

Le fer est un des métaux les plus abondants de la croûte terrestre. Sa présence dans l'eau est due principalement au lessivage des sols (avec dissolution des roches et minerais), aux rejets industriels et à la corrosion des canalisations métalliques. A l'état de trace, le fer est un oligoélément indispensable à la santé humaine.

Le manganèse est également présent naturellement dans le sol, bien que moins abondamment que le fer ; sa présence dans l'eau est liée à l'érosion des roches, voir à certains rejets industriels.

Des concentrations en fer ou en manganèse, même élevées, ne constituent pas de risques pour la santé humaine. Néanmoins, leur forte concentration dans l'eau est source de désagrément : goût métallique, odeurs putrides, tâches sur le linge et les sanitaires, dépôts ferrugineux bouchant les canalisations et corrosion liée au développement de bactéries.

1 - Réglementation

La Directive européenne 98/83/CE du 3 novembre 1998, transposée en droit français par le décret 2001-1220 du 20 décembre 2001, fixe comme références de qualité maximale dans l'eau potable distribuée une concentration de :

- 0,2 mg/l (milligramme/litre) pour le fer total,
- 0,05 mg/l (milligramme/litre) pour le manganèse.

2 - Techniques d'élimination du fer et du manganèse pour l'eau potable

2.A - Techniques d'élimination du fer

L'oxydation chimique

A pH > 4, le fer dissous est présent sous forme de fer ferreux. Il suffit de l'oxyder en fer ferrique pour qu'il précipite. Cette oxydation est possible en réalisant une simple aération, les différentes techniques d'oxydation sont :

- le ruissellement en nappe mince au contact de l'air ;
- la pulvérisation de l'eau en atmosphère plus ou moins oxygénée (buses, aérateurs de surface) ;
- la diffusion de gaz surpressé (air, oxygène ou air ozoné) ;
- le barbotage avec de l'air au sein d'une masse catalytique (pouzzolane).

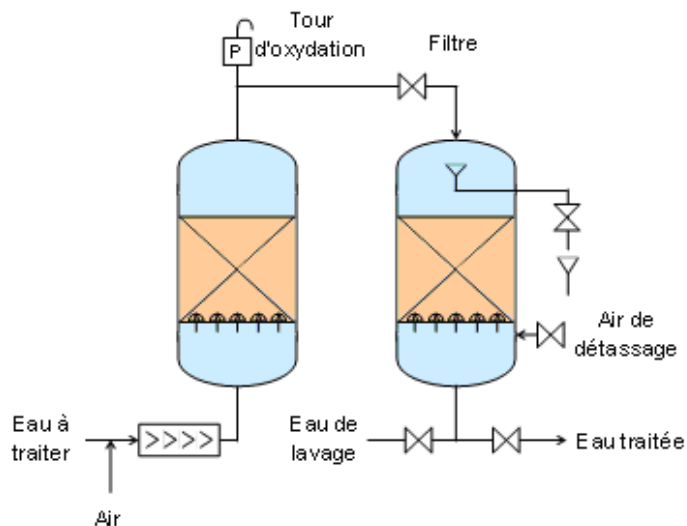
La réaction d'oxydation est d'autant plus rapide que le pH est élevé et que l'eau est proche de la saturation en oxygène. Par contre la présence de matières organiques retarde la réaction, nécessitant alors un traitement complémentaire, consistant :

- soit en une injection d'un oxydant puissant, permanganate de potassium, ozone,
- soit en une coagulation si les précipités obtenus sont très fins, risquant de ce fait de ne pas être retenus au niveau de la filtration.

Pour les cas difficiles, la filtration peut être du type bicouche (anthracite + sable).

Le procédé physico-chimique le plus classique (figure ci-dessous) consiste en une installation fonctionnant sous pression, comportant en amont de la filtration, une tour d'oxydation remplie de pouzzolane qui procure une grande surface de contact.

Remarque : pour des eaux contenant plus de 10 mg/l de fer, il doit être interposé une étape de décantation entre l'aération et la filtration.



