

GRET

Professionnels du
développement
solidaire

Manuel d'exploitation des petites stations de potabilisation dans la vallée du fleuve Sénégal

Manuel pour les opérateurs de stations



Septembre 2015

Rédacteurs : Khadim Diop, Laetitia Ioseille

Contributeurs : Babacar Gueye, Frédéric David, Mathieu Le Corre

Dessins : Jocya Cornier

Crédit photo : ©Gret, ©enhaut.org

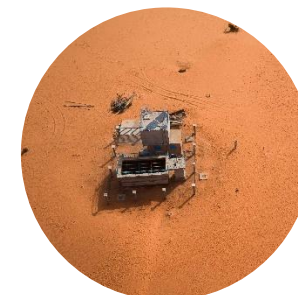
Réalisée sur financement de:



Le contenu de la présente publication relève de la seule responsabilité du Gret et ne peut en aucun cas être considéré comme reflétant l'avis de ses partenaires financiers

Sommaire

Introduction.....	4	
Principes de potabilisation.....	5	
Types de station de potabilisation.....	7	
Utilisation du manuel.....	8	
PARTIE I	Prise d'eau et préfiltration.....	9
PARTIE II	Clarification : Coagulation/Floculation/Décantation.....	13
PARTIE III	Filtration.....	25
PARTIE IV	Désinfection.....	29
PARTIE V	Suivi des paramètres de la qualité de l'eau.....	37



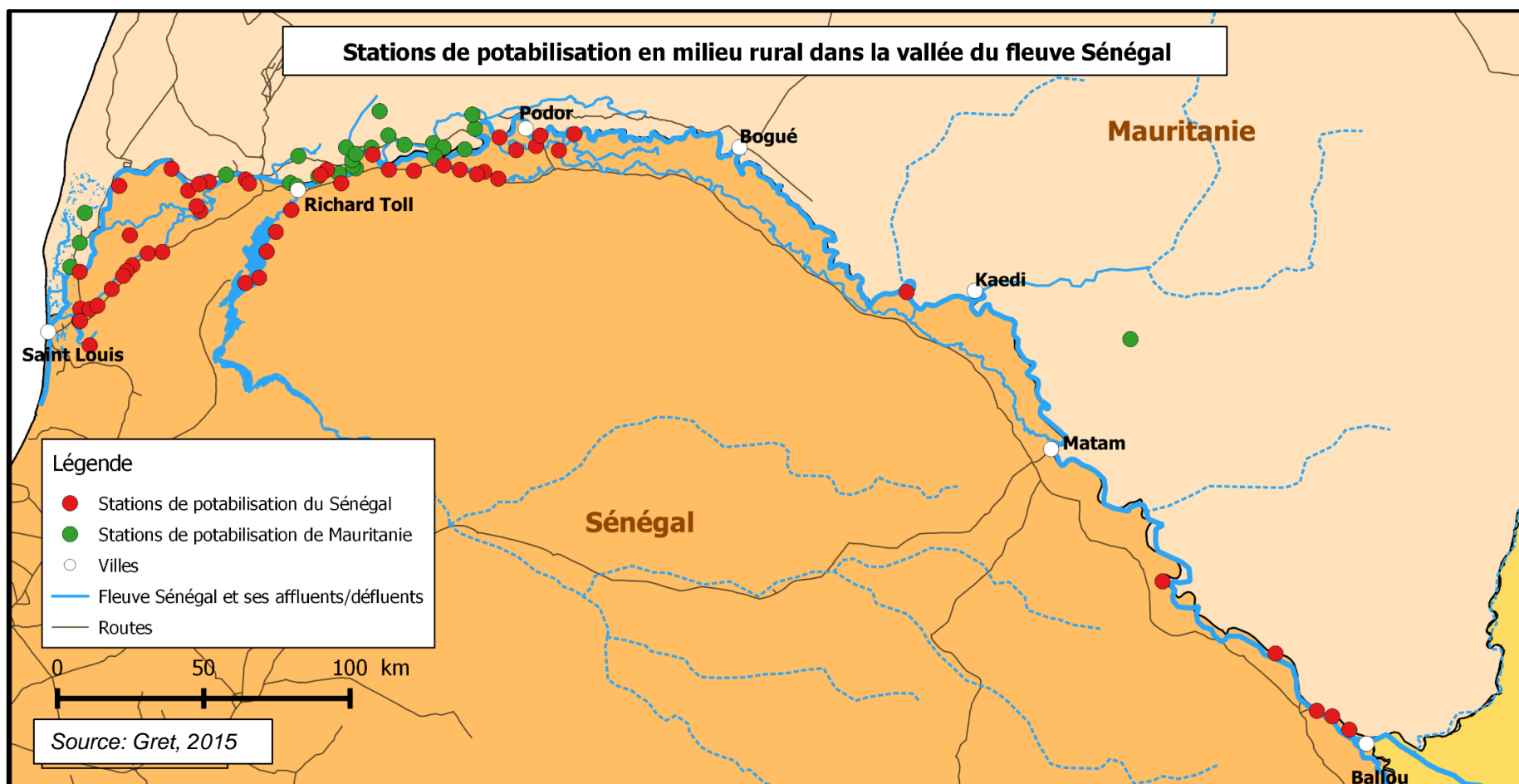
Introduction

Ce manuel est destiné au personnel chargé de l'exploitation, de l'entretien et de la maintenance des petites stations de potabilisation de l'eau de surface situées dans la vallée du fleuve Sénégal.

Il vise à guider les agents dans leur travail au quotidien, de même qu'à faciliter leur appropriation des processus techniques, pour garantir la qualité du service fourni, et assurer la pérennité des ouvrages et des équipements.

Ce document a été élaboré par les équipes du Gret à partir des enseignements tirés de plusieurs expériences conduites au Sénégal et en Mauritanie depuis 2001 (projets *Alizé*, *PacepaS*, *Aicha*, ...). 17 stations de potabilisation de ce type ont été construites ou réhabilitées entre 2001 et 2015 dans le cadre de ces différents projets. Elles alimentent actuellement 50 000 habitants en eau potable de part et d'autre du fleuve Sénégal.

A l'échelle de la vallée, 76 stations de potabilisation ont été recensés en 2015, desservant plus de 180 000 personnes.



Principes de potabilisation

Qu'est-ce qu'une eau potable ?

Une eau potable est une eau que l'on peut boire sans risque pour la santé.

Une eau potable est exempte de bactéries (virus, parasites, agents pathogènes, etc.) et non toxique (absence d'éléments chimiques indésirables).

Une eau potable est claire et a un goût et une odeur acceptables.

La qualité de l'eau du fleuve Sénégal

L'eau du fleuve Sénégal est caractérisée par la présence d'agents pathogènes, d'une faible minéralisation et d'une **turbidité variable** au cours de l'année :

- de 10 à 50 NTU entre novembre et juin
- Jusqu'à 1000 NTU entre juin et octobre

pH légèrement basique, entre 7 et 8

Conductivité : de 40 à 80 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Le fer et manganèse sont présents en faible concentration, pouvant cependant atteindre 3 mg/l en hivernage pour le Fe^{2+} (fer).

Faible présence de polluants chimiques, en légère augmentation ces dernières années

La composition de l'eau est différente aussi selon son origine : fleuve, bras du fleuve, lac.

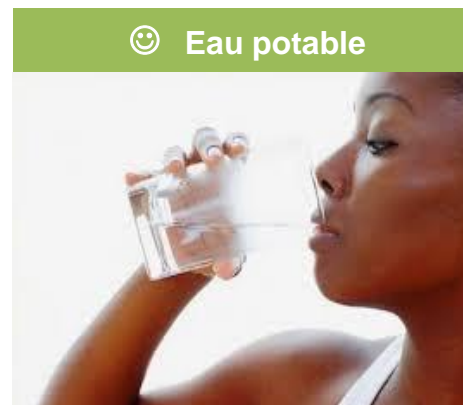


Tableau avec quelques normes de potabilité (directives OMS)

Paramètres	Lignes directrices fixées par l'OMS
Paramètres physiques	
Turbidité	< 5 NTU *
pH	6,5 – 8,5 *
Conductivité	1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Paramètres chimiques	
Aluminium	0,2 mg/l
Azote	50 mg/l
Chlore	Max 250 mg/l
Fer	0,3 mg/l
Fluor	1,5 mg/l
Manganèse	0,4 mg/l
Sodium	200 mg/l
Sulfate	500 mg/l
DDT	0,1 $\mu\text{g}/\text{l}$
Paramètres microbiologiques	
Bactéries coliformes, Escherichia coli, etc.	0 dans 100 ml

Principes de potabilisation

Ressource en eau

L'eau brute provient du fleuve, d'un bras du fleuve, ou d'un lac. Cette eau est vulnérable aux pollutions bactériologiques et aux contaminations chimiques du fait de l'activité humaine, de la présence d'animaux, et du lessivage des sols par les eaux pluviales (en période d'hivernage). L'eau brute doit subir des traitements successifs pour devenir potable.

Clarification des eaux brutes

La plupart des polluants présents dans l'eau brute sont fixés sur les matières en suspension. La première étape du traitement, appelée clarification, consiste à éliminer ces matières. Elle s'effectue par l'ajout de coagulant (phase de coagulation), le mélange des eaux brutes (phase de floculation), et la décantation.

À l'issue de cette étape de traitement, l'eau peut devenir claire et atteindre des niveaux de turbidité inférieurs à 10 NTU.

Ajout du coagulant et mélange (sulfate d'alumine)

Le coagulant est un réactif chimique qui permet l'agrégation des particules colloïdales entre elles, et aide à former des blocs appelés floccs. Le coagulant le plus couramment utilisé est le sulfate d'alumine ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$). Ce réactif doit être dosé correctement, puis mélangé de manière homogène avec l'eau brute pour que l'étape de traitement suivante se déroule normalement.

Coagulation/Floculation/Décantation

L'élimination de la plus grande part des matières en suspension se fait lors de cette étape. L'agglomération des matières fines entre elles (les colloïdes) leur rend plus lourdes et permet leur décantation par gravité au fond du bassin.

Un système de vidange permet une évacuation périodique des boues. L'eau décantée est ensuite récupérée pour aller dans le filtre à sable.

Filtration rapide sur sable

L'eau décantée détient encore des matières en suspension très fines et des micro-organismes. Son passage au travers d'un lit de sable permet d'en retenir la plus grande partie.

À la sortie du filtre à sable, la turbidité de l'eau traitée doit être inférieure à 5 NTU.

Le filtre à sable doit être nettoyé régulièrement par rétrolavage : de l'eau est envoyée en sens inverse du mode filtration, c'est-à-dire du bas vers le haut du filtre en général.

Désinfection (chloration)

La dernière étape permet d'éliminer totalement les bactéries restantes dans l'eau et d'éviter que de nouvelles ne se développent au cours de son stockage ou de son transport.

Du chlore en quantité bien définie est injecté de manière à assurer la conservation de la qualité de l'eau jusqu'à sa consommation.

