

### CARACTERISATION DES EAUX DIFFICILES

Une eau brute est considérée comme difficile si elle présente plusieurs paramètres spécifiques à corriger afin de la rendre apte à la consommation humaine. Ainsi on trouve fréquemment dans les ressources, à la fois des pesticides et des nitrates provenant d'une pollution diffuse d'origine agricole (traitements phytosanitaires, pour le premier, engrais et élevages porcins en particulier, pour le second). En plus des pesticides et des nitrates, l'eau brute peut également présenter une dureté importante. Il n'est donc pas rare d'être confronté à la nécessité de corriger ces trois paramètres pour une même ressource. Pour certaines eaux à forte concentration en sulfates, la nanofiltration est le seul procédé envisageable pour la production d'eau destinée à la consommation humaine.

### REGLEMENTATION

La réglementation européenne, à travers la directive 98/83/CE et sa transposition en droit français par décret n°2001-1220 du 20 Décembre 2001, codifié en 2003 dans le code de la santé publique (voir Memotec n°12), mentionnent les limites suivantes :

- pour les pesticides, une valeur maximale de 0,10 µg/l (0,03 µg/l pour aldrine, dieldrine, heptachlore, heptachlorépoxyde) et 0,50 µg/l pour le total des pesticides ;
- pour les nitrates : une valeur maximale de 50 mg/l.

En ce qui concerne la dureté de l'eau, la réglementation ne mentionne aucune limite de qualité. En pratique, la satisfaction des consommateurs est optimale lorsque la dureté de l'eau distribuée se situe entre 15 et 20°F, tout en restant non agressive. Pour les sulfates la référence de qualité est de 250 mg/l.

### PROCEDES CLASSIQUES DE TRAITEMENT DES PESTICIDES, DES NITRATES ET DE LA DURETE

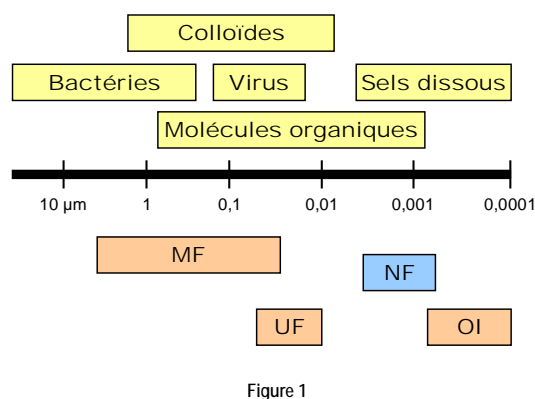
Pour traiter ces trois paramètres il est fait appel aux traitements unitaires suivants :

- pesticides : adsorption par injection de charbon actif en poudre (CAP) en amont d'une clarification-filtration, ou par percolation à travers du charbon actif en grains (CAG) mis en oeuvre dans des filtres ouverts ou fermés ;
- nitrates : dénitrification biologique, ou dénitratisation sur résines échangeuses d'ions ;
- dureté : adoucissement sur résines échangeuses d'ions, décarbonatation à la chaux, décarbonatation catalytique à la soude, électro-décarbonatation (voir Memotec n°6).

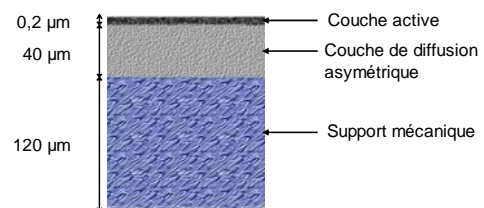
Il n'existe aucun traitement commun aux trois paramètres. Il faut donc concevoir des filières en trois étapes, contrairement à la nanofiltration qui permet de les traiter en une seule.

### PRINCIPE DE LA NANOFILTRATION

La nanofiltration est une technique de filtration membranaire qui se situe (*figure 1*) entre l'ultrafiltration (membranes de clarification) et l'osmose inverse (membranes de dessalement). Elle fait appel à des membranes semi-perméables, minérales ou organiques. Ces dernières sont principalement utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine.



MF = microfiltration  
 UF = ultrafiltration  
 NF = nanofiltration  
 OI = osmose inverse



Les membranes organiques se présentent en film mince de polyamide dont la structure est composite (*figure 2*).

