



26800 RM

Agence de l'eau
Rhin-Meuse

***SYNDICAT DES EAUX DE
L'ANGER***

ALIMENTATION EN EAU POTABLE

**ESSAIS DE TRAITEMENT
DES EAUX DE FORAGE DE CRAINVILLIERS
(Elimination du fer, manganèse et arsenic)**

Rapport E122/GG/CY/01-008		Juin 2001
	<i>Siège Social</i> 11 bis, rue Gabriel Péri - B.P. 286 54515 Vandoeuvre Lès Nancy cedex ☎ 03.83.50.36.00 – Fax 03.83.50.36.99	<i>Service Recherche</i> 11bis rue Gabriel Péri – BP 286 54515 Vandoeuvre Lès Nancy ☎ 03.83.50.36.51 – Fax 03.83.50.36.99 M@il : recherche@irh.fr

SOMMAIRE

PREAMBULE - PRESENTATION DU PROBLEME	3
I. CARACTERISTIQUES DES EAUX DES FORAGES DE CRAINVILLIERS	6
II. ESSAIS LABORATOIRE D'ELIMINATION DU FER, MANGANESE, ARSENIC ...	9
II.1. ELIMINATION DU FER.....	9
II.1.1. TENEURS EN FER DISSOUS DANS LES EAUX DE FORAGE	9
II.1.2. ESSAIS D'AÉRATION	10
II.2. ELIMINATION DU MANGANESE.....	10
II.2.1. TENEURS EN MANGANESE DISSOUS DANS LES EAUX DE FORAGE	10
II.2.2. ESSAIS D'OXYDATION DU MANGANESE.....	10
II.3. ELIMINATION DE L'ARSENIC.....	13
II.4. CONCLUSION DES ESSAIS LABORATOIRE.....	14
II.4.1. ÉLIMINATION DU MANGANESE.....	14
II.4.2. ÉLIMINATION DE L'ARSENIC	14
III. ESSAIS PILOTE SUR SITE : FILIÈRE PHYSICO-CHIMIQUE.....	15
III.1. SCHEMA ET CARACTERISTIQUES DE L'INSTALLATION PILOTE.....	15
III.1.1. SCHÉMA DE PRINCIPE	15
III.1.2. CARACTÉRISTIQUES DES PILOTES	16
III.2. ESSAIS D'AERATION	17
III.2.1. AÉRATION PAR TRANSVASEMENTS	17
III.2.2. AÉRATION EN COLONNE	19
III.3. ESSAIS D'OXYDATION À L'OZONE	20
III.4. ESSAIS DE COAGULATION/FILTRATION DE L'ARSENIC.....	23
III.5. ESSAIS DE FILTRATION.....	26
III.5.1. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS PILOTE	26
III.5.2. TAUX DE TRAITEMENT APPLIQUÉS (KMnO ₄ ET FeCl ₃)	27
III.5.3. ESSAIS RÉALISÉS SUR FILTRE DE TYPE BICOUCHE	27
III.5.4. ESSAIS RÉALISÉS SUR FILTRE MONOCOUCHE	31
III.5.5. CONCLUSION DES ESSAIS DE FILTRATION.....	33
III.6. QUALITÉ DE L'EAU OBTENUE APRÈS TRAITEMENT	33

III.7. CARACTERISATION DES EAUX DE LAVAGE DES FILTRES.....	35
III.7.1. CONCENTRATION, DÉCANTABILITÉ DES EAUX DE LAVAGE	35
III.7.2. CARACTÉRISATION CHIMIQUE DES EAUX DE LAVAGE	36
III.8. CONCLUSION DES ESSAIS PILOTE.....	37
 IV. PROPOSITION D'AMÉLIORATION DE LA FILIERE EXISTANTE	 38
IV.1. TRAITEMENT DES EAUX DE FORAGE.....	38
IV.2. TRAITEMENT DES EAUX DE LAVAGE DES FILTRES	40
IV.2.1. BASES DE DIMENSIONNEMENT	40
IV.2.2. FILIÈRE DE TRAITEMENT	40

PREAMBULE - PRESENTATION DU PROBLEME

Le présent rapport rend compte des prestations réalisées par IRH Environnement pour le compte du Syndicat des Eaux de l'Anger, dans le cadre d'une étude portant sur l'élimination du fer, du manganèse et de l'arsenic, contenus dans les eaux de forage.