La désinfection avec du chlore n'est efficace que si la turbidité de l'eau filtrée est inférieure à 5 NTU.

Eau potable

L'eau distribuée doit respecter des normes de potabilité.

Si le processus de traitement est suivi correctement, la turbidité de l'eau est inférieure à 5 NTU, le pH est situé entre 6,5 et 8,5 et la quantité de chlore résiduel en tout point du réseau de distribution est supérieure à 0,2 mg/l.

Il est nécessaire de suivre ces paramètres pour s'assurer de distribuer une eau potable

Types de station de potabilisation

Les stations « batch »

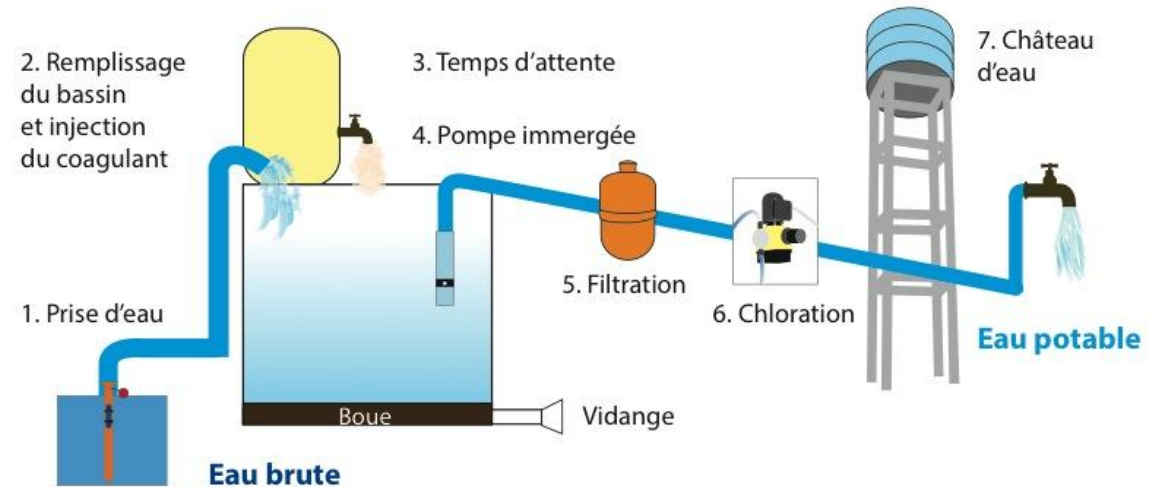
Les stations « batch » fonctionnent en 3 séquences selon le principe suivant :

1. Remplissage du décanteur et injection de sulfate d'alumine.
2. Temps d'attente pour permettre aux matières en suspension de décantier (4 à 8 heures).
3. Pompage de l'eau décantée, au travers du filtre et envoi vers le réservoir de stockage.

Exemple de stations de type batch :

Khare ou Ndiakhaye au Sénégal

Tekane ou Jidrel Mohguen en Mauritanie



Les stations « en continu »

Dans les stations « en continu », l'eau va de bassin en bassin pour suivre son traitement. La pompe d'eau brute et la pompe d'eau traitée fonctionnent en même temps.

Différents types de décanteurs existent :

A flux horizontal : décantation longitudinale

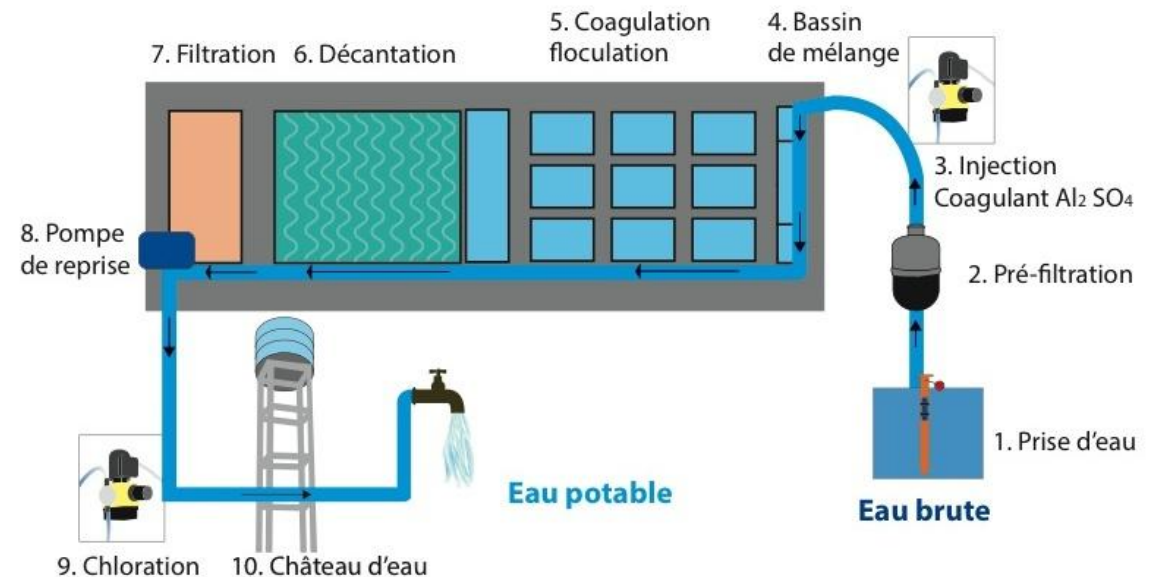
Exemples : Bokhol et Diawara au Sénégal, Birette en Mauritanie

A flux vertical : décantation ascensionnelle

Exemples : Nasra en Mauritanie, Thiangaye au Sénégal

Décanteurs lamellaires: décantation à flux vertical comprenant des lamelles

Exemples: Breun en Mauritanie, Diagambal au Sénégal



Utilisation du manuel

Vous exploitez une station de potabilisation de l'eau le long du fleuve Sénégal. Vous devez assurer au quotidien la fourniture d'une eau de qualité. Ce manuel vous apporte les repères pour mieux comprendre le fonctionnement de votre outil de production.

Il est organisé en cinq parties et 11 fiches :

PARTIE I	Prise d'eau et préfiltration
FICHE 1	Protéger la ressource en eau et la prise d'eau brute
FICHE 2	Assurer la préfiltration
PARTIE II	Clarification : Coagulation/Floculation/Décantation
FICHE 3	Déterminer la quantité de coagulant à injecter (sulfate d'alumine)
FICHE 4	Injecter le coagulant
FICHE 4A	Injecter le coagulant avec une pompe doseuse électrique
FICHE 4B	Injecter le coagulant avec une pompe doseuse à entraînement mécanique « type dosatron »
FICHE 4C	Injecter le coagulant manuellement ou bac d'ajout
FICHE 4D	Injecter avec un bac à charge constant
FICHE 4E	Préparer la solution mère et entretenir la cuve
FICHE 5	Déterminer la quantité de chaux à injecter
FICHE 6	Suivre le processus de coagulation/floculation/décantation

PARTIE III	Filtration
FICHE 7	Suivre la filtration sur sable
FICHE 7A	Entretien d'un filtre ouvert
FICHE 7B	Entretien d'un filtre fermé sous pression
PARTIE IV	Désinfection
FICHE 8	Déterminer la demande en chlore
FICHE 9	Injecter le désinfectant
FICHE 9A	Injecter avec un bac à charge constant
FICHE 9B	Injecter avec une pompe doseuse à entraînement mécanique « type dosatron »
FICHE 9C	Injecter manuellement
FICHE 9D	Préparer la solution mère et entretenir la cuve
FICHE 10	Entretien des réservoirs de stockage
PARTIE V	Suivi de la qualité de l'eau
FICHE 11	Suivre les paramètres de qualité de l'eau

PARTIE I

Prise d'eau et préfiltration

Fiche 1 – Protéger la ressource et la prise d'eau

Objectif : Eviter des pollutions de l'eau brute et protéger la pompe

Action permanente

- **La pompe doit se situer dans une zone où l'eau circule à une profondeur minimum d'un mètre du fond (faire un schéma)**
- **Limitier l'accès à la zone de pompage**
 - Signaler la zone de pompage par un panneau, un grillage ou un ballon flotteur
 - Interdire l'abreuvement d'animaux en amont de la zone de pompage
 - Interdire la lessive et la baignade à proximité de la zone de pompage

Action quotidienne

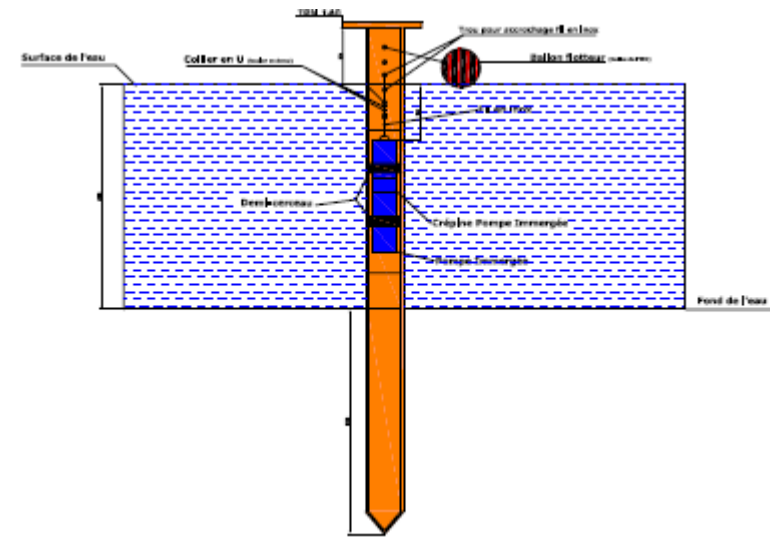
- **Vérifier qu'il n'y a pas de pollution ponctuelle**
 - Animaux morts, huiles, etc.

