

Traitements Avancés pour une Eau Potable de Meilleure Qualité

Dris Mohammed El-Amine⁽¹⁾, Baahmed Djelloul⁽¹⁾ et Hallouche Bachir⁽¹⁾

⁽¹⁾ *Laboratoire de Génie Civil et Environnement (L.G.C.E)*

Département de Génie Civil

Faculté de Technologie

Université Djillali Liabès de Sidi Bel-Abbès – B.P. 89, Fg Ben M'Hidi – 22000 Sidi Bel-Abbès

drisamine@yahoo.fr – baahmed78@yahoo.fr – hallouche_udl@yahoo.fr

Résumé— Le présent article qui est une synthèse d'une étude réalisée par Malleval J. et Duguet J.-P. du Laboratoire Central de la Lyonnaise des Eaux (France), prend en compte, non seulement la résolution des problèmes posés par l'application des normes comme les paramètres microbiologiques, les nitrates, les pesticides, les goûts et odeurs, mais aussi les effets secondaires de chacun des procédés utilisés, comme la formation de sous-produits d'oxydation et de désinfection, les résiduels de réactifs, etc.

L'étude technico-économique des différentes solutions est présentée en considérant, d'une part l'optimisation des chaînes de traitement actuelles (clarification, oxydation, adsorption sur charbon actif, désinfection) et, d'autre part, le recours à des techniques récentes comme le couplage d'oxydants (ozone/eau oxygénée).

Mots-Clés— Traitements, Eau potable, Paramètres microbiologiques, Qualité.

I. INTRODUCTION

DANS le monde entier, le métier de distributeur d'eau subit de rapides changements dus, pour une part à la stratégie des professionnels de l'eau, de l'autre à l'influence de forces exogènes telles que : le resserrement des normes de qualité accompagné d'une exigence sans cesse accrue des consommateurs, les progrès dans les différents domaines technologiques (électronique, biotechnologie, ...), la réduction quantitative et qualitative des ressources d'eau, la pression économique, etc.

Aussi, depuis une quarantaine d'années de nombreuses directives de par le monde ont contribué à améliorer de façon très sensible la gestion et la qualité de l'eau. Leurs objectifs étaient autant la santé des habitants que la protection des milieux naturels, en même temps qu'une meilleure économie et une préservation des ressources en eau nécessaires au développement.

Il est vrai que le bilan des actions entreprises est très positif. Il reste cependant encore beaucoup à faire. De nombreux problèmes ont déjà reçu des solutions plus ou moins partielles et des expériences précieuses existent ici et là mais restent quand même insuffisantes.

II. PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES

Il s'agit plutôt d'un problème de fiabilité dans la mesure où

le non-respect des normes n'est, en général, pas permanent, mais tout à fait épisodique. La solution comporte plusieurs composantes qu'il est nécessaire de prendre en compte. La première consiste bien entendu à augmenter la fiabilité des procédés de traitement. Les différentes recherches menées ces dernières années sur la désinfection, aussi bien par l'ozone que par les dérivés du chlore (cinétiques de réaction, effets de compétition, traçage hydraulique des réacteurs) montrent la nécessité de modifier les recommandations actuelles : maintenir un résiduel de désinfectant pendant x minutes n'est plus une consigne suffisante, il faut en arriver à la notion de CT où C correspond à la concentration en désinfectant et T au temps de séjour hydraulique réel et non plus à un temps de séjour moyen ne tenant pas compte de l'existence de zones mortes et de passages préférentiels.

Une bonne fiabilité des traitements de désinfection exige également une parfaite élimination des particules en suspension, d'une part parce que le moyen le plus efficace d'éliminer certains microorganismes pathogènes du type Giardia Lamblia est encore la filtration, d'autre part parce que de nombreux germes se fixent sur ces particules en suspension qui inhibent ainsi l'action d'inactivation des désinfectants.

