

Les réactifs oxydants les plus couramment mis en œuvre dans le traitement et l'épuration des eaux sont les halogènes et particulièrement le chlore et ses dérivés, l'ozone et le permanganate de potassium.

Parmi ces quatre oxydants, le chlore a constitué pendant très longtemps l'oxydant universel. Son usage courant dans de nombreuses chaînes de production d'eaux potables est d'utiliser le chlore à différents niveaux du système et notamment :

- Pour l'oxydation de la micropollution organique ou minérale.
- Pour son rôle désinfectant qui est en fait sa fonction primordiale.
- Pour son effet bactériostatique dans le réseau de distribution, effet assuré par le maintien d'un résiduel de désinfectant.

L'universelle utilisation de ce réactif a connu une ombre en 1974, lorsque certains chercheurs (Rook, 1974 ; Bellar et Lichtenberg, 1974) ont établi que la chloration engendrait de faibles doses d'haloformes et de trihalométhanes par réaction du chlore sur des matières organiques principalement naturelles. L'inquiétude portait particulièrement sur le chloroforme soupçonné d'être cancérigène.

La suite des recherches a mis rapidement en évidence que la chloration conduit à la formation d'autres sous-produits de désinfection et que certains d'entre eux pouvaient être mutagènes.

L'inquiétude grandissante sur la chloration a conduit à rechercher un traitement de substitution. De ce fait, sans condamner le chlore qui conserve des propriétés désinfectantes intéressantes à cause de son pouvoir rémanent, il est certain que les autres oxydants connaissent un regain d'intérêt depuis quelques années (Doré, 1989). Parmi ces derniers, l'ozone est un excellent oxydant qui permet de désinfecter l'eau, d'oxyder le fer et le manganèse, d'améliorer les qualités organoleptiques de l'eau et d'oxyder la matière organique (N'diongue et al, 1990). Mais ce procédé est relativement coûteux (10 à 14 fois plus cher que le chlore), son pouvoir rémanent est faible et donne naissance aux bromates en présence des bromures dans l'eau présentant ainsi des risques de toxicité à long terme (Fielding, 1996).

En ce qui concerne le bioxyde de chlore, son pouvoir de désinfection est nettement supérieur à celui du chlore, son utilisation n'entraîne pas la formation de substances organohalogénés, mais les chlorates et les chlorites formés dans certaines conditions sont responsables, en raison de leur toxicité potentielle, d'une certaine restriction dans son utilisation. Enfin, le permanganate de potassium est utilisé généralement pour éviter la croissance des algues et pour oxyder le fer et le manganèse en solution dans l'eau. Son action vis-à-vis du fer et du manganèse est plus efficace que celle du chlore.

Parmi les composés organiques susceptibles de réagir avec les réactifs oxydants, les composés organiques simples et en particulier les composés aromatiques à substituant hydroxyles tels

que le phénol et le résorcinol, ont fait l'objet de nombreuses études au laboratoire (Merlet et al, 1982 ; De Laat et al, 1982 ; Merlet, 1986 ; Doré, 1989), tant en ce qui concerne l'aspect fondamental (cinétique, mécanismes), qu'en ce qui concerne l'incidence des réactions sur les autres étapes de traitement et inversement. On trouvera aussi les composés organiques azotés, parmi lesquels, nous pouvons considérer deux types de molécules fréquemment rencontrées dans les eaux naturelles puisqu'elles représentent des constituants des cellules vivantes. Ce sont d'une part des acides aminés et d'autre part les bases puriques et pyrimidiques impliqués dans la structure de l'ADN et l'ARN. Il faut souligner que depuis ces dernières années, la mesure des composés azotés dans les filières de traitement d'eau potable revêt un nouvel intérêt (Le Cloirec et al, 1983 ; Gillian et al, 1988 ; Dossier-Berne et al, 1996 ; Drabik et al, 2001; Shang et al, 2000 ; Shang et Blatchley, 2001).

L'étude de leur réactivité vis-à-vis des oxydants peut donc contribuer à mieux comprendre l'action des oxydants sur les microorganismes (bactéries, virus,...) lors de la désinfection.

En effet, leur présence à la sortie des stations de traitement peut constituer un potentiel élevé en réviviscence bactérienne du fait de leur aptitude à la biodégradation, de même qu'ils peuvent représenter une source de production de sous-produits organiques mutagènes par réaction avec certains oxydants tel que le chlore.

Quand aux substances humiques aquatiques, elles sont considérées comme une partie importante de la matière organique des eaux de surface, les chercheurs se sont attachés, plus récemment à étudier le comportement de ces composés vis-à-vis des réactifs et des procédés de traitement. En effet, les substances humiques constituent la partie la plus importante des macromolécules dissoutes dans les eaux. Elles peuvent représenter en moyenne 30 à 50% du carbone organique dissous et parfois 90% dans certaines eaux très colorées (Croué, 1987 ; Legube et al, 1990 ; Lefebvre, 1995). La principale difficulté dans l'étude de l'oxydation de ces composés est que leur structure est encore très mal connue. Toutefois, leur partie aromatique plus ou moins importante, selon les auteurs peut permettre d'envisager que les substances humiques se comporteront vis-à-vis des oxydants d'une façon similaire à celle observée avec des composés aromatiques simples dont les réactions sont mieux connues (Croué, 1987).