Action hebdomadaire

- **Retirer les feuilles ou les déchets qui se collent contre la crépine de la pompe, ou son système de protection**

Action mensuelle

- **Nettoyer le typha et les végétaux qui se trouvent au niveau de la zone de pompage : photo d'une pompe immergée dans le typha**



Fiche 2 – Assurer la préfiltration

Objectif : Eliminer les grosses particules et protéger le compteur d'eau brute

Action quotidienne

- Nettoyer le préfiltre

Manipulation à effectuer

			
1.Fermer la vanne avant et après préfiltre		2.Oter le cerceau	3.Retirer le capot
			
4.Dévisser le disque	5.Dévisser les lamelles	6.Laver les lamelles	7.Resserrer le disque
			
8.Remettre le capot	9.Remettre le cerceau et serrer		10.Ouvrir les vannes

MAUVAIS ☹️



**Ne jamais laisser le filtre atteindre ce niveau d'encrassement
Le débit de la pompe risque fortement de diminuer**

BON 😊



PARTIE II

Clarification

Fiche 3 – Déterminer la quantité de coagulant à injecter (sulfate d'alumine)

Objectif : Doser correctement le coagulant (sulfate d'alumine) pour obtenir une bonne coagulation/floculation et une décantation efficace des matières en suspension

Action journalière

- Mesurer la turbidité de l'eau brute (cf. manuel du turbidimètre en annexe)

Action hebdomadaire et à chaque fois que la turbidité de l'eau brute varie

- Réaliser un jar-test

Pour réaliser un jar-test, il faut:

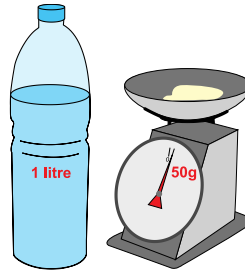
- 5 seaux en plastique pouvant contenir 15 litres d'eau minimum
- 5 bâtons pour agiter
- Un turbidimètre pour mesurer la turbidité
- Une bouteille pour préparer la solution mère et une seringue de 10 ml ou une pipette
- Une balance pour peser le sulfate



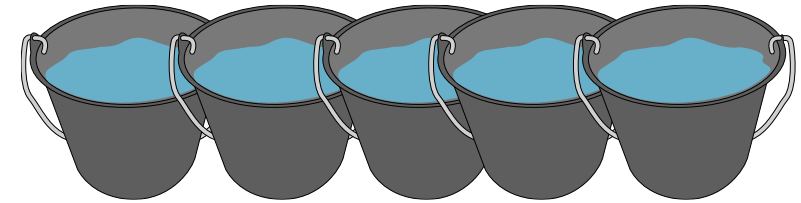
Résultat :

Le seau ayant la turbidité la plus faible correspond au bon dosage en sulfate d'alumine

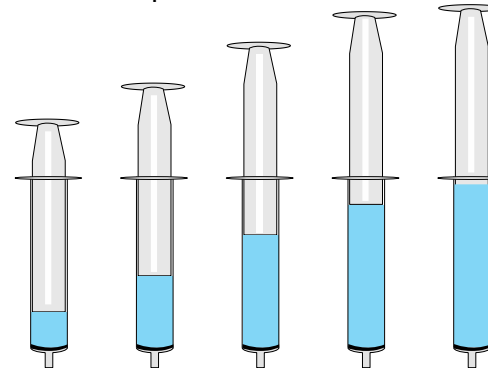
Le principe du jar-test



1. Préparer une solution mère : 50g de sulfate dans un litre d'eau potable



2. Remplir 5 seaux avec 10 litres d'eau brute



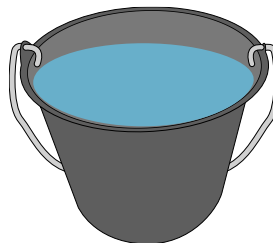
3. Verser des doses croissantes de sulfate d'alumine dans chaque seau

4. Agiter vigoureusement les 5 seaux pendant 1 mn

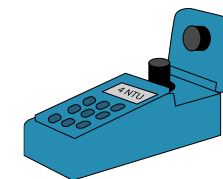
5. Remuer lentement pendant 5 mn



Les 5 seaux doivent être remués en même temps : se faire accompagner de 2 autres personnes



6. Laisser reposer pendant 30 min



7. Mesurer la turbidité de l'eau de chaque seau

Fiche 3 – Déterminer la quantité de coagulant à injecter (sulfate d'alumine)

suite

Exemple

- La concentration de la solution mère est de 50mg/l de sulfate d'alumine

N° des seaux de 10 litres d'eau brute	1	2	3	4	5
Volume de solution mère injecté (ml)	7	8	9	10	11
Concentration correspondante (mg/l)	35	40	45	50	55
Turbidité mesurée dans les seaux après le jar-test (NTU)	23	16	7	12	18

x5

Résultats : Le seau n°3 correspond au bon dosage. L'eau brute devra ainsi être dosée à 45 mg/l ou 45g/m³ de sulfate d'alumine

Le dosage varie avec la turbidité de l'eau brute. Plus la turbidité est importante plus la dose augmente.

Si la quantité de sulfate d'alumine injectée est trop faible ou trop importante, le traitement sera mauvais !

Ceci n'est qu'un exemple. En effet, le choix des 5 valeurs de dosage varie avec la turbidité: plus la turbidité est élevée, plus les dosages choisis sont élevés.

*Au niveau du fleuve Sénégal, la turbidité de l'eau peut varier de **moins de 10 à plus de 1000 NTU** pendant la saison des pluies. Au niveau des bras du fleuve et des lacs, la variation est généralement moins forte. Ainsi, le dosage en sulfate d'alumine peut varier de **20mg/l à 120mg/l** selon la turbidité et le pH de l'eau brute*



ATTENTION

Le sulfate d'alumine est efficace lorsque le pH de l'eau est compris entre 6,8 et 7,5. Mais l'ajout d'une quantité importante de sulfate d'alumine, nécessaire lorsque la turbidité est élevée, fait diminuer le pH, rendant la coagulation/floculation moins efficace. Il faut alors augmenter le pH de l'eau brute par ajout de chaux ou de soude (voir fiche 5).

**Bien suivre le pH de l'eau brute et de l'eau filtrée !
6,5 < pH < 8,5**

Fiche 4 – Injecter le coagulant (sulfate d'alumine)

Objectif : Régler et entretenir les pompes doseuses et les accessoires d'injection pour assurer un bon dosage en sulfate d'alumine



Pompe doseuse électrique

La pompe doseuse a un débit d'injection maximum. Un curseur permet de régler le débit de la pompe en % de son débit maximum.

FICHE 4A



Pompe doseuse à entraînement mécanique (type Dosatron)

La quantité de sulfate d'alumine injectée est proportionnelle au débit d'eau brute qui traverse la pompe.

FICHE 4B



Petit bac d'injection ou injection manuelle

Parfois utilisé dans les petites stations de potabilisation type batch ou ponctuellement en cas de panne de la pompe doseuse.

FICHE 4C



Bac à charge constante: (une première cuve alimente une deuxième par robinet flotteur pour maintenir la hauteur de l'eau et donc le débit)

Utilisé dans certains pays à la place des pompes doseuses.

FICHE 4D



Cuve de solution mère de sulfate d'alumine

Le sulfate d'alumine $Al_2(SO_4)_3$ est généralement commercialisé sous forme de granulés.

FICHE 4E

Fiche 4a – Injecter le coagulant (sulfate d'alumine) avec une pompe doseuse électrique

Objectif : Régler et entretenir les pompes doseuses et les accessoires d'injection pour assurer un bon dosage en sulfate d'alumine

Action à réaliser dès que le dosage en sulfate varie

1. Calculer le débit d'injection de la pompe doseuse

Calcul du réglage de la pompe doseuse de sulfate d'alumine : méthode et exemple

Les données à connaître :


- Le débit de la pompe d'eau brute est $Q_{\text{eau brute}} = 15 \text{ m}^3/\text{h}$
- Les résultats du jar test donne un dosage en sulfate d'alumine de $C = 45 \text{ mg/l}$ (ou g/m^3)
- La concentration de la solution mère fixée à $C_m = 30 \text{ g/l}$
- La pompe doseuse débite $Q_{\text{pompe doseuse}} = 33 \text{ l/h}$ réglée à 100 %

Calcul :

- La quantité de sulfate d'alumine qui doit être envoyée au décanteur par heure de fonctionnement est :
 - $M = Q \times C = 15\text{m}^3/\text{h} \times 45\text{g/m}^3 = 675\text{g/h}$
- Le volume de solution mère correspondant à 675g de sulfate d'alumine (débit de la pompe doseuse de sulfate):
 - $V = M / C_m = 675\text{g/h} : 30\text{g/l} = 22,5 \text{ l/h}$
- Le réglage de la pompe doseuse est :
 - $\% = V \times 100 / Q_{pd} = 22,5 \text{ l/h} \times 100 : 33 \text{ l/h} = 68 \%$



2. Régler le curseur de la pompe doseuse

 Pour plus de détails concernant la maintenance, se référer au manuel du fournisseur de la pompe doseuse.

Action mensuelle

Entretien et nettoyer les accessoires

- Nettoyer la crépine d'aspiration
- Nettoyer la canne d'injection
- Nettoyer les tuyaux : Aspirer de l'eau claire
- Vidanger et nettoyer la cuve de solution mère



Pour étalonner une pompe doseuse, il faut impérativement utiliser son aspiration pour être dans les conditions réelles de fonctionnement:

Équipement :

- 1 béccher ou pot gradué en ml
- 1 chronomètre

Principe :

Remplir le béccher ou pot d'eau
Déterminer le temps (T en s) mis pour aspirer un volume V (0,2l ou 0,4l).

Le débit en l/h se calcule: $Q = V/T$

Fiche 4b – Injecter le coagulant (sulfate d'alumine) avec une pompe doseuse à entraînement mécanique (dosatron)

Objectif : Régler et entretenir les pompes doseuses et les accessoires d'injection pour assurer un bon dosage en sulfate d'alumine

Action à réaliser dès que le dosage en sulfate varie

1. Calculer le débit d'injection de la pompe doseuse

Calcul du réglage de la pompe doseuse de sulfate d'alumine : méthode et exemple

Principe :

- La quantité de réactif injectée est proportionnelle au volume d'eau qui traverse la pompe doseuse :

Débit pompe doseuse (en L/h) = Débit pompe eau brute (en L/h) x % réglage,

Exemple : Le réglage de la pompe doseuse à 1% signifie que lorsque 100L d'eau brute traversent la pompe doseuse, 1 L de la solution mère est injectée.

Les données à connaître :

- Le résultat du jar test donne un dosage en sulfate de $C_j = 45 \text{ mg/l}$ (ou g/m^3) ;
- La concentration de la solution mère de sulfate d'alumine est $C_m = 6 \text{ g/l} = 6\,000 \text{ mg/l}$
 $\% = C_j/C_m = 45\text{mg/l} \times 100 : 6\,000\text{mg/l} = 0,75 \%$

Nota: la concentration de la solution mère est choisie pour obtenir un % de réglage compris entre 0,2 et 2% (gamme de réglage des curseurs de dosatrons) quel que soit le dosage en sulfate.


Concentration de solution mère de sulfate (g/l)	6														
Dosage (mg/l)	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	
Réglage dosatron (%)	0,25	0,33	0,42	0,50	0,58	0,67	0,75	0,83	0,92	1,00	1,08	1,17	1,25	1,33	

Action mensuelle

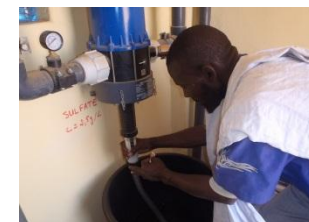
Entretien et nettoyer les accessoires

- Nettoyer la crépine d'aspiration
- Nettoyer les tuyaux : Aspirer de l'eau claire
- Vidanger et nettoyer la cuve de solution mère
- Nettoyer le moteur du dosatron



 Pour plus de détails concernant la maintenance se référer au manuel du fournisseur du dosatron.