Mais assurer une parfaite qualité microbiologique des eaux à la sortie des usines de production n'est pas suffisant, encore faut-il le faire au robinet du consommateur. Pour cela, il faut bien sûr disposer d'un réseau bien conçu et en bon état :

- Maillage pour éviter des temps de séjour trop longs ;
- Choix de la nature des canalisations pour diminuer les problèmes de corrosion et la formation de biofilms ;

Ces conditions seront toutefois insuffisantes si le traitement de l'eau en amont est incomplet (eau incrustante ou agressive, présence de particules en suspension, présence de carbone).

Une partie de la solution réside dans le maintien d'un résiduel de désinfectant dans le réseau de distribution. Cette voie ne sera toutefois réellement fiable que si l'on a une bonne connaissance de l'hydraulique du réseau et des cinétiques de consommation de désinfectant et si l'on mesure de façon quasi permanente les concentrations en résiduels.

Les développements récents de la cartographie

informatisée vont augmenter de façon considérable la fiabilité d'une telle solution.

III. LES NITRATES

Il va sans dire que la lutte contre les nitrates devrait commencer au niveau même de la source de pollution. Au niveau des usines d'eau potable, deux procédés de traitements sont envisageables :

- La dénitratisation, au moyen de résines échangeuses d'ions qui est le procédé physicochimique le plus répandu ;
- La dénitrification biologique, qui transforme l'ion nitrate en azote gazeux.

Ces procédés biologiques sont nécessairement suivis d'une filtration sur charbon et d'une désinfection.

Il faut aussi mentionner les techniques de séparation par membranes comme la nanofiltration et l'osmose inverse. Ce sont néanmoins des procédés qui ne sont pas encore généralisables à cause de leurs coûts très élevés.

IV. LES PESTICIDES

Le cas des résidus de pesticide est plus complexe. La diversité des produits utilisés est très vaste. Parmi les produits qu'il est possible d'analyser, seules l'atrazine et la simazine (famille des triazines) posent problème.

Des recherches récentes ont montré que le couplage peroxyde d'hydrogène/ozone est particulièrement efficace alors que l'ozone seul ne l'est que très peu.

Dans les techniques récemment développées ou en cours de développement, on peut encore citer le couplage charbon actif en poudre/membranes d'ultrafiltration, unité intégrée qui se révèle particulièrement efficace pour éliminer les particules en suspension, les microorganismes, ainsi que les polluants traces du type pesticides, solvants chlorés et molécules responsables de goûts et odeurs.

V. LES GOUTS ET ODEURS

Il s'agit du problème de qualité le plus complexe à comprendre et à maîtriser.

Les goûts et odeurs peuvent être générés à trois niveaux : la ressource, la chaîne de production et le réseau de distribution. Au niveau de la ressource, les solutions sont faciles à énumérer, mais beaucoup plus difficiles à mettre en œuvre car elles ne dépendent bien souvent pas que de la responsabilité du distributeur d'eau. On peut citer à titre d'exemple les problèmes d'eutrophisation et de pollution accidentelle. Au niveau de l'usine de production, le procédé le plus efficace pour diminuer au maximum la probabilité d'apparition des goûts et odeurs est sans aucun doute le couplage oxydant (ozone seul ou en combinaison avec l'eau oxygénée) adsorbant (charbon actif en grain). Au niveau du

réseau de distribution, les solutions sont du même type que celles préconisées pour les paramètres microbiologiques.

VI. DONNEES ECONOMIQUES

Les coûts d'investissement et de fonctionnement ne peuvent être donnés de façon précise qu'en prenant en considération des sites déterminés. Ils sont en effet très dépendants du type de ressource, eau souterraine ou eau de surface, de la nature du traitement existant, de la taille de l'usine, de la juxtaposition des problèmes à résoudre. A titre d'exemple, sont indiquées dans les tableaux ci-dessous des fourchettes de coût calculées sur la base d'une usine de 300 m³/h.

