

*Affaires municipales,  
Sport et Loisir*

**Québec** 

# **MODÈLE DE MANUEL D'EXPLOITATION DES INSTALLATIONS DE PRODUCTION D'EAU POTABLE**

**Octobre 2003**

Direction des infrastructures  
Aile Chauveau, 2<sup>e</sup> étage  
10, rue Pierre-Olivier-Chauveau  
Québec (Québec) G1R 4J3  
Téléphone : (418) 691-2005  
Télécopieur : (418) 646-1875  
[www.mamsl.gouv.qc.ca](http://www.mamsl.gouv.qc.ca)

## TABLE DES MATIÈRES GÉNÉRALE

<b>AVERTISSEMENT</b> .....	(1 page)
<b>PRÉAMBULE</b> .....	(2 pages)
<b>CHAPITRE 1 INTRODUCTION</b> .....	(6 pages)
<b>CHAPITRE 2 DESCRIPTION SOMMAIRE ET DÉBITS DE CONCEPTION</b> .....	(10 pages)
<b>CHAPITRE 3 CAPTAGE DES EAUX SOUTERRAINES</b> .....	(37 pages)
Annexe 3-1 Rapport hydrogéologique.....	(1 page)
Annexe 3-2 Qualité de l'eau aux puits d'alimentation, résultats d'analyse ..	(2 pages)
Annexe 3-3 Journal d'exploitation, poste d'alimentation .....	(2 pages)
<b>CHAPITRE 4. TRAITEMENT DU FER ET DU MANGANÈSE</b> .....	(31 pages)
Annexe 4-1 Journal d'exploitation .....	(4 pages)
<b>CHAPITRE 5. LA DÉSINFECTION</b>	
<b>5.1 Désinfection au chlore associée à un bassin de contact</b> .....	(43 pages)
Annexe 5-1 Fiches du journal d'exploitation.....	(3 pages)
<b>5.2 Désinfection par rayonnement ultraviolet</b>	
5.2.1 Système Wedeco (15 pages)	
5.2.2 Système Trojan (13 pages)	
Annexe 5-2 Fiche du journal d'exploitation.....	(2 pages)
<b>CHAPITRE 6. RÉSERVOIR D'EAU TRAITÉE</b> .....	(13 pages)
Annexe 6-1 Journal d'exploitation .....	(2 pages)
Annexe 6-2 Procédures de désinfection de l'AWWA.....	(7 pages)
<b>CHAPITRE 7. POMPAGE DE DISTRIBUTION</b> .....	(26 pages)
Annexe 7-1 Journal d'exploitation .....	(4 pages)
<b>CHAPITRE 8. LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL RELIÉES AU CAPTAGE DES EAUX SOUTERRAINES</b> .....	(22 pages)
Annexe 8-1 La procédure d'entrée en espace clos .....	(14 pages)
Bibliographie .....	(2 pages)
<b>CHAPITRE 9. DIVERS</b>	
9.1 Abréviations.....	(1 page)
9.2 Glossaire .....	(5 pages)
9.3 Table de conversion .....	(3 pages)

## AVERTISSEMENT

*Chaque élément du système présenté ci-après a été retenu parmi plusieurs ouvrages existants ou en cours de réalisation en fonction de sa compatibilité avec la nouvelle réglementation.*

*Il ne faut pas oublier qu'il s'agit ici d'un **modèle** de manuel d'exploitation pour des installations de production d'eau potable. La cohérence entre les éléments présentés aux différents chapitres est donc incomplète.*

## PRÉAMBULE

L'adoption du nouveau *Règlement sur la qualité de l'eau potable (juin 2002 Q-2, r.18.1.1)* a conduit de nombreuses petites municipalités s'alimentant en eau de surface par une simple désinfection à initier des projets visant soit à s'alimenter en eau souterraine soit à améliorer significativement leur traitement. Les différents programmes d'infrastructures ont, de plus, permis la réalisation de nombre de ces projets.

Conscient qu'une mauvaise exploitation pourrait limiter la performance de ces nouveaux ouvrages, le ministère des Affaires municipales, du Sport et du Loisir (MAMSL) a choisi de favoriser le transfert des connaissances du concepteur vers l'exploitant par le support d'un manuel d'exploitation. Le MAMSL incite donc les municipalités à se doter de cet outil de travail dont les frais de préparation sont rendus admissibles aux subventions accordées. De plus, ce type de document permet de regrouper et conserver l'ensemble de l'information que le nouvel exploitant sera appelé à consulter.

Le document présenté ci-après regroupe des **modèles** de manuel d'exploitation pour quelques-uns des maillons les plus courants de la chaîne d'alimentation, traitement et distribution d'eau potable pour les petites municipalités. Le concepteur pourra ainsi utiliser les chapitres qui s'appliquent à son projet et ainsi gagner du temps lors de la rédaction, tout en respectant un contenu relativement uniforme. De plus, la table des matières pourra servir de modèle pour les procédés qui n'ont pas été couverts.