Figure 2

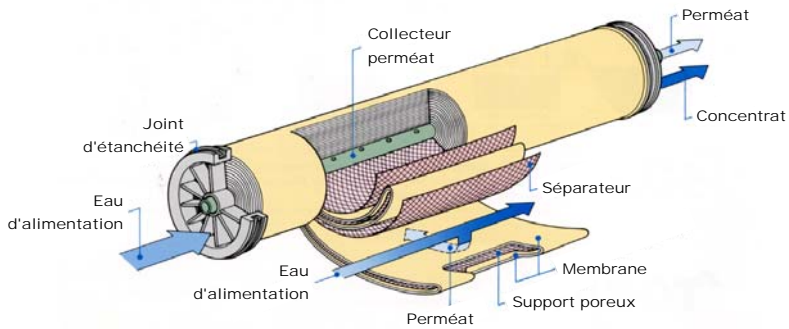


Figure 3

Les membranes sont configurées en spirale pour former des éléments cylindriques, en général de 8" (203,2 mm) de diamètre, et de 40" (1 016 mm) de longueur (figure 3). Les modules sont logés dans des corps de pression, pouvant en contenir jusqu'à sept.

Les matériaux au contact de l'eau, utilisés dans les systèmes de nanofiltration, sont soumis à une autorisation du ministre chargé de la santé, donnée après avis de l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA).

### PERFORMANCES DES MEMBRANES NF

Les membranes NF se caractérisent par :

- un bon arrêt des ions bivalents : sulfates, calcium et magnésium, ces deux derniers formant la dureté de l'eau ;
- un passage important des ions monovalents qui contribuent le plus à la pression osmotique, ce qui entraîne une faible demande énergétique ;
- une purification vis-à-vis des polluants organiques et notamment la plupart des pesticides, des matières à l'origine de la coloration de l'eau, des précurseurs de THM.

Le taux d'abattement de ces paramètres sont donnés dans le tableau 1. Ils dépendent de la température de l'eau, de la pression d'alimentation, et du facteur de conversion.

PARAMETRES	TAUX D'ABATEMENT
Calcium	95 % environ
Nitrates	45 % environ
Sulfates	90 à 98 %
COT	> 95 %
Pesticides	90 à 95 % des triazines

Tableau 1

### DESCRIPTION D'UNE INSTALLATION DE NANOFILTRATION

Une installation de nanofiltration comporte essentiellement :

- des prétraitements physico-chimiques afin de protéger les membranes contre le colmatage par les matières en suspension et les matières biologiques, et l'entartrage par précipitation des sels de calcium ;
- une pompe d'alimentation pour la mise en pression de l'eau (pression d'alimentation comprise entre 5 et 10 bar) ;
- un ensemble de corps de pression contenant les éléments, arrangés en série rejet, et généralement disposés en trois étages afin d'obtenir des facteurs de conversion compris entre 80 et 90 %.
- des post-traitements pour la mise à l'équilibre calco-carbonique, la reminéralisation et la désinfection du perméat ;
- un poste de nettoyage chimique des membranes.

L'arrangement des corps de pression, ainsi que le bilan hydraulique, sont donnés en figure 4.

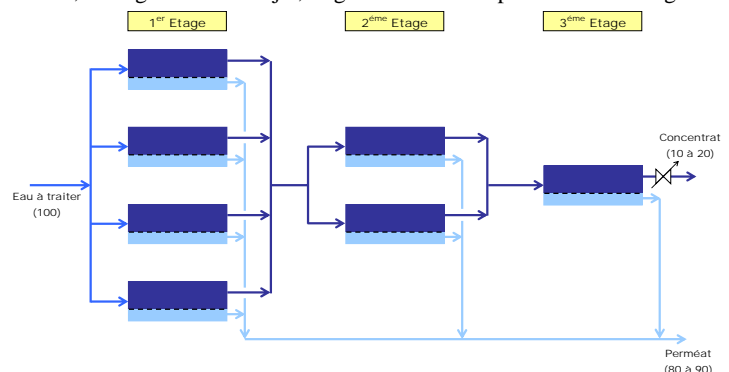


Figure 4

### CONCLUSION

La nanofiltration constitue bien la solution pour traiter des eaux difficiles, malgré certains inconvénients, à savoir :

- nécessité de reminéraliser le perméat par injection de réactifs chimiques et/ou par mitigeage avec de l'eau non traitée ;
- dépenses énergétiques non négligeables ;
- investissements importants s'il ne s'agit que de corriger un seul paramètre.