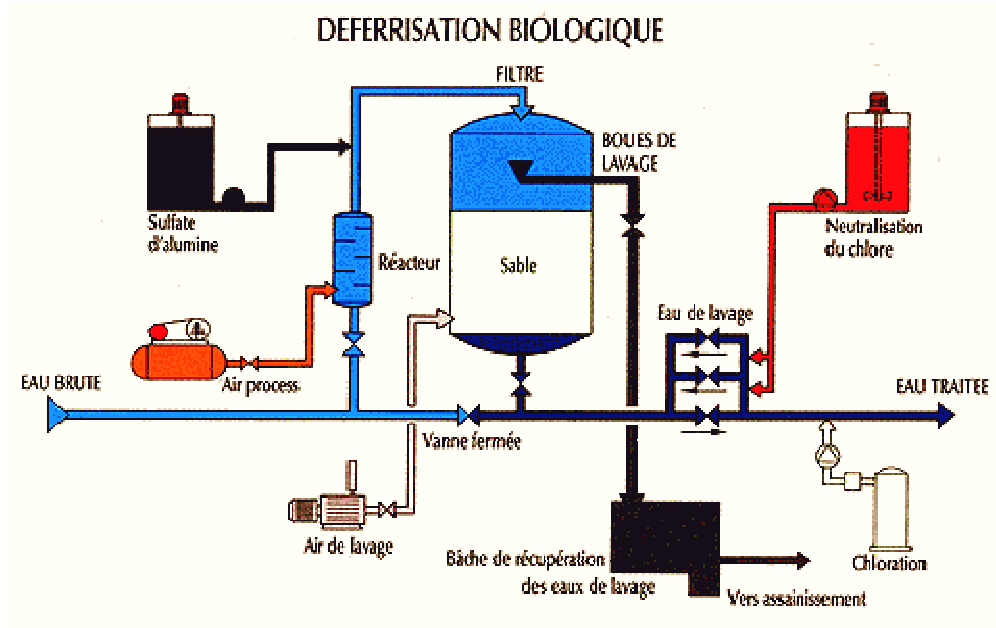
Source : GLS – MEMOTEC n°16



Source : Eaupure

L'oxydation biologique

Pour que certaines bactéries spécifiques (ferrobactéries), tirent leur énergie de l'oxydation du fer, de nombreuses conditions doivent être réunies : teneur en oxygène, pH, température de l'eau, potentiel redox... Les principales bactéries utilisant le fer sont autotrophes, c'est-à-dire que leur source de carbone est minérale (HCO_3^- , CO_2). La déferrisation est réalisée dans des filtres à sable colonisés par les souches bactériennes spécifiques du fer. Un apport d'oxygène, plus ou moins important en fonction du pH, est réalisé en amont du filtre, afin de favoriser le développement des bactéries, et en aval, pour revenir à un taux d'oxygène normal dans l'eau après consommation par les bactéries.

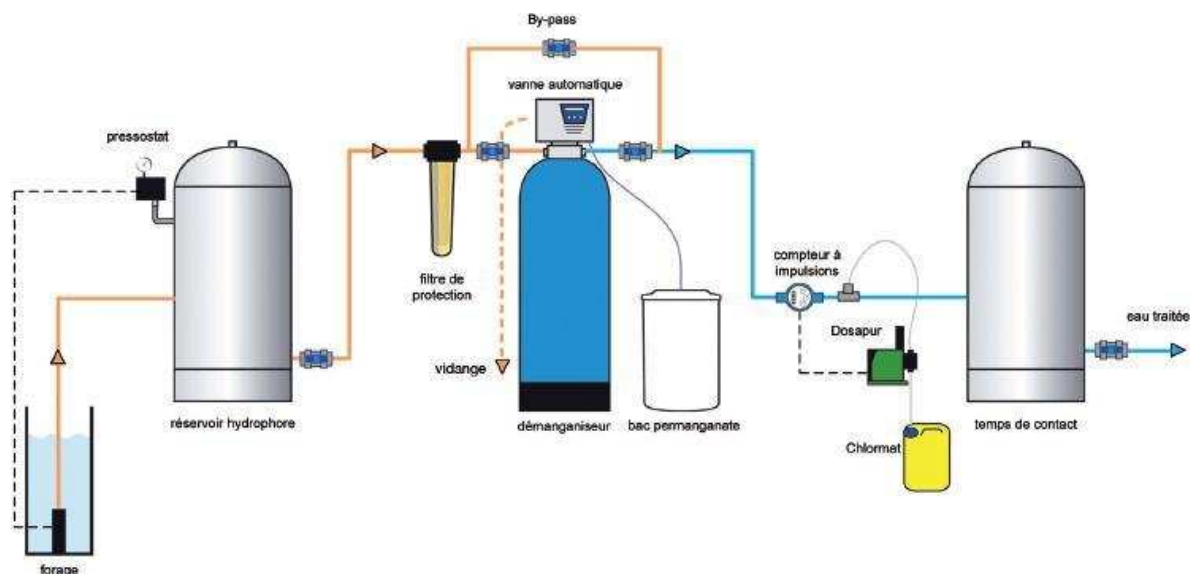


Source : Pravarini

2.B - Techniques d'élimination du manganèse

Oxydation chimique par le permanganate de potassium

Contrairement au fer, l'oxydation du manganèse par l'air est très lente, on doit recourir à un oxydant plus puissant, comme le permanganate de potassium (KMnO_4).