2. Régler le curseur de la pompe doseuse



FICHE 4c – Injecter le coagulant (sulfate d'alumine) manuellement ou avec un petit bac d'injection

Objectif : Régler et entretenir les pompes doseuses et les accessoires d'injection pour assurer un bon dosage en sulfate d'alumine

Principe :

Pour des petites stations batch, le sulfate d'alumine peut être ajouté manuellement ou avec un bac d'injection (de 30 à 50 litres) équipé d'un robinet, et placé au dessus du décanteur pour favoriser le mélange. Cette technique peut aussi être utilisée de manière temporaire en cas de panne de la pompe doseuse.

Action quotidienne

1. Calculer la quantité de sulfate d'alumine à ajouter directement au niveau du décanteur

- Le volume total d'eau brute du décanteur lorsqu'il est rempli : $V_{\text{décanteur}}$
- Le dosage souhaitée en sulfate d'alumine est C
- La quantité de sulfate totale à injecter est : $M_{\text{Al}_2\text{SO}_4} = V_{\text{décanteur}} \times C$

Exemple: pour un décanteur de volume 15m³ et un dosage en sulfate déterminé après jar-test de 60mg/l, la quantité de sulfate à ajouter est :

$$M_{\text{Al}_2\text{SO}_4} = 15 \text{ m}^3 \times 60 \text{ g/m}^3 = 900 \text{ g}$$

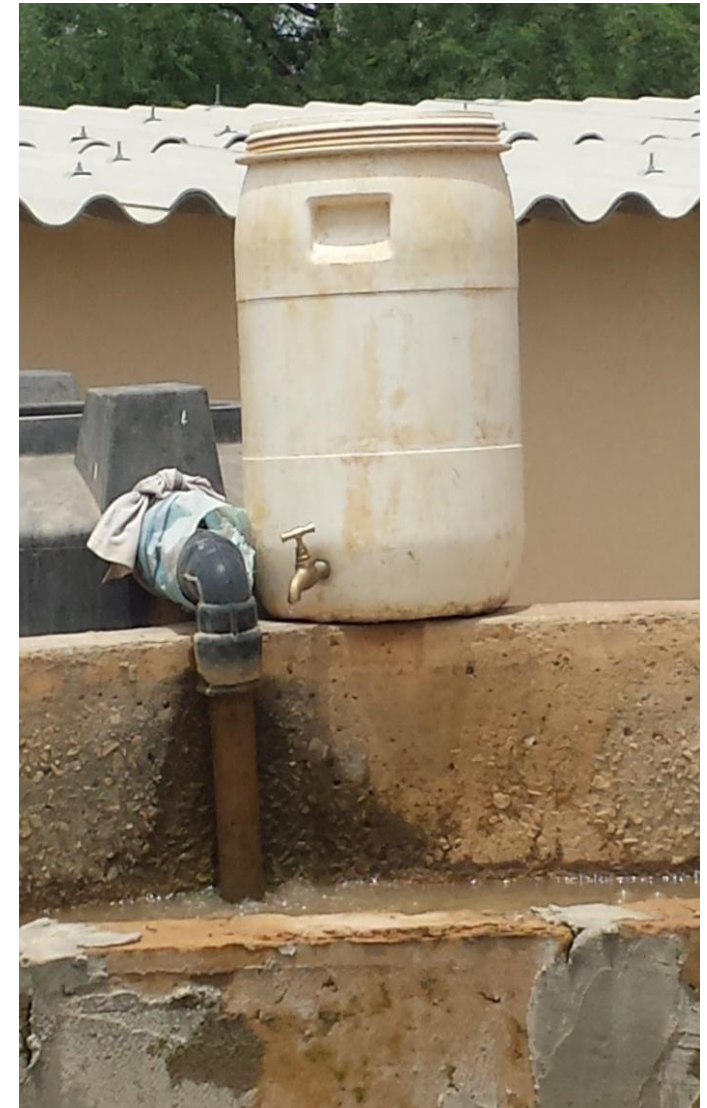
2. Injecter le sulfate d'alumine

Option 1 : Manuellement (uniquement pour les stations en batch)

- Verser la quantité de sulfate déterminer dans le décanteur lors du remplissage
- Bien mélanger l'eau brute dans le décanteur

Option 2 : Avec un bac d'ajout (uniquement pour les stations batch)

- Remplir le bac d'ajout avec de l'eau potable
- Ajouter la quantité de sulfate d'alumine calculée dans le bac d'ajout
- Bien mélanger
- Ouvrir le robinet au démarrage de la pompe : régler le robinet pour que le bac d'ajout se vide au fur et à mesure du remplissage du décanteur
- Remuer la solution au moins une fois pendant le pompage
- A la fin du pompage ,vérifier que le bac d'ajout du sulfate d'alumine est vide



Fiche 4d – Injecter le coagulant (sulfate d'alumine) avec un bac a charge constante

Objectif : Assurer un dosage constant en sulfate d'alumine dans les stations en continu

Action à réaliser dès que le dosage en sulfate varie

1. Calcul de la quantité de sulfate à ajouter dans le bac de solution

Principe :

- Disposer un premier bac de solution mère
- Disposer un deuxième bac relié au premier par le biais d'un robinet flotteur
- Ainsi la hauteur d'eau et le débit sont constants
- Prévoir un robinet d'injection au deuxième bac
- Régler le robinet au dosage souhaitée (le principe de calcul de débit est le même que celui d'étalonnage d'une pompe doseuse électrique)

Les données à connaître :

- Le débit de la pompe d'eau brute est $Q_{EB} = 10 \text{ m}^3/\text{h}$
- Les résultats du jar test donne un dosage en sulfate d'alumine de $C_j = 30 \text{ mg/l}$ (ou g/m^3)
- Le débit du robinet de puisage du deuxième bac fixé à $Q = 20 \text{ l/h}$
- Le volume du premier bac de solution qui est $V = 80 \text{ l}$

Calcul :

- La quantité de sulfate d'alumine qui doit être envoyée au décanteur par heure de fonctionnement est :

$$P = Q_{EB} \times C_j = 10\text{m}^3/\text{h} \times 30\text{g}/\text{m}^3 = 300\text{g}/\text{h}$$

- La concentration de la solution mère :

$$C_m = P / Q = 300\text{g}/\text{h} : 20 \text{ l/h} = 15 \text{ g/l}$$

- La quantité de sulfate à ajouter est donc:

$$M = C_m \times V = 15 \text{ g/l} \times 80 \text{ l} = 1\,200\text{g} = 1,2 \text{ kg}$$

Action hebdomadaire

Entretien et nettoyer les accessoires

- Vidanger et nettoyer tous les bacs
- Vérifier le débit du robinet d'injection du deuxième bac



Fiche 4e – Préparer la solution mère et entretenir la cuve

Objectif : Nettoyer les dépôts qui s'accumulent en fond de cuve et éviter les erreurs de calcul lorsque la concentration de la solution mère est modifiée

Action

Déterminer la concentration de la solution mère

Conseil : Maintenez la même concentration de la solution mère de la cuve pour les stations utilisant des pompes doseuses. La détermination de la concentration mère se fait à la mise en service en fonction de la consommation journalière, du volume de la cuve et du débit de la pompe doseuse. La solution mère ne doit pas dépasser 15 jours dans la cuve.

Action quotidienne ou hebdomadaire

Préparer le cuve de solution mère de sulfate d'alumine

Si la cuve est vide

- V_{total} = volume totale de la cuve en litres
- C_m = concentration de la solution mère

$$M_{Al_2SO_4} = V_{total} \times C_m$$

Exemple pour préparer 250 litres d'une solution mère de sulfate d'alumine de concentration 30 g/l

- Remplir la cuve avec de l'eau potable jusqu'à la graduation 250 litres:

$$V_{total} = 250 \text{ litres}$$

- Ajouter la quantité de sulfate d'alumine suivante :

$$M_{Al_2SO_4} = 250 \text{ litres} \times 30 \text{ g/l} = 7\,500 \text{ g} = 7,5 \text{ kg}$$

- Remuer jusqu'à dissolution complète du sulfate d'alumine
- Remuer régulièrement la solution mère au cours du pompage

Concentration solution mère souhaitée en g / litre	Quantité de sulfate ajoutée en gramme				
	Cuve de 50 litres	Cuve de 100 litres	Cuve de 200l	Cuve de 250 l	Cuve de 300 l
10	500	1000	2 000	2 500	3 000
20	1000	2000	4 000	5 000	6 000
30	1500	3000	6 000	7 500	9 000
40	2000	4000	8 000	10 000	12 000
50	2500	5000	10 000	12 500	15 000

Action mensuelle

Entretien et nettoyer les accessoires

- Vidanger et nettoyer la cuve de solution mère



Si la cuve contient un volume V_1 de solution mère

- V_{total} = volume totale de la cuve
- C_{m1} = concentration de la solution mère restant dans la cuve
- C_{m2} = concentration de la solution mère souhaitée

$$M_{Al_2SO_4} = V_{total} \times C_{m2} - V_1 \times C_{m1}$$

Exemple pour préparer une solution mère de 30g/l

- La cuve contient 50 litres de solution mère à 6 g/litre
- Remplir la cuve avec de l'eau potable jusqu'au maximum

$$V_{total} = 250 \text{ litres}$$

- Ajouter la quantité de sulfate d'alumine suivante :

$$M_{Al_2SO_4} = 250 \text{ litres} \times 30 \text{ g/l} - 50 \text{ litres} \times 6 \text{ g/l} = 7\,200 \text{ g} = 7,2 \text{ kg}$$

- Bien remuer jusqu'à dissolution complète du sulfate d'alumine
- Remuer régulièrement la solution mère au cours du pompage

Fiche 5 – Déterminer la quantité de chaux à injecter

Objectif : Rehausser le pH

Action quotidienne pendant l'hivernage

Lorsque la turbidité est importante (>500 NTU), la quantité de sulfate d'alumine injectée augmente. L'ajout de sulfate d'alumine a pour effet d'abaisser le pH de l'eau. Pour que le traitement soit efficace, le pH doit être maintenu entre 6,5 et 8,5. En fonction du pH initial de l'eau brute et de la quantité de sulfate d'alumine injectée, il est nécessaire de rehausser le pH.

Mesurer chaque jour le pH de l'eau brute et de l'eau traitée. Si le pH < 6,5, il faut injecter de la chaux. Pour déterminer la quantité » de chaux à ajouter il faut faire un jar-test

Matériel : 2 seaux de 15 litres pour EB et solution mère de chaux, un pH mètre, une balance, des bâtons pour remuer



1. Préparer la solution mère de chaux à 2 g/l (20g de chaux dans 10 L d'eau)

1. Remplir un récipient avec 10 litres d'eau (A)
2. Ajouter 20 g de chaux
3. Remuer

Concentration solution Chaux (g/l=mg/ml)	(A)	2
Volume d'eau brute traitée (litre)	(B)	10

2. Préparer la solution d'eau brute traitée au Sulfate d'Alumine

1. Remplir un seau de 10 litres d'eau brute (B)
2. Ajouter le dosage optimal en sulfate d'alumine tel qu'obtenu avec le Jar Test
3. Remuer pendant 5 minutes et laisser stabiliser pendant 10 minutes,
4. Mesurer le pH et noter

3. Rehausse du pH

Ajouter des doses croissantes de chaux (voir tableau), remuer pendant 30 secondes, laisser reposer 2 minutes, mesurer et noter le pH obtenu. La dose ayant entraîné le pH le plus proche de 7 sera la meilleure.