Le Syndicat des Eaux de l'Anger dessert 4 communes : Crainvilliers, Suriauville, La Rouillie et La Vacheresse, et subvient aux besoins du Syndicat de Contrexéville (jusqu'à 1000 m³/j) et du Syndicat des Eaux de Damblin et Creuchot (400 à 500 m³/j) (cf. schéma du réseau de distribution ci-après).

Jusqu'à septembre 2000, l'alimentation en eau était assurée par un seul forage de 100 m³/h situé sur le site de la station de traitement. Ce forage a ensuite été doublé par un deuxième captage, mis en service en septembre 2000 et d'un débit identique au premier (100 m³/h). Ce forage (forage n°2) est aussi situé sur la commune de Crainvilliers. Actuellement les 2 forages fonctionnent de façon complémentaire: le forage n°1 assurant les besoins nocturnes, et le forage n°2 assurant les besoins diurnes. La consommation annuelle se situe entre 250 000 à 300 000 m³/an, soit une moyenne journalière de l'ordre de 800 m³/j.

Les eaux des 2 forages, dont la qualité est voisine, présentent des teneurs en fer, manganèse et arsenic supérieures aux normes de potabilité, avec en moyenne 350 µg/l de fer, 150 µg/l de manganèse, et 70 µg/l d'arsenic.

Ces eaux subissent actuellement un traitement de déferrisation et de démantanisation, constitué d'une oxydation du fer par l'air, d'une oxydation du manganèse par le permanganate et d'une filtration (cf. schéma ci-après). Ce traitement permet d'abaisser les teneurs en fer et en manganèse en dessous des seuils fixés par la législation (Fe < 200 µg/l et Mn < 50 µg/l). Il contribue aussi à éliminer une fraction non négligeable de l'arsenic (de l'ordre de 50%), ce qui permet de distribuer une eau conforme à la législation actuelle sur ce paramètre (As < 50 µg/l).

La future norme portant ce taux à moins de 10 µg/l (mise en application au 25/12/2003), il convenait donc de mettre en place un traitement complémentaire qui permette d'obtenir une élimination plus poussée de l'arsenic.

L'objet de la présente étude a donc été de définir les paramètres de fonctionnement et de dimensionnement d'une filière qui permette d'atteindre ces objectifs.

IV. PROPOSITION D'AMELIORATION DE LA FILIERE EXISTANTE

Suite aux constatations faites lors de la phase d'essais pilote, nous proposons d'apporter à la filière existante les modifications suivantes:

IV.1. TRAITEMENT DES EAUX DE FORAGE

Les modifications à apporter à la filière de traitement actuelle concernent principalement :

- l'ajout d'un poste d'injection de chlorure ferrique pour l'adsorption de l'arsenic (taux de traitement : 1,5 à 2 g FeCl_3/m^3 d'eau). L'injection du réactif sera réalisée en amont de la tour d'oxydation de façon à obtenir un temps de contact minimum dans cette dernière.
- la modification des filtres existants :
Le garnissage actuel n'étant plus adapté aux nouvelles conditions de fonctionnement et leur hauteur de couche étant limitée à 0,80 m, nous proposons de les modifier afin d'obtenir une configuration équivalente à celle d'un filtre bicouche : alimentation des filtres en série (et non plus en parallèle) à la charge de 20 m/h (au lieu de 10 actuellement) en conservant le garnissage du premier filtre (sable 1,35 mm) et en adoptant un garnissage plus fin pour le second : sable TE 0,55 mm.
Cette configuration présenterait alors les avantages d'un filtre bicouche (encrassement en profondeur), sans en présenter les inconvénients (forts débits d'eaux de lavage, garde importante...).
- La suppression de l'anti-tarte 'Barbotte' dont l'efficacité n'a pu être prouvée: teneurs en calcium sur eau filtrée à 0,45 μ identiques avant et après anti-tartre.
- Eventuellement, le remplacement du poste d'injection de permanganate (taux de traitement : 0,6 g KMnO_4/m^3 d'eau), par un poste d'injection d'air ozoné (taux de traitement : 0,4 g O_3/m^3 d'eau).