Bien que nous ayons eu le souci de maintenir la plus grande cohésion possible entre les chapitres, ces derniers ont été basés sur des projets récents qui ont été choisis dans différentes municipalités. C'est ainsi que l'alimentation en eau souterraine peut être basée sur un débit donné et le traitement d'enlèvement du fer et du manganèse qui suit peut avoir une capacité bien différente. Cette remarque ne sera pas reprise à chacun des chapitres. Finalement, mentionnons que, dans certains cas, nous avons cru bon de donner des indications au rédacteur; elles figurent alors en italique et entre les symboles { }.

Le rédacteur devra, dans la mesure du budget disponible, rédiger le manuel pour l'ensemble des ouvrages d'alimentation, traitement et distribution couverts par le présent document même si le projet qu'il réalise ne concerne que l'un des maillons. On notera cependant que le réseau de distribution n'est présenté que succinctement. **Les chapitres 1, 2 ainsi que 8 et 9 devraient se retrouver dans tous les manuels.**

Le manuel d'exploitation s'adresse à un exploitant qui a déjà reçu une formation et lui présente les caractéristiques et particularités des ouvrages sans revenir sur les principes de fonctionnement. En ce sens, l'opérateur pourrait avoir besoin de retourner dans ses documents de formation. Le manuel se veut également un complément essentiel aux informations contenues dans les manuels de service remis par les fournisseurs et les entrepreneurs.

La réalisation de ce document a été rendu possible grâce à la collaboration de l'équipe de rédaction constituée de Jean-François Bergeron (Axeau), René Bilodeau (BPR), Gaston Marcil (LBH), Michel Lalonde (Groupe Séguin), Éline Guénette (Eau Service), Antoine Laporte (ville de Repentigny) ainsi que d'Alain Lavoie et Jean-Pierre Beaumont du MAMSL. L'équipe était dirigée par Hubert Demard (RÉSEAU environnement). Notons la participation de Marie-Christine Courte du MAMSL, Denis Dion de la municipalité de Saint-Damien-de-Buckland, Benoît Benoît, Donald Ellis du MENV et de Denis Brisson, d'Infrastructures-Québec. Monique Lacharité de RÉSEAU environnement et Sophie Rousseau du MAMSL ont procédé à la mise en forme de la première version complète du document.

Les commentaires sur ce document peuvent être adressés à Jean-Pierre Beaumont, ingénieur, de la Direction des infrastructures du MAMSL.

## CHAPITRE 1

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>1-3</b>
1.1 Personnes-ressources .....	1-4
1.2 Liste des fournisseurs .....	1-5
1.3 Documentation .....	1-6
1.3.1 Travaux en cours .....	1-6
1.3.2 Ouvrages existants .....	1-6
1.3.3 Autres documents de référence .....	1-6



## 1. INTRODUCTION

Le manuel d'exploitation constitue un guide pratique pour l'opération et l'entretien des ouvrages de captage, de traitement et de distribution de l'eau potable de la municipalité d'Aqueduc. Il s'adresse autant à l'opérateur qu'à son superviseur technique. Il a pour objectif de réunir et condenser les données propres aux ouvrages construits ou modifiés, dans le cadre d'un programme d'aide financière du ministère des Affaires municipales, du Sport et du Loisir (MAMSL). Dans la mesure du possible, l'information disponible relative aux ouvrages antérieurs a également été récupérée et regroupée afin de présenter l'ensemble le plus cohérent possible.

Typiquement, le manuel d'exploitation reprend les principaux éléments de conception des ouvrages et, pour chaque équipement, décrit sa fonction, ses caractéristiques et son opération. L'entretien est également abordé, le plus souvent en référence aux documents livrés par le fournisseur. Finalement on y retrouve également une méthode et des outils pour suivre et documenter le fonctionnement des ouvrages, incluant les paramètres qui doivent figurer dans le registre que l'opérateur doit tenir afin de respecter le *Règlement sur la qualité de l'eau potable*.

Le manuel d'exploitation a été rédigé en considérant que le personnel affecté à l'opération des installations détient la formation requise en traitement de l'eau de consommation et qu'il possède les qualités et habiletés nécessaires afin de planifier et réaliser toutes les tâches d'entretien regroupées dans ce manuel. L'opérateur aura donc besoin de se référer à ses documents de formation s'il souhaite revenir aux connaissances de base sur les procédés.

L'opérateur joue un rôle primordial et représente un facteur déterminant dans :

- la qualité de l'eau traitée et distribuée au consommateur, entre autres en relation avec le *Règlement sur la qualité de l'eau*;
- la qualité du service assuré à la population en maintenant la continuité du service tout en respectant les critères de pression reconnus;
- l'optimisation de l'opération qui peut réduire sensiblement les coûts (électricité, produits chimiques);
- la qualité de l'entretien des équipements qui, à son tour, affecte directement les coûts tant à court terme (réparations) qu'à moyen et long termes (remplacement de pièces ou d'équipement).

Le manuel d'exploitation lui fournira une aide précieuse en ce sens. Il est structuré selon une démarche simple de l'alimentation jusqu'à la distribution en passant par le traitement, sujets dont il est question dans les chapitres 1 à 7. Le chapitre 8 regroupe l'information relative à la sécurité des employés dans l'opération et l'entretien des ouvrages. Finalement, le chapitre 9 présente un glossaire et une table de conversion des principales unités utilisées.

