

PRODUCTION D'EAU POTABLE PAR LES PROCÉDES MEMBRANAIRES

A.FADEL¹, Dr.S.NACEF²

1-Centre universitaire El-Oued, ALGERIE ammfad@yahoo.fr

Tel : 0555146456

2-Laboratoire de génie des procédés chimique (LRP) l'université de SETIF, ALGERIE

Résumé

Les nouvelles filières de production d'eau potable par les techniques membranaires (microfiltration, ultrafiltration, nanofiltration, osmose inverse) tendent à remplacer les procédés classiques (coagulation, floculation, décantation, filtration sur sable, désinfection).

Le but de notre travail est d'étudier la possibilité de production d'eau potable par microfiltration, des résultats très positifs (qualité d'eau et débit).

Nous avons essayé la microfiltration sur un pilote de laboratoire, en utilisant des membranes macroporeuses fabriquées en matériau polymère hydrophobes (polycarbonate), cela a donné d'eau pur et stérile, cependant le principale obstacle reste le colmatage des membranes par la matière organique dissoute, nous avons fait un prétraitement d'eau brute par le charbon actif et la bentonite.

Mots clés: eau potable, membrane, polymère hydrophobe, microfiltration-nanofiltration.

1. INTRODUCTION

Les techniques de séparation par membranes sont utilisées depuis fort longtemps. Mais elles n'ont connu un essor industriel que depuis assez peu de temps, avec la mise au point de membrane performante et leurs applications au monde de vivants (RAYMOND, 1987; KATTAB, 1992).

Au départ, il s'agissait d'une technologie utilisée essentiellement dans le secteur de l'industrie nucléaire.

Les membranes utilisées alors étaient des membranes organiques qui avaient des limites technologiques, en partie levée de nos jours. Perméation de gaz pervaporation, microfiltration, ultrafiltration,

Nanofiltration, osmose inverse) et des paramètres technologiques (organiques ou minérale, géométrique, conditions de fonctionnement) permettent d'envisager un développement considérable des procédés membranaires.

Notre travail consiste à l'étude de la microfiltration utilisée pour la production d'eau potable.

Actuellement le procédé de production d'eau potable au niveau de la station de Ain-Zada-Sétif- Algérie est une technique classique qui englobe les étapes suivantes :

Prétraitement, coagulation, floculation, décantation, filtration et la désinfection .Cependant, les eaux brutes ont généralement une turbidité inférieure à 5 NTU et 12 mg/l de matières en suspension, donc relativement claires, nous avons constaté une très mauvaise coagulation-floculation c'est à dire que les floes formés ne sont pas volumineux et ne décantent pas au niveau du décanteur, au contraire ils sont entraînés vers les filtres à sable, aboutissant à leur colmatage rapides. Ceci dit l'opération de lavage des filtres est très fréquente (5fois par jour) entraînant une perte d'eau de 4000 m³ /j suffisante pour alimenter une ville de 80000 habitants (chaque habitant consomme 50 litres par jour).

Le taux de matière organique est de 5.04 mg d'O₂/l (oxydabilité au KM_nO₄) à chaud en milieu acide est très élevée par conséquent l'interaction matière organique-eau de Javel lors de l'étape de désinfection conduit à la production d'organochloré qui confèrent à l'eau de très

mauvaises qualités organoleptiques et peut nuire à l'état de santé des consommateurs, voir cancérigène d'après notre étude bibliographique.

2. PILOTE EXPERIMENTALE

2.1. Mode Opérateur

Tous les essais de microfiltration ont été réalisés sur un millipore de laboratoire, ayant un volume de 500 ml.

La surface de filtration est circulaire de 47 mm de diamètre. Le mode de filtration est frontal, le vide est la force motrice de filtration.

Les membranes utilisées sont en polycarbonate ayant une porosité de 0.45 µm, 0.8 µm.

2.2 Caractéristique Des membranes utilisées 0.45 Mm Et 0.8 Mm

A partir de notre étude bibliographique (MALLIVIALLE et al, 1999; WIN STONHO et al, 1992; MAYET, 1985) on a la formule de **Darcy** :

$$J = \frac{\Delta p}{\mu(R_m + R_c)} \quad (1).$$

J : Flux de permeat (m³/m².h).

R_m: Résistance de la membrane neuve.

R_c : Résistance due au colmatage externe et interne (m⁻¹).

η₀ : viscosité dynamique du liquide.

Tableau 1: Caractéristiques des membranes (0.45 µm, 0.8 µm).