L'objectif général de notre travail est d'apporter une contribution à la connaissance de la réactivité de deux oxydants puissants, le chlore et le permanganate de potassium vis-à-vis d'une gamme assez variée de structures organiques simples et complexes dissoutes dans des milieux de minéralisation variable. Divers paramètres réactionnels pourront être observés (pH, temps de réaction de l'oxydant, taux d'oxydant à introduire).

L'application d'un couplage chlore / permanganate de potassium sur les composés organiques testés sera également examiné.

Pour atteindre cet objectif, cinq chapitres sont présentés au cours de ce travail et ayant pour objectif global la possibilité d'évaluer l'incidence de la minéralisation des eaux sur la réactivité du chlore et du permanganate de potassium vis-à-vis de différentes classes de composés organiques testées sous des conditions expérimentales bien contrôlées.

Le premier chapitre a pour but de faire le point sur l'état des connaissances en matière oxydante et désinfectante des eaux par le chlore. Notre étude bibliographique des travaux qui ont été effectués sur la chloration s'intéressera aux propriétés physico-chimiques du chlore, à la réactivité du chlore vis-à-vis de la matière organique et minérale et cela après un recensement des substances organiques couramment présentes dans les eaux à potabiliser et ayant une réactivité importante vis-à-vis de la chloration. Nous décrirons également la pratique de la chloration, procédé largement utilisé à travers le monde et en particulier en Algérie. Nous nous intéresserons enfin à la formation de sous produits organiques de la chloration des eaux et en particulier à la formation de dérivés organohalogénés.

Le second chapitre est une étude expérimentale ayant pour objectif de déterminer et de comparer les potentiels de consommation en chlore vis-à-vis de composés aromatiques simples. Nous nous intéressons plus particulièrement à l'effet de la minéralisation totale des eaux sur la réaction chlore/ composés aromatiques substitués. Pour mener à bien notre étude, les essais expérimentaux ont été conduits sur des solutions synthétiques de phénol et de résorcinol dissous dans l'eau distillée puis dans des eaux souterraines minéralisées. Quelques essais ont été également réalisés en considérant un autre composé aromatique substitué non phénolique, l'aniline. Les essais de chloration de ce chapitre sont réalisés sous des conditions contrôlées (taux de chloration, temps de contact et pH). L'étude est poursuivie par l'examen de l'effet de quelques éléments minéraux (azote ammoniacal, bromures, chlorures et sulfates) ayant une influence sur la réactivité du chlore/matière organique.

Le troisième chapitre a pour objectif d'apporter une contribution à la connaissance de l'effet de la minéralisation sur la chloration des composés azotés. Dans un premier temps, nous allons observer l'évolution de cette réactivité en fonction de différents paramètres réactionnels (taux de chloration, temps de contact et pH) en considérant diverses structures d'acides aminés dissous en eau distillée et en eaux minéralisées. La réaction du chlore avec les acides aminés tels que l'alanine, la phénylalanine et la tyrosine sera mise en évidence par le suivi de la consommation en chlore total et celui de la formation des chloramines.

Dans un deuxième temps, notre étude est abordée sous l'angle de la détermination de la réactivité du chlore vis-à-vis des bases puriques et pyrimidiques tels que la cytosine, l'uracile et la guanine, aussi bien en eau distillée qu'en eaux minéralisées, en tenant compte des mêmes paramètres réactionnels que pour les acides aminés. La réactivité des bases puriques et pyrimidiques vis-à-vis du chlore est appréhendée également par le suivi de l'aromaticité des structures étudiées ainsi que par l'observation de l'influence de la présence de certains éléments minéraux spécifiques tels que l'azote ammoniacal, bromures, chlorures et sulfates.

Le quatrième chapitre s'intéresse à la chloration des substances humiques, il a le même objectif que les chapitres cités préalablement et sous l'influence des mêmes conditions expérimentales. Ce chapitre présente ainsi l'effet de la présence des éléments minéraux inhibiteurs de la réaction de chloration (chlorures et sulfates). Il en est de même pour l'incidence de la présence des sels métalliques (fer, manganèse et aluminium) sur la réaction chlore/substances humiques.

La suite de ce chapitre sera consacrée à l'étude de l'application du procédé de chloration à différentes eaux de surface algériennes de caractéristiques physico-chimiques variables. Nous nous intéresserons également à la corrélation qui pourrait exister entre la charge organique, notamment de type humique, la composante minérale et les consommations en chlore par ces eaux.

Le dernier chapitre est consacré à l'étude de la réactivité du permanganate de potassium vis-à-vis de la matière organique dans des milieux de minéralisations variable, suivi par une combinaison chlore/permanganate de potassium.

Nous présenterons ainsi une brève étude bibliographique relative au permanganate de potassium, à son utilisation en traitement des eaux et à sa réactivité vis-à-vis des grandes classes de composés organiques.

L'étude expérimentale portera sur les mêmes composés organiques que ceux examinés dans les chapitres relatifs à la chloration. Elle a pour objectif d'observer l'incidence de l'utilisation du permanganate de potassium sur la réactivité de la matière organique simple et complexe.

Cette partie expérimentale est consacrée aux essais d'oxydation par le permanganate seul puis combiné au chlore. Différents paramètres réactionnels seront variés ou contrôlés au cours de ces essais (taux d'oxydant, pH, temps de contact et minéralisation du milieu).

Enfin, une application du procédé d'oxydation par le permanganate de potassium seul puis couplé au chlore sur des eaux de surface algériennes sera étudiée.