## 1.1 PERSONNES-RESSOURCES

Propriétaire :

**Municipalité de** \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Tél. : \_\_\_\_\_ Fax. : \_\_\_\_\_

Adresse électronique : \_\_\_\_\_

Secrétaire-trésorier : \_\_\_\_\_

Opérateur : \_\_\_\_\_

**Ingénieur :**

Firme \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Tél. : \_\_\_\_\_ Fax. : \_\_\_\_\_

Chargé de projet : \_\_\_\_\_

Adresse électronique : \_\_\_\_\_

**Architecte :**

Firme \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Tél. : \_\_\_\_\_ Fax. : \_\_\_\_\_

Chargé de projet : \_\_\_\_\_

Adresse électronique : \_\_\_\_\_

**Entrepreneur général :**

Firme \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Tél. : \_\_\_\_\_ Fax. : \_\_\_\_\_

Chargé de projet : \_\_\_\_\_

Adresse électronique : \_\_\_\_\_

**Entrepreneur en mécanique de procédé :**

Firme \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Tél. : \_\_\_\_\_ Fax. : \_\_\_\_\_

Chargé de projet : \_\_\_\_\_

Adresse électronique : \_\_\_\_\_

**Entrepreneur en électricité:**

Firme \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Tél. : \_\_\_\_\_ Fax. : \_\_\_\_\_

Chargé de projet : \_\_\_\_\_

Adresse électronique : \_\_\_\_\_

**1.2 LISTE DES FOURNISSEURS**

*{Dans le présent exemple, la liste de fournisseurs correspond aux ouvrages de traitement du fer et du manganèse.}*

Description	Fournisseur Nom/Adresse/Téléphone	Référence aux manuels de service
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtres sous pression</li> <li>• Tour d'oxydation</li> <li>• Pot-émulseur</li> <li>• Équipements de laboratoire</li> </ul>	John Meunier inc. 4105, rue Sartelon Ville St-Laurent (Québec) H4S 2B3 Tél : 514-334-7230 Fax : 514-334-5070 M. Simon Daoust	4 manuels
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vannes papillon Keystone</li> <li>• Vanne Clayton</li> <li>• Accessoires de tuyauterie</li> </ul>	Preston Phipps inc. 6 400, rue Van Abeele Saint-Laurent QC H4S 1R9 Tél.: 514-333-5340 Fax : 514-333-6680 M. Phillippe Grenier	1 manuel
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surpresseur Hibon et équipements connexes incluant panneau de contrôle</li> </ul>	Hibon inc. 12 055 Côte de Liesse Dorval QC H9P 1B4 Tél.: 514-631-3501 Fax : 514-631-3502 M. Denis Labarre	1 manuel

### 1.3 DOCUMENTATION

Les listes suivantes regroupent les documents correspondant aux travaux en cours de réalisation ainsi qu'aux ouvrages existants. Ces documents peuvent être consultés pour l'obtention d'information supplémentaire ou de conseils sur l'opération et l'entretien des équipements.

#### 1.3.1 Travaux en cours

- Manuel d'opération et d'entretien – Mécanique, par Hydro-Mécanique
- Manuel d'opération et d'entretien – Électricité par Richard Poirier et Frères
- Manuels d'instructions – Équipement de traitement par John Meunier inc.
- Plans annotés « TEL QUE CONSTRUIT », par AXOR, consultants

#### 1.3.2 Ouvrages existants

- Puits :
  - Manuel d'opération et d'entretien, 2 tomes par Hydro-Mécanique Construction inc., 1992
  - Plans par BPR, 1991-12
- Réservoir et poste de pompage :
  - Manuel d'opération et d'entretien, par Hydro-Mécanique Construction inc., 1996
  - Plans par BPR, 1996
- Plans du réseau de distribution, par BPR 1980 et 1995
- Route de rinçage du réseau de distribution, par Aquadata 1999

#### 1.3.3 Autres documents de référence

- Règlement sur la qualité de l'eau potable, *ministère de l'Environnement du Québec 2001*
- Guide de conception des installations de production d'eau potable – Volume I et II, *MENV et MAMM 2002*

## CHAPITRE 2

<b>2.</b>	<b>DÉBITS DE CONCEPTION ET DESCRIPTION SOMMAIRE .....</b>	<b>2-3</b>
2.1	Débits de conception.....	2-3
2.2	Captage .....	2-4
2.3	Traitement, emmagasinement, pompage et distribution .....	2-6
	2.3.1 Traitement du fer et du manganèse .....	2-6
	2.3.2 Désinfection .....	2-6
	2.3.3 Emmagasinage .....	2-6
	2.3.4 Pompage.....	2-9
2.4	Réseau de distribution.....	2-9



## 2. DÉBITS DE CONCEPTION ET DESCRIPTION SOMMAIRE

Cette section résume les données relatives aux débits de conception. On y retrouve également chacun des éléments constituant le système d'alimentation, de traitement, de stockage de l'eau ainsi que de sa distribution. La figure 2.1 présente la localisation de ces éléments.