Source : OCENE

Une partie de l'oxyde de manganèse se fixe sur le sable, et sert ensuite de catalyseur à la réaction d'oxydation du manganèse, ce qui permet de diminuer la dose de permanganate à injecter. La dose de permanganate de potassium ne doit pas être introduite en excès, car cela entraînerait la coloration rose de l'eau.

Démanganisation biologique

La présence de manganèse dans l'eau, associée à des conditions favorables (teneur en oxygène, pH, température de l'eau, potentiel redox...), permet le développement de bactéries spécifiques tirant leur énergie de la réaction d'oxydation du manganèse. Ces bactéries sont hétérotrophes, c'est-à-dire que leur source de carbone est organique.

Afin d'obtenir des conditions idéales au développement bactérien, on injecte de l'air (50 à 90% de la saturation) en amont du filtre à sable servant de support au développement bactérien. Ces microorganismes consommant de l'oxygène, il est donc nécessaire d'en réinjecter en aval.

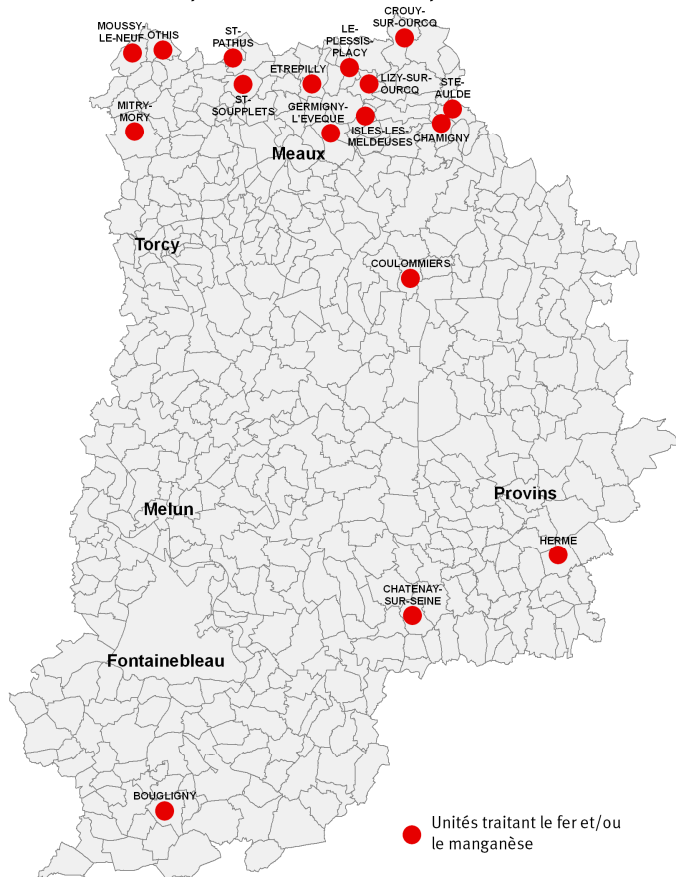
2.C - Comparaison des filières

Comparaison des filières	Physico-chimique	Biologique
Paramètre	Déferrisation	
Vitesse de filtration (m/h)	5 à 15	20 à 40
Masse de fer retenu (kg/m ²)	0,2 à 1	1 à 5
Complexation du fer	oxydant nécessaire	ne perturbe pas
Aération	saturation O ₂	ménagée
Forte teneur en fer	décantation avant filtration (> 10 mg/L)	filtration seulement (25 - 30 mg/l)
Élimination du manganèse	en parallèle avec oxydant fort	Nécessite un 2 ^{em} étage de filtration
Paramètre	Démanganisation	
Vitesse de filtration (m/h)	5 à 15	10 à 20
Masse de Mn retenue (kg/m ²)	0,2 à 0,4	1
Aération	insuffisant	50 - 90 % de saturation
Réactif utilisé	oxydant fort	air
Élimination du fer	en parallèle avec oxydant fort	Lors du 1 ^{er} étage de filtration

Source : Etude Agence de l'eau Seine-Normandie / CIRSEE Suez, octobre 2006

3 – Ouvrages en Seine et Marne

Unités de traitement du fer et/ou du manganèse en Seine-et-Marne pour l'alimentation en eau potable



Sources : CG77 - SIG - DEE

Il existe 18 unités de traitement du fer et/ou du manganèse en Seine-et-Marne, dont Germigny-l'Évêque (70 m³/h), Hermé (500 m³/h), Saint-Pierre-lès-Nemours (605 m³/h).

4 - Pour aller plus loin

Le décret [2001-1220](#) du 20 décembre 2001, relatif aux eaux destinées à la consommation humaine (hors eaux minérales), est consultable sur le site de [Légifrance](#)



Hermé (500 m³/h), Source : Veolia/OTV

Exemple de quelques constructeurs en Seine-et-Marne : OPALIUM, OTV, DEGREMONT, SAUR, STEREAU, MARTEAU...