Tab. 1 : Fourchettes de coûts d'investissement et de fonctionnement pour différentes solutions :

- (a) *Charbon actif en poudre*
- (b) *Couplage Ozone-Charbon actif*
- (c) *Echange d'ions ou réacteur biologique*

(a)

OBJECTIF : pesticides, goûts et odeurs à de faibles concentrations			
SOLUTION : CHARBON ACTIF EN POUDRE			
Coûts (F/m ³)	Investissement	Exploitation	Total
Pour une dose de 30 à 50 g/m ³	0.02	0.18 à 0.30	0.20 à 0.32

(b)

OBJECTIF : pesticides, goûts et odeurs, carbone assimilable par microorganismes, paramètres microbiologiques			
SOLUTION : COUPLAGE OZONE-CHARBON ACTIF			
Coûts (F/m ³)	Investissement	Exploitation	Total
Carbone assimilable	0.55 à 1.10	0.15	0.70 à 1.25
Goûts et odeurs			
Microorganismes			
Supplément pour pesticides	0.01	0.13	0.14

(c)

OBJECTIF : Nitrates			
SOLUTION : ECHANGE D'IONS OU REACTEUR BIOLOGIQUE			
Coûts (F/m ³)	Investissement	Exploitation	Total
Echange d'ions (10 à 50 m ³ /h)	1.20 à 3.10	0.9 à 1.20	2.10 à 4.30
Biologique (200 m ³ /h)	0.78	0.9	1.68

Afin de bien comprendre ces tableaux, les commentaires suivants sont nécessaires :

- Les coûts d'investissement ont été calculés sur la base d'un amortissement sur 20 ans ;
- La solution charbon actif en poudre n'est viable que dans le cas de faibles intensités de goûts et odeurs ;
- La combinaison ozone-charbon actif présente d'autres avantages que ceux indiqués, comme l'élimination du potentiel de formation des trihalométhanes, la capacité tampon en cas de pollution accidentelle, etc.
- Le coût de la dénitrification a été calculé sur la base d'une eau brute à 85 mg/l et d'une eau traitée à 15 mg/l.

VII. CONCLUSION

Il faut souligner ici la complexité des problèmes relatés dans cet article mis à part le paramètre nitrate. Cette complexité tient à la présence d'infimes concentrations en polluants ou microorganismes qu'il s'agit de séparer ou d'éliminer. Le surdosage de réactifs et donc le surdimensionnement des installations afin d'obtenir une fiabilité maximale passe par une action au niveau des procédés d'adsorption et d'oxydation ou de désinfection ainsi que la grande variabilité dans le temps des concentrations de ces polluants impossible à mesurer d'une façon continue par manque de capteurs fiables et suffisamment sensibles.

L'évolution des normes d'eau potable vers une plus grande sévérité doit s'accompagner d'importants efforts de recherche sur la caractérisation de la matrice organique des eaux responsables d'effets de compétition et de la formation de sous-produits, sur la mise au point de capteurs ou de techniques analytiques rapides et, enfin, sur le développement de procédés de traitement comme les membranes qui constituent des filtres absolus ne nécessitant pas l'adjonction de réactifs. Cela conduira forcément à une augmentation du prix de l'eau. Tous ces efforts seront toutefois vains s'ils ne sont pas associés à une amélioration de la qualité de la ressource et, donc, à l'élimination de la pollution avant rejet dans l'environnement.

REFERENCES

- [1] Mallevalle J. et Chambolle T. (1990). La Qualité de l'eau, La recherche, n° 221, Mai, pp. 598-606.
- [2] Mallevalle J. et Suffet I.H. Identification and Treatment of Testes and Odors in Drinking Water. American Water Works Association, Denver, Co. (1987)
- [3] Wable O. Modelling chlorine concentration in distribution network, Water Quality Technology Conference (AWWA), 11-15 Novembre 1990, San Diego (U.S.A)
- [4] Valiron F. Gestion des eaux – Alimentation en eau, Assainissement. Presses de l'Ecole nationale des Ponts et Chaussées. 1989