### 2.1 DÉBITS DE CONCEPTION

Le tableau ci-dessous résume les débits utilisés lors de la conception.

Description	Nombre d'unités	Consommation unitaire (m <sup>3</sup> /d)	débit (m <sup>3</sup> /d)
<i>Population / résidences unifamiliales</i>			
Actuelles 1996 (personnes)	353	0,25	88,25
Futures 2006 (personnes)	369	0,25	92,25
<i>Population / résidences saisonnières</i>	78	0,2	15,60
<i>Population / 11 H.L.M. (personnes)</i>	22	0,25	5,50
<i>Fermes</i>	9	0,65	5,85
<i>Restaurant 1x (places)</i>	52	0,15	7,80
<i>Bar 1x (capacité)</i>	42	0,04	1,68
<i>École primaire St-Louis (élèves)</i>	100	0,06	6,00
<i>Industrie</i>			35,80
<i>Fuites (km linéaires de conduites)</i>	3,62	10	36,20
<b>TOTAL</b> Conditions actuelles (1996)			202,68
Conditions futures (2006)			206,68
<b>Critères de conception retenus</b>			
- Débit moyen journalier			207,00
- Débit maximal journalier	(F.P. : 1,6)		331,20
- Débit maximal horaire	(F.P. x 2,5)		517,50
- Débit incendie			3,0 l/s

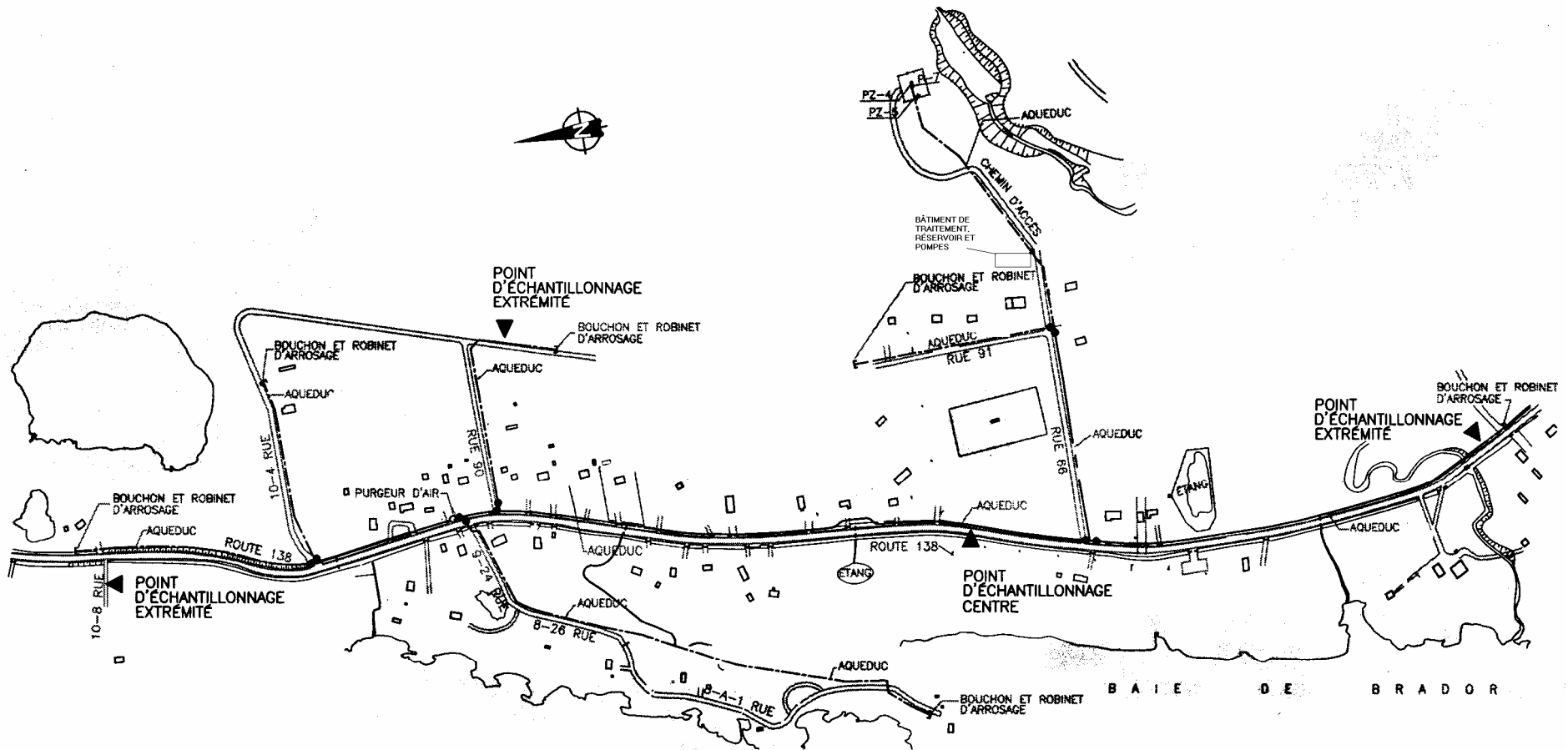
On notera les débits réels mesurés en 2002 :

- moyen annuel : 198 m<sup>3</sup>/d,
- maximal journalier : 315 m<sup>3</sup>/d (en août),
- maximal horaire : 495 m<sup>3</sup>/d (en août)
- minimal horaire : 62 m<sup>3</sup>/d (en octobre).