N° Dosage		1	2	3	4
Volume de solution mère injectée (ml)	(C)	25	50	75	100
Concentration de chaux (mg/l)	(D) = (A) x (C) / (B)	5	10	15	20
pH mesuré	(E)	6,5	6,8	7,1	7,3

Résultats : Le dosage n°3 correspond au bon dosage. L'eau brute devra dosée à 15 mg/l de chaux soit 15 g/m³

Injecter la chaux avec une pompe doseuse ou un bac d'injection : idem fiche sulfate

Fiche 6 – Suivre le processus de coagulation / floculation / décantation

Objectif : Clarifier l'eau brute jusqu'à moins de 10 NTU en sortie décantation

Equipements :



Action quotidienne

- Vérifier la formation des floes dans le ou les bassins de coagulation/floculation/décantation
- Vérifier le niveau de turbidité en sortie du décanteur: elle doit être inférieure à 10 NTU

Action hebdomadaire

En fonction du type de station :

- Pour éviter que les boues s'accumulent au fond du décanteur, vidanger 1/16 du volume du décanteur (environ 3m³ pour un décanteur de 50m³) chaque semaine
- Nettoyer les lamelles et les plaques des chicanes

Pour les stations à décantation ascensionnelle :

- Conserver un volume de boue au fond du décanteur pour favoriser la floculation
- Vidanger 1/16 du volume du décanteur chaque semaine

Action semestrielle

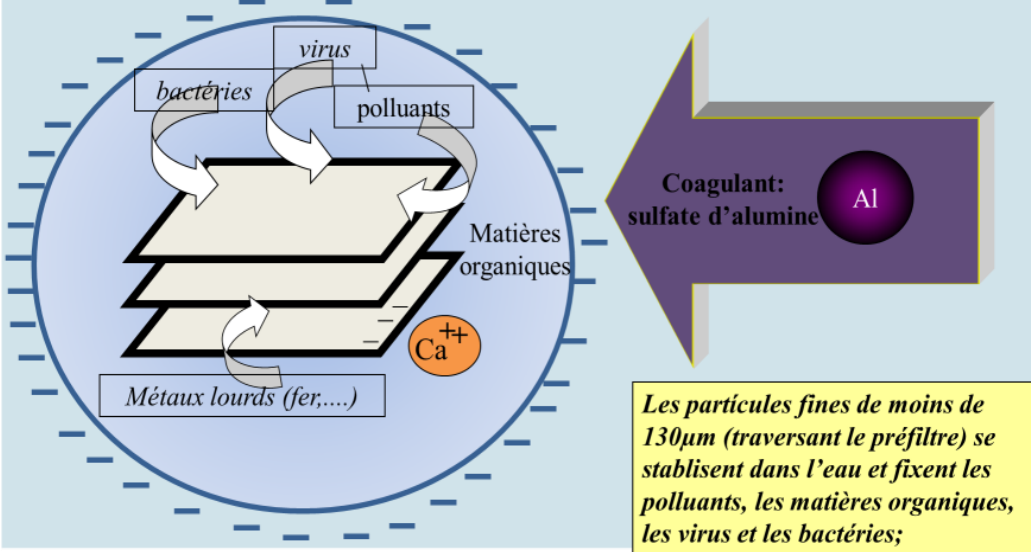
- Vidanger et nettoyer complètement le(s) bassin(s)



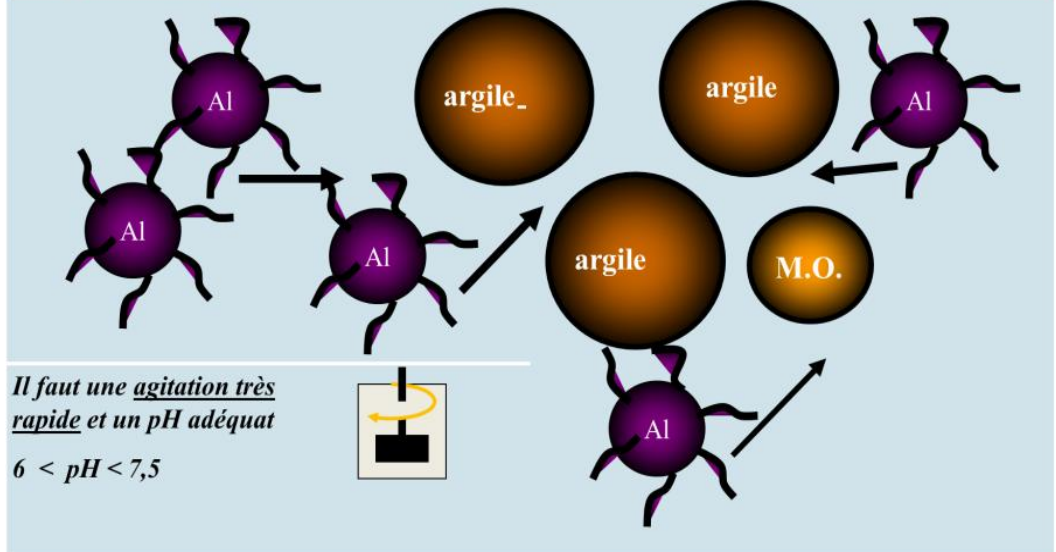
Fiche 6 – Suivre le processus de coagulation / floculation / décantation

suite

Définition des particules en suspension dans l'eau

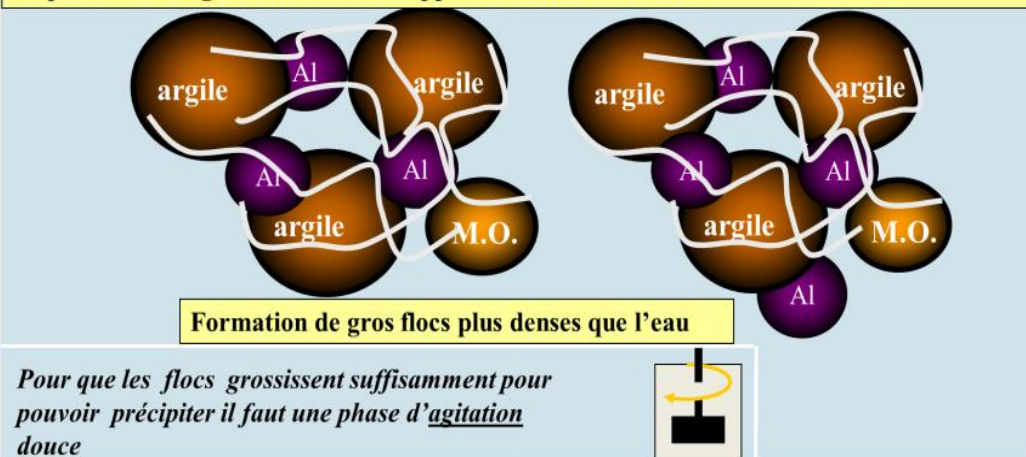


Coagulation

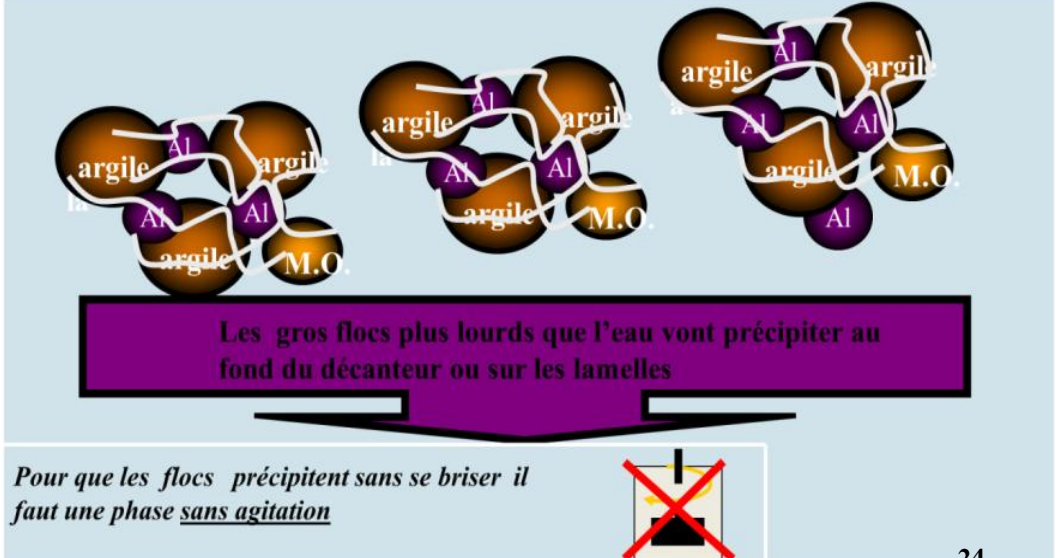


Floculation

Il est nécessaire à l'opérateur de monter souvent pour vérifier le bon fonctionnement de la coagulation et de la décantation de la station. Simplement à l'œil, il est possible de voir si les particules coagulent ou non et d'apprécier la clarté de l'eau.



Décantation



PARTIE III

Filtration

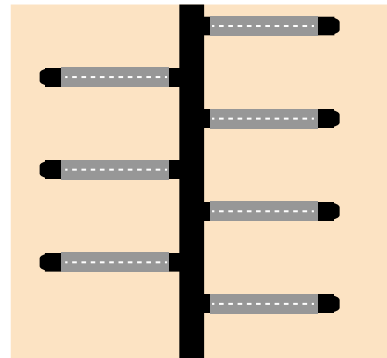
Fiche 7 – Suivre la filtration rapide sur sable

Objectif : Éliminer les matières en suspension restantes dans l'eau décantée et une partie des bactéries.