Type de membrane	r _p (m).10 ⁶	J _{moy} (m ³ /m ² h)	R _m (m ⁻¹)	L (m)	N _p (nombres des pores /unité de surface)	ε _m	S _m (m ⁻¹)	K(m ²)
0.8 µm	0.4	12.17	3.10 ¹⁰	5.10 ⁻⁶	1.66.10 ¹⁰	0.0083	4.20.10 ⁴	1.67.10 ⁻¹⁶
0.45 µm	0.225	7.98	4.57.10 ¹⁰	4.5.10 ⁻⁶	9.79.10 ¹⁰	0.0156	1.4.10 ⁵	9.85. 10 ⁻¹⁷

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 Microfiltration d'eau distillée sur les deux membranes: (0.45 µm, 0.8 µm).

La microfiltration d'une eau distillée donne des flux qui peuvent atteindre :

- 12.17 m³/m²h à la moyenne pour la membrane à 0.8 µm.
- 7.98 m³/m²h à la moyenne pour la membrane à 0.45µm.

3.2. Microfiltration directe (sans prétraitements) d'eau brute sur les membranes 0.45 µm et 0.8 µm.

Si on confronte la (figure 2) on remarque que les flux de permeat diminuent rapidement au cours du temps, ce qui montre l'ampleur du colmatage, comparés avec les valeurs du flux d'eau distillée des différentes membranes. Donc cette diminution justifie le colmatage des membranes avec la matière organique dissoute et des microalgues chargées dans l'eau brute (en suspension, colloïde).

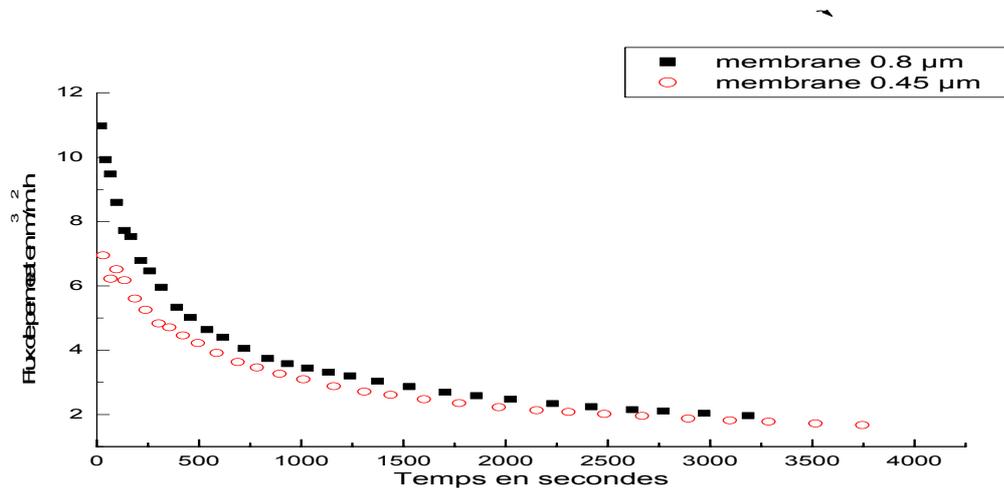


Fig 2. Evolution du flux de permeat sur les deux membranes 0.45 µ m et 0.8 µm.

3.3. Couplage adsorption sur charbon actif /microfiltration

L'analyse de l'eau brute avant et après le prétraitement par le charbon actif suivi de microfiltration est donnée par les deux tableaux (2) et (3).

Tableau 2. Les paramètres d'eau analysée avant la microfiltration.

Paramètres analysées	pH	T (°C)	Turbidité (NUT)	Matière organique mg/l
Eau brute	8.01	15.7	7.9	3.6

Tableau 3. Les paramètres d'eau analysée après prétraitement par charbon actif.

Différentes concentrations	5 mg/l	10 mg/l	15 mg/l	20 mg/l	25 mg/l	30 mg/l
pH	7.68	7.62	7.57	7.53	7.46	7.38
T (°C)	17	16.9	16.9	17.1	17	17.2
Turbidité (NUT)	7.4	6.8	6.5	5.9	5.5	2.7
Matière organique (mg/l)	3.4	3.11	2.78	2.45	2.15	1.4

L'eau prétraitée par le charbon actif à différentes concentrations a été microfiltrée sur une membrane de 0.45 µm.

D'après ces résultats donnés par les deux tableaux (2) et (3) et la figure (3) on constate que :

-la chute de la turbidité de 5.5 à 0.7 pour la concentration de charbon actif égale à 30 mg/l.