## **2.2 CAPTAGE**

Le captage de l'eau souterraine est réalisé par deux (2) puits d'une capacité de 350 m<sup>3</sup>/d accessibles à partir de la rue 66. Ils ont été construits en 1985 en zone agricole et un consultant travaille actuellement à définir le périmètre de protection en fonction de la nouvelle réglementation. Le niveau moyen de la nappe est de 123,2 m et se situe ainsi à 31 m de profondeur. Les pompes submersibles refoulent l'eau par une conduite de 100 mm de diamètre vers le bâtiment de traitement

Figure 2.1 - Schéma de l'ensemble puits, traitement, réservoir, pompe de distribution et réseau



## 2.3 TRAITEMENT, EMMAGASINAGE, POMPAGE ET DISTRIBUTION

Ces éléments sont tous situés dans le même bâtiment présenté à la figure 2.2.

### 2.3.1 Traitement du fer et du manganèse

Le traitement débute par une oxydation à l'air du fer et partiellement du manganèse. L'opération se réalise dans un pot émulseur qui met en contact de l'air comprimé et l'eau brute. À la sortie de la tour d'oxydation, une solution de permanganate de potassium est injectée dans l'eau afin de permettre l'oxydation et la précipitation du manganèse dans les filtres. L'eau passe alors à travers deux filtres au sable vert installés en parallèle. La figure 2.3 présente le schéma du procédé.

Un point d'injection d'hypochlorite de sodium a été prévu en aval du pot émulseur pour effectuer, au besoin, une oxydation plus poussée du fer et du manganèse.

La capacité de traitement est de 350 m<sup>3</sup>/d.

### 2.3.2 Désinfection

Le projet de la municipalité d'Aqueduc comprend une chloration suivie d'une réserve d'opération.

*{Le guide présente également 2 exemples de désinfection aux U.V.}*

L'hypochlorite de sodium est injecté proportionnellement au débit en tête d'une réserve dédiée. [La figure 2.4 ne montre pas une réserve dédiée. Une telle réserve est illustrée aux figures 5.1.2 et 5.1.3]

L'objectif est de maintenir une concentration résiduelle de 0,3 mg/l à la sortie, à moins qu'une valeur plus élevée soit requise pour respecter le *Règlement sur la qualité de l'eau potable*. L'eau chlorée s'écoule ensuite par gravité vers le réservoir d'opération.

La capacité de désinfection est de 350 m<sup>3</sup>/d.

### 2.3.3 Emmagasiner

Le réservoir est constitué de deux (2) cellules d'une capacité de 1 300 m<sup>3</sup> chacune. Ce volume permet de faire face aux variations horaires ainsi qu'à la demande pour la lutte contre les incendies.