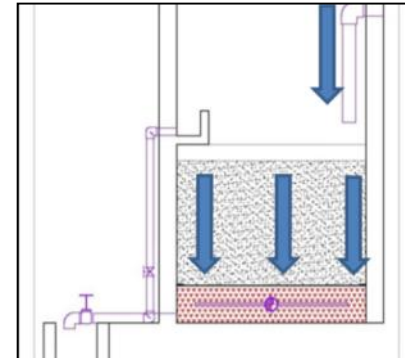
Action quotidienne

Filtre à sable à air libre

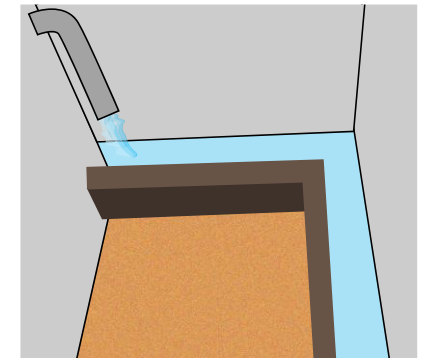
- Vérifier le niveau d'eau dans le filtre à sable : en fonctionnement normal, le niveau d'eau dans le filtre est stable
- Vérifier la turbidité de l'eau filtrée: elle doit être inférieure à 5NTU
- Effectuer un rétrolavage du filtre si nécessaire



Crépines ou collecteurs du filtre



Coupe verticale du filtre

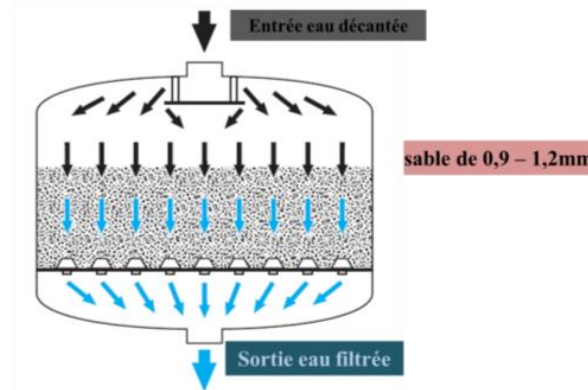


Filtre rempli de sable 0,9-1,2 mm et gravier 20-30 mm

Filtre à sable sous pression

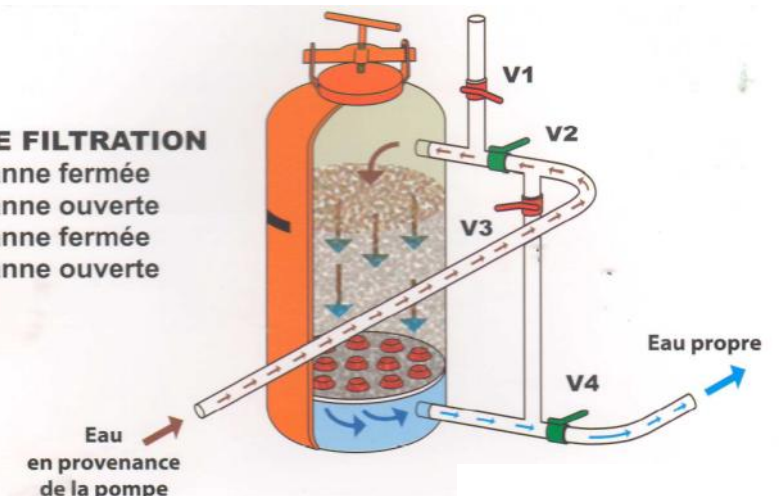
Un ou plusieurs filtres peuvent être installés en parallèles.

- Vérifier la différence de pression sur les manomètres entre la sortie et l'entrée de chaque filtre : en fonctionnement normal, la différence de pression doit être inférieure à 0,3 bars, sinon effectuer un rétrolavage
- Vérifier la turbidité de l'eau filtrée: elle doit être inférieure à 5NTU



MODE FILTRATION

- V1 vanne fermée
- V2 vanne ouverte
- V3 vanne fermée
- V4 vanne ouverte



Fiche 7a – Entretien un filtre à sable ouvert

Objectif : Eliminer toutes les saletés (flocs et bactéries) retenues par le filtre lors de la filtration

Action : quand le niveau d'eau augmente dans le filtre, ou que la turbidité de l'eau filtrée augmente, ou chaque 40 h de fonctionnement.

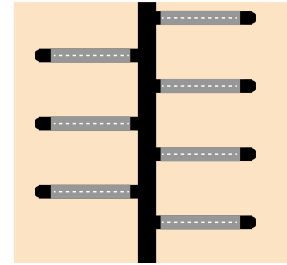
Effectuer un rétrolavage du filtre à sable

Selon les stations de potabilisation, le rétrolavage se fait :

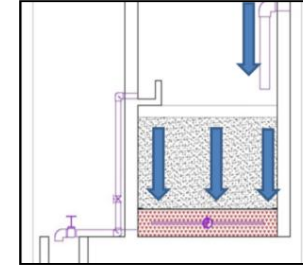
- soit à partir du château d'eau : la hauteur du château d'eau permet un débit suffisant pour nettoyer le filtre
- soit à partir de la bêche d'eau filtrée avec la pompe de reprise
- Identifier les vannes de rétrolavage
- Ouvrir la/les vannes permettant la vidange de l'eau sale du rétrolavage au niveau du filtre à sable
- Ouvrir la vanne de rétrolavage du château d'eau ou ouvrir la vanne et démarrer la pompe de reprise
- Lorsque le filtre est nettoyé, l'eau sort claire, arrêter le rétrolavage
- Le débit conseillé est 3 fois le débit de filtration

Option : Possibilité de rétrolavage complémentaire à l'air si vous disposer d'une soufflante d'air:

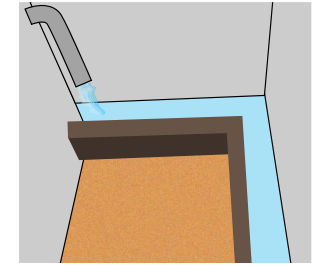
- Lavage à l'air : 5 min
- Lavage à l'eau + l'air : 5 min
- Lavage à l'eau : jusqu'à ce que ce soit claire



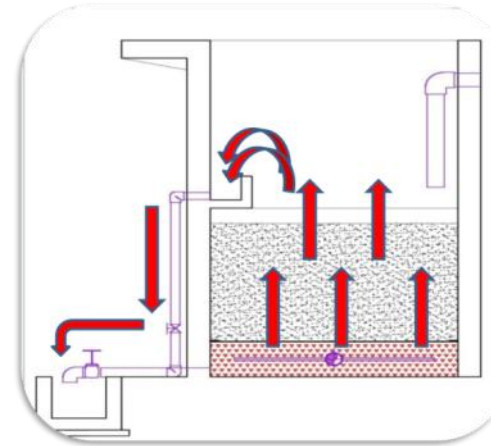
Crépine ou collecteurs du filtre



Coupe verticale du filtre



Filtre rempli de sable 0,9-1,2 mm et gravier 20-30 mm



Action annuelle

- Retirer le matériaux filtrant et le laver entièrement
- Nettoyer les crépine de collecte
- Compléter le niveau de sable (des pertes de sable sont possibles avec le rétrolavage)
- Remarque: chaque 5 à 10 ans, renouveler le matériaux filtrant



ATTENTION
Si le filtre n'est pas lavé régulièrement, il y aura « crevaison » : les matières en suspension ne seront plus retenues par le filtre et le traitement sera de mauvaise qualité.

Fiche 7b – Entretien un filtre à sable sous pression

Objectif : Eliminer les saletés (flocs et bactéries) retenues par le filtre lors de la filtration

Action : lorsque la différence de pression augmente, ou chaque 40 heures de fonctionnement

- Effectuer un rétrolavage lorsque la différence de pression entre le manomètre d'entrée et celui de sortie du filtre est supérieure à 0,3 bars
- Au début du rétrolavage, l'eau sort claire, puis l'eau sort boueuse. Lorsque l'eau sort de nouveau claire, stopper le rétrolavage

Mode opératoire pour effectuer le rétrolavage

Option 1 : Lavage à partie du château

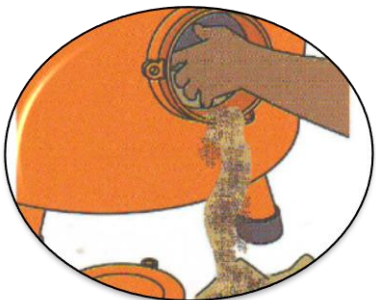
- Ouvrir et fermer les vannes de manière à laver les filtres un par un

Option 2 : Lavage d'un filtre avec un autre filtre par la pompe de reprise

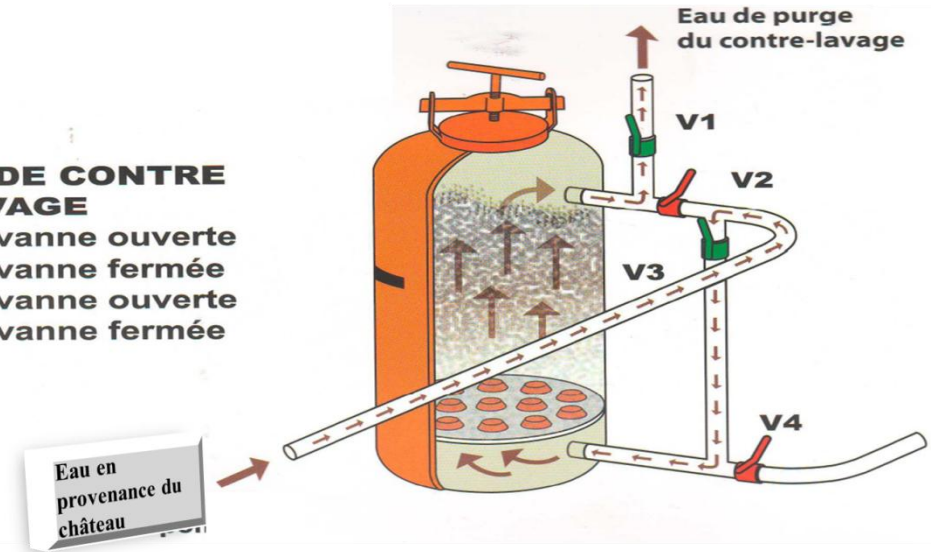
- Utiliser les autres filtres pour laver un filtre à partir de l'eau décantée

Action annuelle

- Retirer le matériaux filtrant et le laver entièrement
- Compléter le niveau de sable (des pertes de sable sont possibles avec le rétrolavage)
- Remarque: chaque 5 à 10 ans renouveler le matériaux filtrant

