

**EFFET DE LA COMBINAISON FLOCCULATION – ADSORPTION
SUR LA QUALITE D'EAUX NATURELLES
EFFECT OF FLOCCULATION – ADSORPTION STEPS ON THE
NATURAL WATERS QUALITY**

N. GUESBAYA , S. ACHOUR

*Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface
(LARHYSS)*

*Université de Biskra, B.P. 145, R.P., 07000, Biskra, Algérie
www.larhyss.org , info@larhyss.org*

RESUME

L'objectif de cette étude est de présenter les principaux résultats d'essais visant à mieux appréhender la mise en œuvre de la combinaison floculation au sulfate d'aluminium et l'adsorption sur une argile bentonitique au cours du traitement d'eaux naturelles.

Les essais se sont déroulés d'une part sur des solutions synthétiques de composés organiques, et d'autre part sur deux eaux de surface algériennes de caractéristiques physico-chimiques différentes.

L'incidence d'une préoxydation au chlore sur l'efficacité de la floculation – adsorption a été également observée, par rapport à la formation potentielle de trihalométhanes ainsi qu'à l'élimination de leurs précurseurs organiques.

Les essais en solutions synthétiques en substances humiques ont pu montrer que l'emploi de la bentonite n'est intéressant qu'en milieu minéralisé. Les doses optimales de bentonite utilisées conjointement au sulfate d'aluminium sont apparues en eaux de surface inférieures à celles en solutions synthétiques.

La combinaison des deux procédés floculation – adsorption a ainsi permis d'améliorer notablement les rendements d'élimination de la matière organique.

L'emploi de la bentonite a pu également induire une réduction non négligeable des trihalométhanes formés après chloration et une baisse des demandes en chlore pour les eaux considérées.

Mots clés : Floculation, adsorption, bentonite, substances humiques, trihalométhanes.

SUMMARY

The aim of this study is to show the benefit of combined steps flocculation by alum – adsorption on bentonite in improving water quality.

The main objective of the research is to assess the variability of the removal of organic matter by these treatments. Trials were conducted on the one hand in synthetic solutions of humic substances and on the other hand with two Algerian surface waters.

The expected effect of chlorination on organic compounds was observed at the prechlorination and the post chlorination steps.

Organic matter can be removed most efficiently by optimized flocculation – adsorption. It is also preferable to remove humic substances before chlorination in order to limit the formation of undesirable trihalomethanes.

Key-words: Flocculation, adsorption, bentonite, humic substances, trihalomethanes.

I. INTRODUCTION

Les substances organiques présentes dans les eaux de surface engendrent des problèmes qui sont globalement représentés par une détérioration de la qualité organoleptique, un développement bactérien dans les conduites du réseau de distribution (Clark et al., 1993) et une consommation importante en chlore pouvant aboutir à la formation de composés organohalogénés potentiellement toxiques (Doré, 1989; Achour et Moussaoui, 1993).

Ce dernier aspect est sans doute le plus préoccupant actuellement du fait de son incidence directe sur la santé du consommateur. Il paraît donc essentiel d'éliminer au mieux cette matière organique responsable de l'instabilité de la qualité de l'eau dans le temps.

Le traiteur d'eau dispose à l'heure actuelle d'un arsenal relativement complet pour lutter contre la pollution organique. Le coût du pourcentage éliminé peut toutefois être bien moins élevé si cette élimination se fait à l'occasion des traitements de clarification et notamment la coagulation-flocculation.

Certains matériaux adsorbants peuvent être utilisés sous forme de poudre que l'on introduit au niveau du flocculateur. Bien que le charbon actif reste considéré comme l'un des adsorbants les plus performants, de nombreuses études ont montré que la bentonite présente également une capacité d'adsorption non négligeable vis-à-vis de composés minéraux et organiques (Abelouahab, 1987; Marchal et al., 1995; Seghairi, 1998).

L'objectif de notre étude est donc d'observer l'incidence d'un traitement combiné coagulation-floculation au sulfate d'aluminium – adsorption sur bentonite sur la qualité des eaux naturelles et notamment l'élimination de la matière organique de type humique.

Nous nous intéresserons donc aux conditions de mise en œuvre de la combinaison floculation-adsorption aussi bien sur des solutions synthétiques de substances humiques (SH) que sur des eaux de surface algériennes.

II. MATERIEL ET METHODES

II.1. PREPARATION DES SOLUTIONS ET REACTIFS

- Les solutions synthétiques sont constituées par des SH dissoutes dans l'eau distillée ou dans l'eau de source de Drauh (conductivité = 1248 $\mu\text{S}/\text{cm}$; TH = 80 °F).
- Les eaux de surface proviennent de barrages des régions de Tizi-Ouzou (Eau de Souk El Djemaâ) et de Biskra (Eau de Foum El-Gherza).
- Le réactif coagulant est le sulfate d'aluminium et l'adjuvant de floculation est la bentonite calcique de Mostaghanem. La chloration est assurée par une solution de chlore sous forme d'eau de Javel.