Figure 2.2 - Ensemble traitement, stockage, pompage de distribution

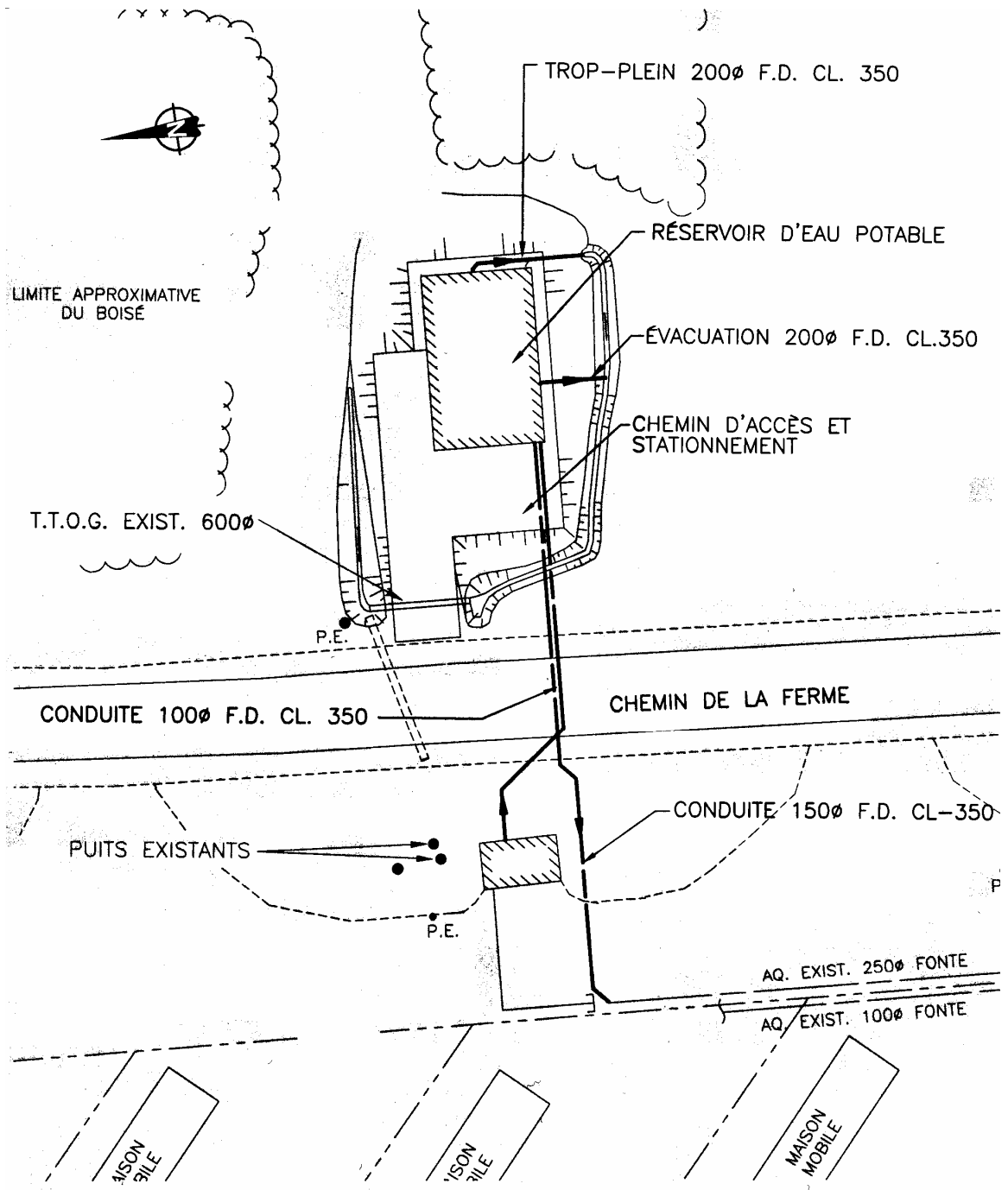
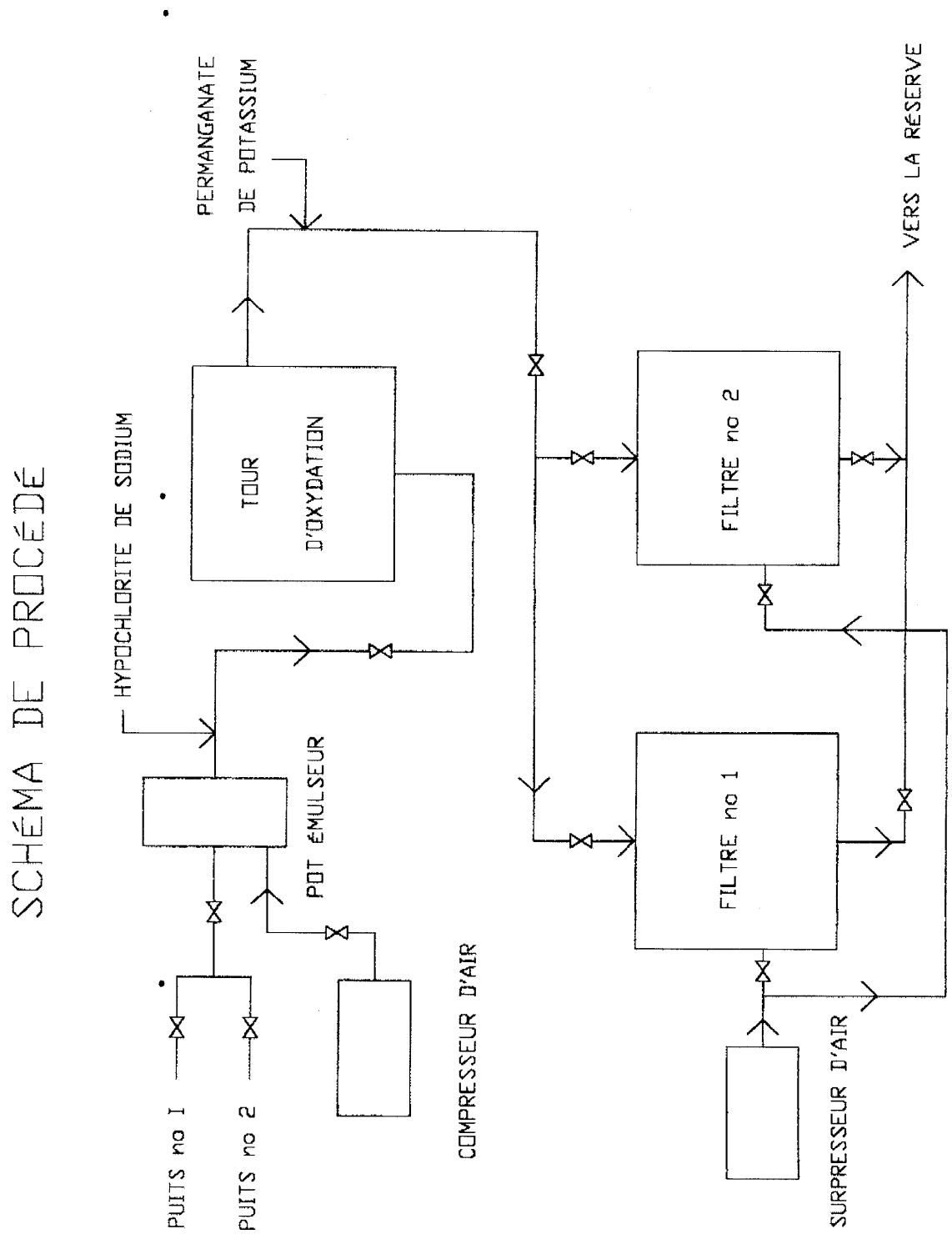