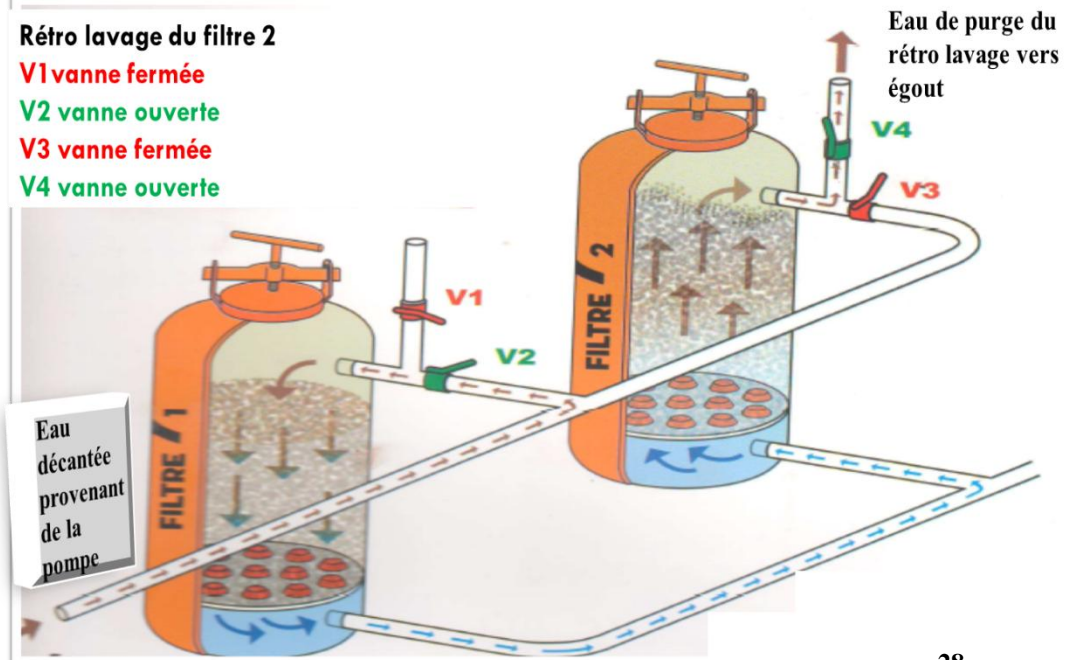


MODE CONTRE LAVAGE
V1 vanne ouverte
V2 vanne fermée
V3 vanne ouverte
V4 vanne fermée



Rétro lavage du filtre 2

V1 vanne fermée
V2 vanne ouverte
V3 vanne fermée
V4 vanne ouverte



PARTIE IV

Désinfection

Fiche 8 – Déterminer la quantité de désinfectant à injecter (chlore)

Objectif : Faire un bon dosage pour éliminer les bactéries et éviter que de nouvelles se développent lors du transport et du stockage de l'eau

Action

A la mise en service et lorsque de nouvelles extensions sont réalisées

La demande en chlore consiste à chercher le dosage optimum pour la désinfection. Il s'agit d'injecter le chlore dans un volume d'eau traitée, avec différents dosages, et faire des mesure de chlore résiduel.

Le bon dosage correspond à celui pour lequel le chlore résiduel se stabilise à une valeur au moins supérieure à 0,2mg/l après 4 heures de contact (si le temps de parcours dans de le réseau est de l'ordre de 4h).

Cette méthode doit être vérifiée par des mesures de chlore résiduel en différents points du réseau.

Préparer une solution mère de chlore de 10 g par litre : 10 g de chlore dans un litre ou 100g de chlore dans 10 litres

Remplir 4 seaux par 10 litres d'eau filtrée. Injecter la solution mère de manière croissante dans les 4 seaux et mesurer régulièrement le chlore résiduel

Numéro Seau de 10 litres	1	2	3	4
Volume solution mère injectée (ml)	2,5	3	3,5	4
Dosage correspondant (mg/l ou g/m ³)	2,5	3	3,5	4

Temps en Heures	1/4	1/2	1	2	3	4
Seau n° 1 : Dosage de 2,5mg/l						
Chlore résiduel en mg/l	0,8	0,6	0,3	0,1	0,06	0,03
Seau n° 2 : Dosage de 3mg/l ou g/m ³						
Chlore résiduel en mg/l	0,93	0,85	0,56	0,2	0,08	0,05
Seau n° 3 : Dosage de 3,5mg/l ou g/m ³						
Chlore résiduel en mg/l	0,95	0,86	0,65	0,55	0,36	0,17
Seau n° 4 : Dosage de 4mg/l ou g/m ³						
Chlore résiduel en mg/l	1,15	1,00	0,80	0,60	0,59	0,57



Résultat : Le seau n°4 correspond au bon dosage. L'eau filtrée devra ainsi être dosée à 4 mg/l de chlore soit 4 g/m³

Fiche 9 – Injecter le désinfectant (chlore)

Objectif : Régler et entretenir les pompes doseuses et les accessoires d'injection pour assurer un bon dosage en chlore



Pompe doseuse électrique

- La pompe doseuse a un débit d'injection maximum. Un curseur permet de régler le débit de la pompe doseuse en % de son débit maximum.



FICHE 9A



**Pompe doseuse à entraînement mécanique
(type Dosatron)**

- La quantité de chlore injectée est proportionnelle au débit d'eau brute qui traverse la pompe.
- Ce type de pompe doseuse est généralement utilisé lorsque l'énergie est solaire ou éolienne et que le débit d'eau filtrée est variable.



FICHE 9B



Injection manuelle

- Parfois utilisé dans les petites stations de potabilisation type batch ou ponctuellement en cas de panne de la pompe doseuse.



FICHE 9C



Cuve de solution mère de chlore

- L'hypochlorite de calcium (couramment appelé chlore) est généralement commercialisé sous forme liquide ou de grains ou en bloc;
- Chlore liquide: 1°(degré) = 3,17g/l de concentration de chlore;



FICHE 9D

Fiche 9a – Injecter le désinfectant (chlore) avec une pompe doseuse électrique

Objectif : Régler et entretenir les pompes doseuses et les accessoires d'injection pour assurer un bon dosage en chlore

Action à chaque fois que le dosage en chlore varie

1. Calculer le % du curseur de la pompe doseuse

Calcul du réglage de la pompe doseuse de chlore : méthode et exemple

Les données à connaître :

- Le débit de la pompe d'eau traitée est $Q_{ET} = 20 \text{ m}^3/\text{h}$;
- Les résultats de la demande en chlore donne un dosage en chlore de $C = 4 \text{ mg/l}$ (ou g/m^3);
- La concentration de la solution mère fixée à $C_m = 10 \text{ g/l}$;
- La pompe doseuse débite $Q_{pd} = 25 \text{ l/h}$ réglée à 100 %;

Calcul :

- La quantité de chlore qui doit être envoyée au décanteur par heure de fonctionnement est :

$$P = Q_{ET} \times C = 20 \text{ m}^3/\text{h} \times 4 \text{ g/m}^3 = 80 \text{ g/h}$$

- Le volume de solution mère correspondant à 80g de chlore (débit de la pompe doseuse) es t:

$$V = M / C_m = 80 \text{ g/h} : 10 \text{ g/l} = 8 \text{ l/h}$$

- Le réglage de la pompe doseuse est :

$$\% = V \times 100 / Q_{pd} = 8 \text{ l/h} \times 100 : 25 \text{ l/h} = 32 \%$$

2. Régler le curseur de la pompe doseuse




Action mensuelle

Entretien et nettoyer les accessoires

- Nettoyer la crépine d'aspiration
- Nettoyer la canne d'injection
- Nettoyer les tuyaux : Aspirer de l'eau claire
- Vidanger et nettoyer la cuve de solution mère



 Pour plus de détails concernant la maintenance se référer au manuel du fournisseur de la pompe doseuse.

Fiche 9b – Injecter le désinfectant (chlore) avec une pompe doseuse à entraînement mécanique: Dosatron

Objectif : Régler et entretenir les pompes doseuses et les accessoires d'injection pour assurer un bon dosage en chlore

Action à chaque fois que le dosage en chlore varie

Calcul du réglage de la pompe doseuse de chlore : méthode et exemple

Principe :

- La quantité de chlore injectée est proportionnelle au volume d'eau qui traverse la pompe doseuse :
- Débit pompe doseuse (en L/h) = Débit pompe eau brute (en L/h) x % réglage,**

Exemple : Le réglage de la pompe doseuse à 1% signifie que lorsque 100L d'eau filtrée traversent la pompe doseuse, 1 L de la solution mère est injectée.

Les données à connaître :

- Le résultat de la demande en chlore donne un dosage en chlore de $C = 3 \text{ mg/l}$ (ou g/m^3) ;
 - La concentration de la solution mère de chlore est $C_m = 1 \text{ g/l} = 1\,000 \text{ mg/l}$
- % = $C_j/C_m = 3\text{g/l} \times 100 : 1\,000 \text{ mg/l} = 0,3\%$**

Il faut régler le curseur du dosatron sur 0,3%


Action mensuelle

Entretien et nettoyer les accessoires

- Nettoyer la crépine d'aspiration
- Nettoyer les tuyaux : Aspirer de l'eau claire
- Vidanger et nettoyer la cuve de solution mère



2. Régler le curseur du dosatron

 Pour plus de détails concernant la maintenance se référer au manuel du fournisseur de la pompe doseuse.



Fiche 9c – Injecter manuellement le chlore (cas de panne de la pompe doseuse)

Objectif : Doser le chlore pour obtenir un bon taux de chlore résiduel en tête et en bout de réseau

Action à entreprendre en cas de panne de la pompe doseuse

Lorsque la pompe doseuse est en panne, le chlore est injecté directement au château suivant ce principe:

- Fermer la vanne de distribution du réseau et remplir pleinement le château;
- Dissoudre dans de l'eau filtrée la quantité de chlore à verser dans le château (voir tableau);
- Verser toute la solution dans le château et attendre un minimum de 30mn (temps de contact);
- Ouvrir la vanne de distribution;

Suivant la capacité (V) du château et le dosage retenu (C), nous donnons dans ce tableau quelques exemples de quantité de chlore (M) à ajouter: $M = C \times V$

N°	Dosage Retenu pour le chlore(g/m ³)	Quantité de chlore ajoutée (en g) dans le château d'eau							
		CE de 20 m ³	CE de 25m ³	CE de 30m ³	CE de 40m ³	CE de 50m ³	CE de 60m ³	CE de 80m ³	CE de 100m ³
1	2,5	50	62,5	75	100	125	150	200	250
2	3	60	75	90	120	150	180	240	300
3	3,5	70	87,5	105	140	175	210	280	350
4	4	80	100	120	160	200	240	320	400
5	5	100	125	150	200	250	300	400	500

Fiche 9d – Préparer la solution mère de désinfectant (chlore) et entretenir la cuve

Objectif : Nettoyer les dépôts accumulés au fond de la cuve, et éviter les erreurs de calcul lorsque la concentration de la solution mère est modifiée

Action

Déterminer la concentration de la solution mère (idem sulfate) mais max 5 jours pour éviter des pertes de concentration.

