagulation préalable, pour certaines matières organiques trop petites pour être retenues ou de pores de membrane trop grands. Généralement, les rendements obtenus sont de l'ordre de 10 à 40 %, sauf si il est fait recours à une injection de CAP (voir Memotec n°31). Dans ce cas les rendements sont identiques à ceux obtenus dans les filières de clarification-filtration.

La nanofiltration peut permettre la correction d'un ou plusieurs paramètres, dont l'abattement de la matière organique (voir Memotec n°1). Les rendements d'élimination de la MON, sous forme de COD et CODB, sont de l'ordre de 95 % (même ordre de grandeur pour les précurseurs de THM).

L'oxydation par l'ozone, le dioxyde de chlore ou le chlore : des actions variées et quelques inconvénients

L'ozone peut être utilisé en pré ou inter-oxydation ; une fraction variable du COD est alors transformée en CODB, ce qui favorise ensuite la dégradation biologique de cette matière organique, et diminue ainsi les problèmes de reviviscence bactérienne dans le réseau. Pour plus de détails se reporter au Memotec n°29.

Le principal avantage du dioxyde de chlore est qu'il ne produit pas (ou peu) de THM. Cependant, il est assez rarement utilisé en pré-oxydation pour la réduction de la matière organique. En outre, en fonction de son mode de production, il peut être à l'origine de la formation de chlorite, dont la concentration ne doit pas dépasser 0,2 mg/l selon le décret n°2001-1220.

Le chlore est de moins en moins utilisé en préchloration du fait de sa réactivité importante avec les précurseurs de THM, et notamment, les substances humiques.

Le tableau 2 donne un comparatif de l'action des différents oxydants sur la MO, et des effets indésirables qu'ils produisent.

OXYDANT	CHLORE	DIOXYDE DE CHLORE	OZONE	PERMANGANATE DE POTASSIUM
ACTION	Variable	Faible	Excellente	Nulle
EFFET INDÉSIRABLE	Formation de THM, produits halogénés, goût	Formation de chlorite et de chlorate	Formation possible de bromate	

Tableau 2

CONCLUSION

La réduction de la concentration de la matière organique est essentielle pour la production d'eau destinée à la consommation humaine, car elle est à l'origine des qualités organoleptiques de l'eau distribuée (couleur, goût, odeur) d'une part, et de sa possible toxicité d'autre part (présence de THM).

Dans ce cadre, les traitements à appliquer sont choisis en fonction de la nature et des concentrations de la matière organique présente dans les eaux : par exemple, la présence continue de pesticides induit généralement l'utilisation d'une filtration sur CAG.

Cependant, il n'existe pas de procédé miracle permettant d'éliminer toute la matière organique à lui seul, et il faut alors considérer l'ensemble d'une filière de production d'eau potable comme un processus assurant l'élimination progressive de la quasi-totalité de la matière organique présente initialement dans l'eau brute. Ainsi, à partir d'une eau de surface, et avec l'objectif d'obtenir un CODB inférieur à 0,2 mg/l pour ne pas favoriser la reviviscence bactérienne dans les réseaux, et donc limiter la demande en chlore, la figure 2 illustre la filière classique la plus efficace, mettant en jeu un système multibarrières.

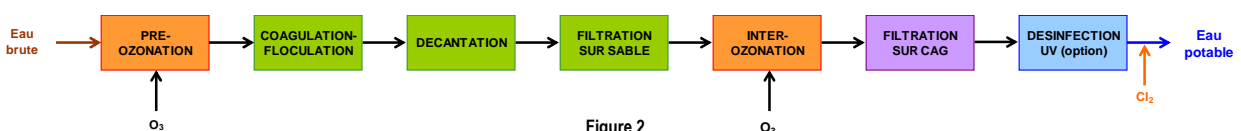


Figure 2