II.2. METHODES DE DOSAGE

- Les SH sont dosées par spectrophotométrie ($\lambda = 254 \text{ nm}$).
- Les caractéristiques physico-chimiques des eaux de surface sont évaluées grâce à des méthodes standard d'analyse (Apha, 1989).
- Le chloroforme est dosé par la méthode du Head-Space, en CPG et détecteur à capture d'électrons (Achour, 2001).

II.3. DESCRIPTION DES ESSAIS DE FLOCCULATION

Les essais de Jar-Test ont permis de déterminer les doses optimales de coagulant et d'adjuvant aussi bien en solutions synthétiques qu'en eaux de surface. La bentonite a été introduite soit au cours de l'agitation rapide, soit au début de l'agitation lente. L'effet d'une préchloration est appréhendé par l'ajout de chlore pouvant satisfaire la demande en chlore des eaux.

III. RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. EFFET DU PROCEDE SUR DES SOLUTIONS SYNTHETIQUES DE SH

Les solutions de SH sont floculées par des doses optimales constantes de sulfate d'aluminium préalablement déterminées (Guesbaya, 1998). Les résultats du tableau 1 montrent que la bentonite n'améliore pas l'élimination des SH lorsque celles-ci sont dissoutes dans l'eau distillée. En eau minéralisée (eau de Drauh), les effets de la bentonite apparaissent comme plus bénéfiques, notamment lorsque celle-ci est introduite durant la phase d'agitation lente.

Compte tenu du pH de l'eau testée (pH = 7,5), l'amélioration du rendement peut s'expliquer par la possibilité d'adsorption de la matière organique aussi bien sur les floes d'hydroxyde d'aluminium formés que sur les particules de bentonite. La présence d'ions bivalents (calcium et magnésium) dans l'eau peut également favoriser l'élimination des SH par des effets de pontage ou de complexation (Guesbaya et Achour, 2001).

Tableau 1 : Influence de la bentonite sur l'élimination des SH

| Dose de bentonite (mg/l) | Eau distillée (Dose de coagulant = 10 mg/l) | | Eau Drauh (Dose de coagulant = 15 mg/l) | |
|--------------------------|--|------------------------------|--|------------------------------|
| | Bentonite + Coagulant | Bentonite après coagulant | Bentonite + Coagulant | Bentonite après coagulant |
| | R (%) | R (%) | R (%) | R (%) |
| 0 | 78,4 | 78,4 | 75,8 | 75,8 |
| 10 | 50,8 | 52,0 | 58,4 | 62,8 |
| 25 | 62,5 | 62,2 | 64,8 | 77,6 |
| 50 | 61,3 | 62,8 | 71,2 | 82,1 |
| 100 | 61,0 | 63,3 | 77,6 | 79,8 |

III.2. EFFET DU PROCEDE SUR LA QUALITE DES EAUX DE SURFACE

Les eaux de surface testées ont des qualités physico-chimiques pouvant être représentatives de celles du Nord et du Sud de l'Algérie. Des essais préliminaires comparatifs ont montré que le sulfate d'aluminium était le coagulant le mieux adapté à la qualité de ces eaux (Achour, 2001).

III.2.1. INFLUENCE DE L'AJOUT DE LA BENTONITE

Les effets de la bentonite introduite après le coagulant sont assez comparables à ceux observés sur les SH dissoutes en eau minéralisée. Toutefois, les doses optimales de bentonite (10 et 15 mg/l) sont apparues en eaux de surface inférieures à celles en solutions synthétiques; ceci peut être attribué à l'intervention d'effets synergiques entre les divers constituants des eaux naturelles. Une amélioration de 10 à 20% est observée dans l'abattement de la turbidité. La figure 1 montre par ailleurs l'effet bénéfique de la bentonite sur l'élimination de la matière organique au cours de la floculation des eaux.

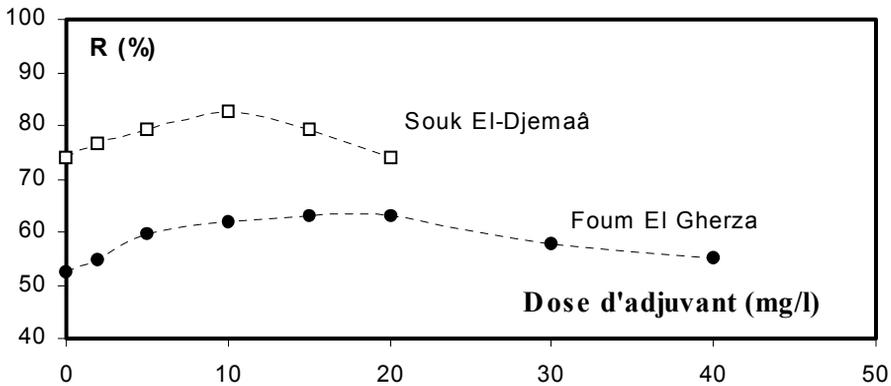


Figure 1 : Influence de la bentonite sur l'élimination de la matière organique par floculation au sulfate d'aluminium