Action quotidienne

Préparer la cuve de solution mère de chlore

Action mensuelle

Entretien et nettoyer les accessoires

- Vidanger et nettoyer la cuve de solution mère



Si la cuve est vide

- V_{total} = volume totale de la cuve en litres
- C_m = concentration de la solution mère

$$M_{\text{Cl}} = V_{\text{total}} \times C_m$$

Exemple : pour préparer 50 litres d'une solution mère de chlore de concentration 10 g/l

- Remplir la cuve avec de l'eau potable jusqu'au maximum :

$$V_{\text{total}} = 250 \text{ litres}$$

- Ajouter la quantité de chlore suivante :

$$M_{\text{Cl}} = 250 \text{ litres} \times 10 \text{ g/l} = 2\,500 \text{ g} = 2,5 \text{ kg}$$

Concentration solution mère souhaitée en g / litre ou g / m ³	Quantité de chlore à ajouter en gramme				
	Cuve de 50 litres	Cuve de 100 litres	Cuve de 200l	Cuve de 250 l	Cuve de 300 l
4	200	400	800	1 000	1 200
5	250	500	1 000	1 250	1 500
6	300	600	1 200	1 500	1 800
8	400	800	1 600	2 000	2 400
10	500	1000	2 000	2 500	3 000
20	1000	2000	4 000	5 000	6 000

Si la cuve contient un volume V_1 de solution mère

- V_{total} = volume totale de la cuve
- C_{m1} = concentration de la solution mère restant dans la cuve
- C_{m2} = concentration de la solution mère souhaitée

$$M_{\text{Cl}} = V_{\text{total}} \times C_{m2} - V_1 \times C_{m1}$$

Exemple pour préparer une solution mère de 10g/l

- La cuve contient 50 litres de solution mère à 6 g/litre
- Remplir la cuve avec de l'eau potable jusqu'au maximum

$$V_{\text{total}} = 250 \text{ litres}$$

- Ajouter la quantité de chlore suivante :

$$M_{\text{Cl}} = 250 \text{ litres} \times 10 \text{ g/l} - 50 \text{ litres} \times 6 \text{ g/l} = 2\,200 \text{ g} = 2,2 \text{ kg}$$

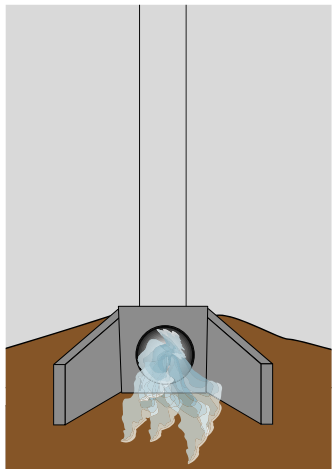
- Bien remuer jusqu'à dissolution complète du chlore
- Remuer régulièrement la solution mère ou actionner l'agitateur au cours du pompage.

Fiche 10 – Entretien des réservoirs de stockage

Objectif : Nettoyer le réservoir pour éviter la contamination de l'eau traitée et l'accumulation des dépôts

Action semestrielle

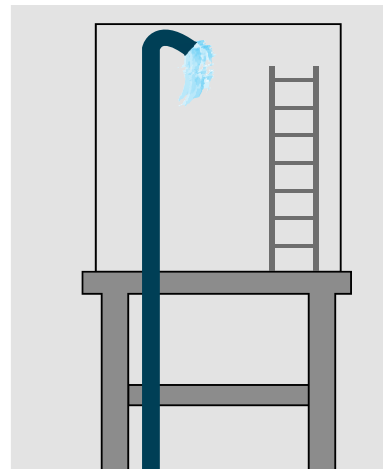
- Vidanger le réservoir (château d'eau ou autre)
- Rincer la cuve à l'eau chlorée avec une concentration en chlore de 10 mg/l
- Rincer la cuve à l'eau potable



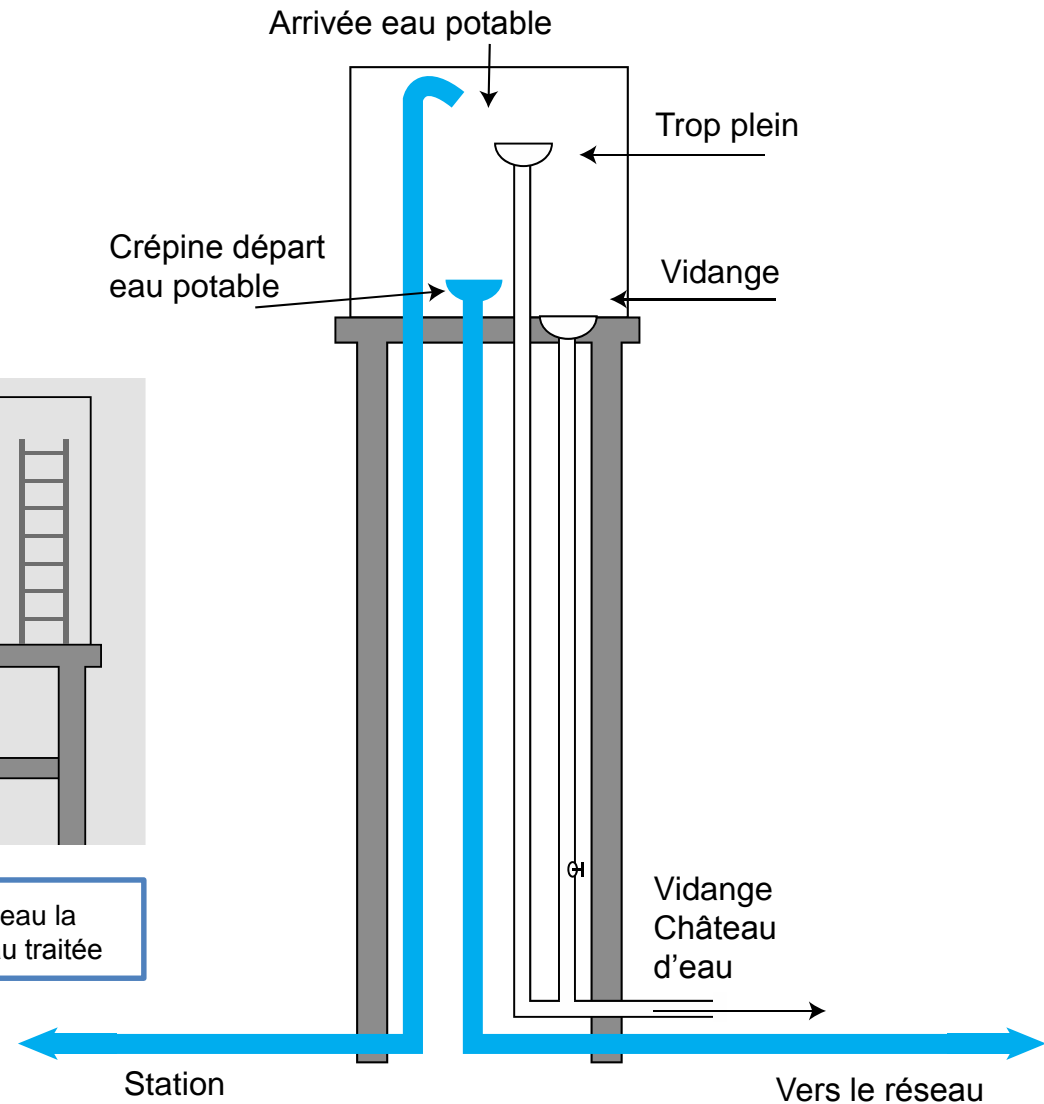
Vidanger le château d'eau



Rincer la cuve du château



Remplir à nouveau la cuve avec de l'eau traitée



PARTIE V

Suivi de la qualité de l'eau

Fiche 11 – Suivre les paramètres de la qualité de l'eau

Objectif : Vérifier le fonctionnement du traitement et la qualité de l'eau

Action quotidienne

Eau brute

- Mesure de la turbidité
- Mesure du pH

Eau décantée

- Mesure de la turbidité = la turbidité de l'eau décantée doit être inférieure à 10 NTU

Eau traitée

- Mesure de la turbidité = la turbidité de l'eau traitée doit être inférieure à 5 NTU
- Mesure du pH = le pH de l'eau traitée doit être compris entre 6,5 et 8,5

Action hebdomadaire

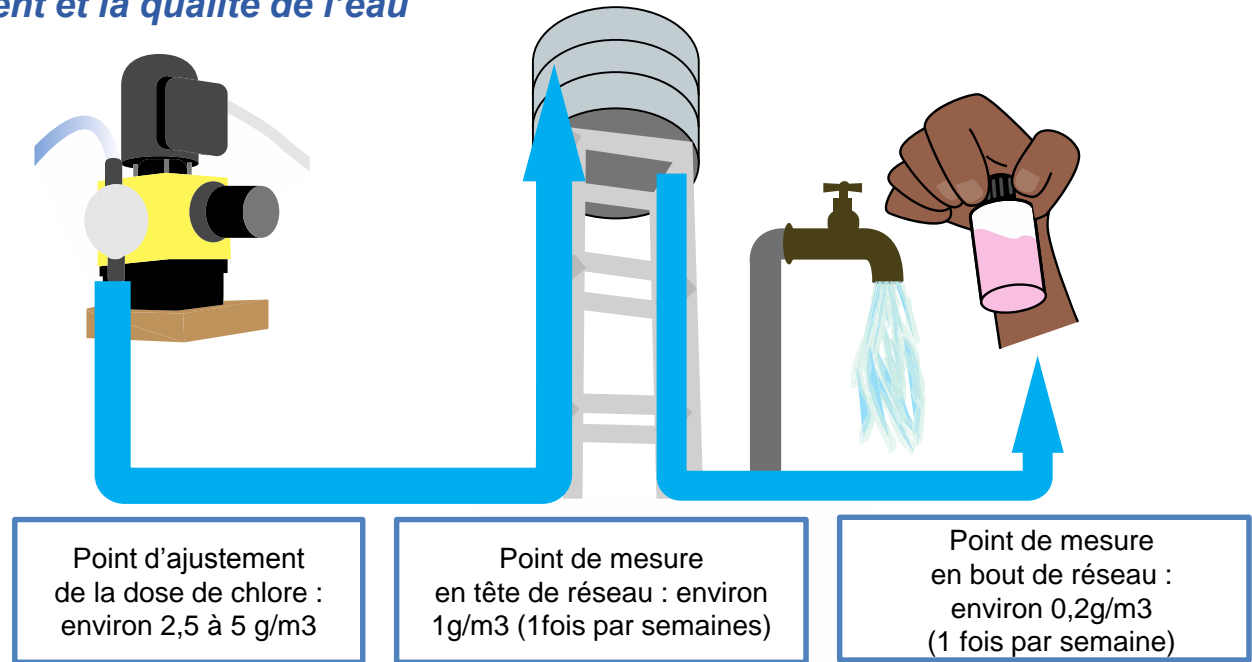
Eau distribuée

- Mesure du chlore résiduel au niveau du château d'eau ou en « tête de réseau » = le chlore résiduel doit être supérieur à 1mg/l
- Mesure du chlore résiduel et de la turbidité au niveau de plusieurs points d'eau du réseau
- En tout point du réseau, le chlore résiduel doit être supérieur à 0,2mg/l = choisir des points de contrôle en bout du réseau d'eau
- La turbidité de l'eau potable doit être inférieure à 5 NTU et le pH compris entre 6,5 et 8,5

Action annuelle

Eau distribuée

- Analyses bactériologiques (coliformes totaux, coliformes fécaux) : 0 colonie
- Analyses physico-chimiques (analyses complètes) : comparé aux directives OMS



ATTENTION

Avant d'effectuer un relevé de chlore résiduel, laisser un temps de contact de 30 minutes minimum. C'est le temps nécessaire au chlore pour réagir et éliminer les bactéries.