Les schémas des filières modifiées, avec oxydation au permanganate ou oxydation à l'air ozoné, seraient alors les suivants :

IV.2. TRAITEMENT DES EAUX DE LAVAGE DES FILTRES

IV.2.1. Bases de dimensionnement

La modification de la charge hydraulique appliquée sur les filtres et de leur configuration (alimentation en série) entraînera des modifications des durées de cycle de filtration : la durée de cycle du premier filtre sera beaucoup plus courte que pour le second, qui ne sera en fait qu'un stade de finition.

Lors des essais pilote, on avait obtenu pour le filtre bicouche alimenté à la charge de 10 m/h une durée de cycle de l'ordre de 170 heures. A une charge hydraulique double (20 m/h) cette durée sera vraisemblablement réduite de moitié soit environ 80-85 heures.

On considèrera donc une durée de cycle de 80 heures (8 jours de fonctionnement sur la base de 10 h par jour) pour le premier filtre et d'au moins le double pour le second : 160 heures minimum (15 jours de fonctionnement).

Sur la base d'un lavage air/eau d'un filtre de 5 m², au débit de 35 m³/m².h d'eau (175 m³/h) pendant 10 minutes, le volume d'eaux de lavage serait de l'ordre de 30 m³. En considérant que la concentration moyenne de ces eaux de lavage est de 1 g/l de matières en suspension (cf. paragraphe III.7.1), la quantité de matière extraite serait de 30 kg de MeS par lavage.

On retiendra donc pour le traitement des eaux de lavage, les hypothèses de dimensionnement suivantes:

Fréquences de lavage : - 8 jours pour le filtre 1
- 15 jours pour le filtre 2

Volume d'eaux de lavage : 30 m³ par lavage

Concentration moyenne des eaux de lavage : 1 kg MeST /m³

Production de boues : 30 kg MeST par lavage, soit un maximum de 150 kg MeST tous les 15 jours.

IV.2.2. Filière de traitement

Le traitement des eaux de lavage consistera principalement en un épaissement et une déshydratation mécanique des boues afin d'obtenir sous forme de gâteaux, des boues deshydratées à environ 30% de siccité. Ces gâteaux seront ensuite évacués en décharge de classe I ou en centre de destruction.

a) Stockage des eaux de lavage

Les eaux de lavage seront recueillies dans une bache agitée de 60 m³, soit l'équivalent du lavage de 2 filtres.

b) Epaississement

L'épaississeur sera alimenté à partir de la bache de stockage d'eaux de lavage au débit de 2,5 m³/h, assurant ainsi la vidange de celle-ci en 24 heures maximum.

De forme cylindro-conique, l'épaississeur sera dimensionné sur la base d'une charge hydraulique de 0,5 m/h, soit une surface de 5 m² (diamètre : 2,5 m) et permettra d'obtenir des boues épaissies à la concentration de 15 g/l environ.

c) Chaulage, déshydratation des boues épaissies

Les boues soutirées de l'épaississeur (2 à 3 m³/jour) seront admises dans un réacteur agité d'une capacité d'environ 5 m³ ou elles seront chaulées (20 à 30% Ca(OH)₂ par rapport aux MS, sous forme de lait de chaux) avant d'être déshydratées par filtre-pressé. Ce dernier, à débatissage manuel, aura une capacité d'environ 150 litres. Cette capacité devrait permettre de n'avoir à effectuer qu'un cycle de filtration par semaine.

Les boues déshydratées seront stockées dans une benne avant évacuation en décharge.

Le schéma de la filière de traitement des eaux de lavage est présentée ci-après :