Figure 2.3 - Schéma du procédé d'enlèvement du fer et du manganèse



### 2.3.4 Pompage

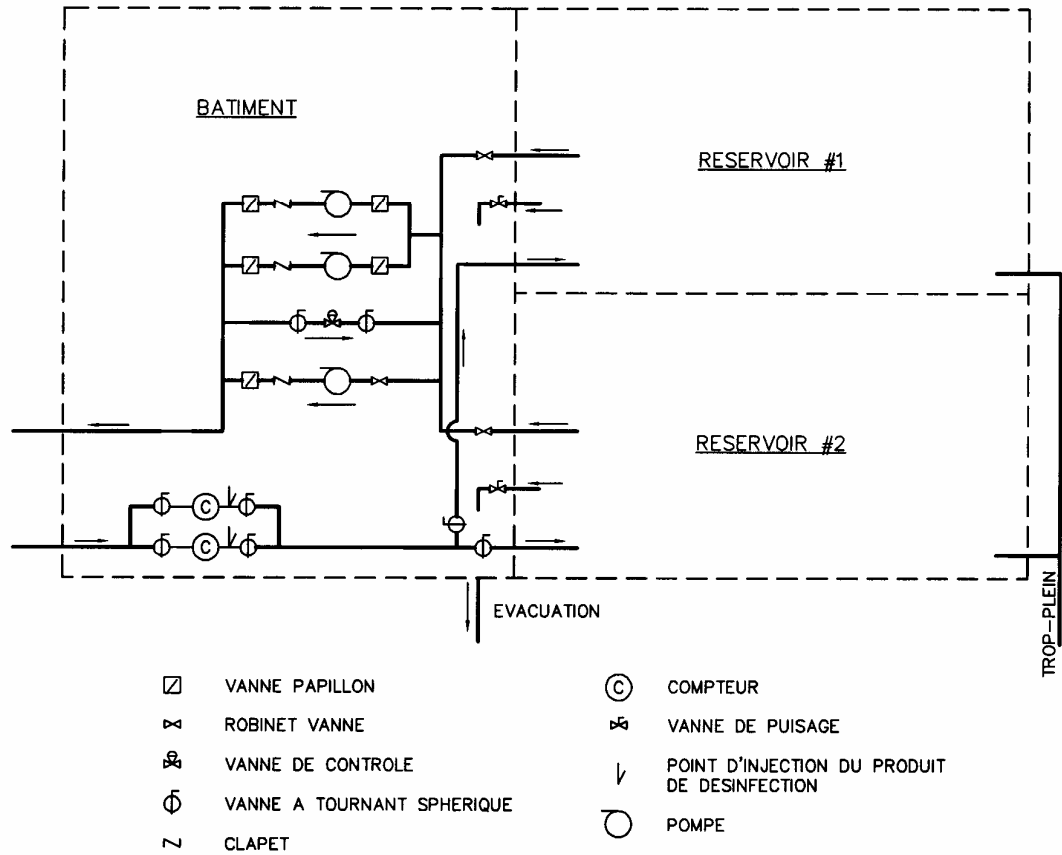
Deux (2) pompes de 36 l/s à turbine verticale à vitesse variable assurent la distribution en opération normale. Une pompe existante de 30 l/s, à turbine verticale entraînée par un moteur électrique à vitesse fixe, est utilisée uniquement en cas de défaut d'une des deux pompes à vitesse variable. L'ancienne pompe incendie, à turbine verticale entraînée par moteur diesel, est maintenant utilisée uniquement en cas de panne électrique (voir figure 2.4).

## 2.4 RÉSEAU DE DISTRIBUTION

Le réseau d'eau potable dessert environ 350 personnes sur 3 620 m. La figure 2.1 déjà mentionnée présente son tracé. Les premières conduites datant des années 1950 ont déjà été remplacées. Aussi, tout le réseau est constitué de conduites de plastique de 150 mm et 200 mm de diamètre dimensionnées pour la protection incendie. La pression est de l'ordre 450 kPa (65 psi).

La figure 2.1 présente également les points considérés comme des extrémités aux fins de l'application du *Règlement sur la qualité de l'eau potable*. L'exploitant est responsable du choix de son point d'échantillonnage. Il doit choisir un point représentatif de l'extrémité de réseau, car c'est l'endroit le plus susceptible de subir la plus grande dégradation de la qualité de l'eau et la formation maximale de THM. La municipalité peut obtenir, sur demande, une validation de la localisation de ces points d'échantillonnage auprès de la Direction régionale du MENV.