III.2.2. INFLUENCE DE LA CHLORATION

Nous nous sommes intéressés à l'impact de la phase de chloration en amont et en aval de l'étape de clarification des eaux. Le tableau 2 montre que la préchloration peut générer des quantités considérables de trihalométhanes (THM) dont le prototype est le chloroforme (CHCl_3). La floculation seule n'a ensuite que peu d'effet sur leur élimination (moins de 20% d'élimination). Lorsque la bentonite est utilisée en combinaison avec le sulfate d'aluminium et que la préchloration est supprimée, l'abattement de la matière organique, notamment celui des précurseurs de type humique, peut être optimal. Il s'ensuit une diminution notable des THM formés et des demandes en chlore au cours de la post chloration.

Tableau 2 : Effet de la chloration sur la qualité des eaux floclées
SED : Souk El-Djemaâ ; FEG : Foug El Gherza

| Paramètres | Eau préchlorée | | Eau préchlorée coagulée | | Eau coagulée + Bentonite post chlorée | |
|--|----------------|------|-------------------------|------|---------------------------------------|------|
| | SED | FEG | SED | FEG | SED | FEG |
| Demande en chlore (mgCl ₂ /l) | 9,2 | 9,4 | 7,1 | 6,9 | 3,8 | 2,9 |
| CHCl ₃ (µg/l) | 62,0 | 38,0 | 54,5 | 30,8 | 18,5 | 12,8 |

IV. CONCLUSION

Les essais réalisés aussi bien sur des solutions synthétiques de SH que sur des eaux de surface ont montré que la combinaison floculation-adsorption sur bentonite peut notablement améliorer la qualité des eaux destinées à l'alimentation. Afin qu'elle conserve son pouvoir adsorbant, la bentonite est introduite après le coagulant et permet un abattement optimal de la matière organique et de la turbidité. Une réduction de la formation des composés organohalogénés tels que les THM est alors possible lorsque le point de chloration est déplacé en aval de la phase de clarification.

L'utilisation des propriétés adsorbantes de la bentonite au cours de la floculation peut donc sembler une solution intéressante. Des études plus poussées sur solutions synthétiques puis à l'échelle des stations de traitement devront être poursuivies afin d'établir son rôle et ses éventuelles interactions avec les divers constituants d'une eau naturelle.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABELOUAHAB, C., AÏT AMMAR, H., OBRETENOV, T.Z., GAÏD, A. (1987). Fixation sur des argiles bentonitiques d'ions métalliques présents dans les eaux résiduaires industrielles, Rev. Int. Sci. Eau, 3 : 2, 33-40.

ACHOUR, S. (2001). Incidence des procédés de chloration, de floculation et d'adsorption sur l'évolution de composés organiques et minéraux des eaux naturelles, Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences Hydrauliques, Université de Tizi-Ouzou, 231 p.

- ACHOUR, S., MOUSSAOUI, K. (1993). La chloration des eaux de surface algériennes et son incidence sur la formation de composés organohalogénés, *Environ. Technol.*, 14 : 885-890.
- APHA (1989). *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 17 th Ed., Washington, 1451 p.
- CLARK, R.M., GOODRICH, J.A., WYMER, L.J. (1993). Effect of the distribution system on drinking water quality, *J. Water SRT-Aqua*, 42: 1, 30-38.
- DORE, M. (1989). *Chimie des oxydants-Traitement des eaux*, Ed. Lavoisier, Paris, 497 p.
- GUESBAYA, N. (1998). *Elimination des composés organiques par les procédés de coagulation-floculation*, Thèse de Magister en Sciences Hydrauliques, Université de Biskra, 155 p.
- GUESBAYA, N., ACHOUR, S. (2001). Influence de la minéralisation totale et des sels minéraux sur la coagulation-floculation des substances humiques, 5^{ème} Journées de Chimie, Université de Constantine.
- MARCHAL, R., BARRET, J., MAUJEAN, A. (1995). Relation entre les caractéristiques physico-chimiques d'une bentonite et son pouvoir d'adsorption, *J. Int. des Sciences de la vigne et du Vin*, 29 : 1, 27-42.
- SEGHAIRI, N. (1998). *Possibilités de rétention des matières organiques par adsorption sur la bentonite*, Thèse de Magister en Sciences Hydrauliques, Université de Biskra, 134 p.