-les flux de permeat après la microfiltration sont nettement améliorés à concentration de charbon actif égale à 30 mg/l.

Donc la dose optimale de charbon actif est égale à 30 mg /l.

- la figure (3), illustre que les flux de permeat sur la membrane 0.45 µm à concentration du charbon actif égale à 25 mg/l et 30 mg/l sont nettement améliorés et devient supérieurs à ceux de l'eau brute, la matière organique dissoute est réduite (60 %) (Disparition de la couleur jaune). Mais pour les autres concentrations on observe le contraire. donc on peut justifie ça par le colmatage de membrane par les microparticules de CHA, par ce que on a utilisé une solution de CHA en poudre, on constate aussi que les valeurs de pH diminuent avec l'augmentation de concentration de CHA qui favorise la décantation en alourdissant les floes et leur capacité d'adsorption croit considérablement, d'une part ceci est attribue a la charge de surface du charbon actif qui devient plus passive et d'autre part au degré de dissociation des matières organiques.

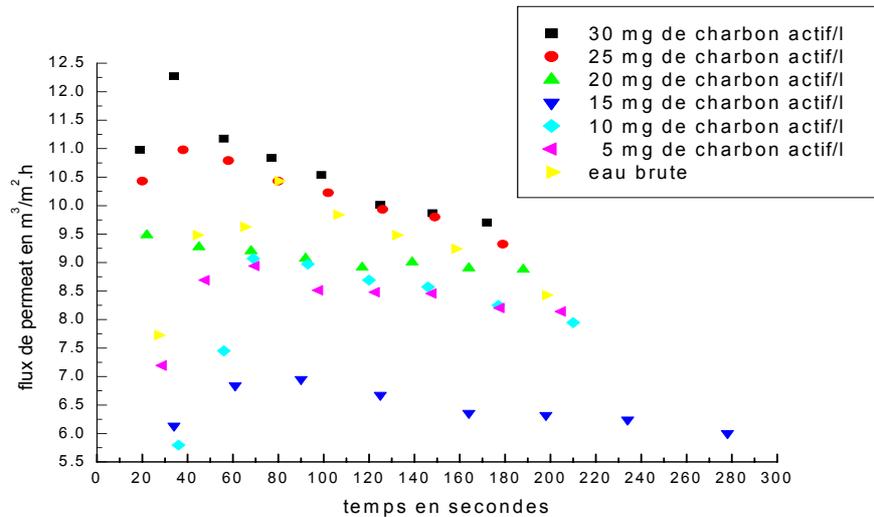


Fig.3. évolution du flux de perméation d'eau brute prétraitée par charbon actif.

4. CONCLUSION

D'après notre étude bibliographique (TAZI-PAIN, 1992 ; SAKAJI, 2001), la microfiltration acquiert un large éventail d'application à l'échelle laboratoire (analyse microbiologique) jusqu'à l'échelle industrielle: pharmacie, électronique, agroalimentaire.

La microfiltration frontale a été effectuée sur un pilote de filtration de 500 ml utilisant des membranes de 0.45 μm et 0.8 μm . La force motrice du procédé et le vide créé par une pompe à vide. Des résultats très positifs ont été obtenus: qualité et quantité d'eau produites.

La microfiltration directe d'eau brute provoque un colmatage sévère des membranes de 0.45 μm et 0.8 μm . Le colmatage est causé par la matière organique dissoute (4mg d'O₂ /l).

Le couplage charbon actif- microfiltration frontale à 0.45 μm diminue considérablement le colmatage provoqué par la matière organique dissoute.

5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

KATTAB. A, « Traitement de eaux : les eaux potables », office des publications universitaires 1992.

MALLIVIALLE, J Peter E.Odendaal, « Water treatment membrane processes », 'American water works- association research foundation ', Editorial group of south-africa-1999.

Win STONHO.W.S, KAMALAS, SIRKAR. K, « Membrane hand book », "VAN NOTRAN REINHOLD", New York, 1992.

MAYET .M, « Techniques séparatives sur membranes, les milieux filtrants », conférences présentées à I.C.P.I de Layon, France, 21-25 Août 1985.

RAYMOND DESJARDINS, « Le traitement des eaux » Paris 1987.

SAKAJI.RH, California surface water treatment, alternative filtration Technology demonstration, Report June 2001 DRAF.

TAZI-PAIN. A, FAIVRE M., Bourbigot.M., « Comparaison des techniques membranaires pour le traitement des eaux de surface chargées en matières organique : perspectives d'évolution », "T.S.M-l'eau", pp.411-415 (Septembre 1992).