Figure 2.4 – Schéma pompage - réservoir



### CHAPITRE 3

<b>3.</b>	<b>CAPTAGE DES EAUX SOUTERRAINES .....</b>	<b>3-3</b>
3.1	Paramètres de conception .....	3-3
3.1.1	Débit.....	3-3
3.1.2	Système de captage.....	3-3
3.2	Caractéristiques des ouvrages de captage.....	3-4
3.2.1	Formation aquifère.....	3-4
3.2.2	Caractéristiques des puits d'alimentation .....	3-4
3.3	Description détaillée des équipements.....	3-7
3.3.1	Équipements de procédé .....	3-7
3.3.1.1	Pompe submersible .....	3-11
3.3.1.2	Sonde de niveau .....	3-13
3.3.1.3	Adapteur coulisseau.....	3-14
3.3.1.4	Interrupteur haute et basse pression.....	3-15
3.3.1.5	Vanne de contrôle de pression .....	3-15
3.3.1.6	Réservoir hydropneumatique.....	3-16
3.3.1.7	Compteur d'eau et tamis .....	3-17
3.3.1.8	Conduite d'amenée .....	3-18
3.3.1.9	Autres équipements de mécanique.....	3-19
3.3.1.10	Opération des vannes .....	3-19
3.3.2	Système de contrôle .....	3-19
3.3.2.1	Généralités .....	3-19
3.3.2.2	Séquence de contrôle de la pompe du puits.....	3-21
3.3.3	Alimentation et distribution électrique .....	3-22
3.3.4	Ventilation et chauffage.....	3-24
3.4	Contrôle du procédé.....	3-24
3.4.1	Débit pompé.....	3-25
3.4.2	Niveau de la nappe phréatique.....	3-25
3.4.3	Pression d'opération.....	3-25
3.4.4	Qualité de l'eau souterraine .....	3-26
3.4.5	Journal d'exploitation .....	3-26
3.5	Procédures d'opération particulière .....	3-27
3.5.1	Généralités .....	3-27
3.5.2	Réhabilitation d'un puits.....	3-28
3.5.3	Désinfection d'un puits.....	3-31
3.6	Entretien préventif .....	3-33
3.6.1	Généralités .....	3-33
3.6.2	Pièces de rechange .....	3-33
3.7	Problème et solutions.....	3-34
Annexe 3-1	Rapport hydrogéologique.....	3-39
Annexe 3-2	Qualité de l'eau aux puits d'alimentation, résultats d'analyse .....	3-41
Annexe 3-3	Journal d'exploitation, poste d'alimentation.....	3-43



### 3. CAPTAGE DES EAUX SOUTERRAINES

#### 3.1 PARAMÈTRES DE CONCEPTION

La conception du système de captage d'eaux souterraines vise essentiellement à desservir la population de la zone urbanisée de la municipalité d'Aqueduc. Les données générales sont relatives aux objectifs du système implanté et ne sont valables que dans ce contexte.

##### 3.1.1 Débit

Les débits de conception retenus pour les présents ouvrages de captage sont les suivants :

- Conditions actuelles (2000) = 200 m<sup>3</sup>/d
- Conditions futures (2010) = 207 m<sup>3</sup>/d

Conséquemment, le système de captage doit rencontrer les conditions de débit suivantes, soit :

- Débit moyen journalier = 207 m<sup>3</sup>/d
- Débit maximal journalier = 331 m<sup>3</sup>/d  
(F.P. =1.6)

##### 3.1.2 Système de captage

Le système de captage d'eau souterraine est constitué de deux (2) puits d'alimentation ainsi que d'un piézomètre.

Les capacités de chaque puits sont les suivantes :

	Puits n° 1		Puits n° 2	
	m <sup>3</sup> /d	USGPM	m <sup>3</sup> /d	USGPM
Capacité maximum journalière (pompage continu)	274	50	256	47
Capacité maximum – Période intermittente (pointe quotidienne)	338	62	316	58

Pour répondre au débit moyen journalier (207 m<sup>3</sup>/d), l'utilisation d'un seul puits d'alimentation est suffisante. Le second puits d'alimentation peut être considéré comme puits d'appoint lors d'un mal fonctionnement du premier puits. Toutefois, il y a seulement le puits n° 1 qui est capable de rencontrer les conditions de débit de pointe journalière. Durant ces périodes, le personnel d'opération devra être vigilant de manière à s'assurer que le puits n° 1 soit maintenu opérationnel.

De façon à ne pas maintenir d'eau stagnante dans les puits, le mode de fonctionnement des puits d'alimentation devra s'effectuer par alternance. En cas d'arrêt sur alarme, l'autre pompe démarre automatiquement.

Enfin, le système de captage n'est pas conçu pour que les deux (2) puits d'alimentation soient sollicités en même temps.

## 3.2 CARACTÉRISTIQUES DES OUVRAGES DE CAPTAGE

### 3.2.1 Formation aquifère

Les puits d'alimentation en eau de la municipalité d'Aqueduc sont construits dans la formation rocheuse. Le socle rocheux en place est constitué d'une alternance de lits de grès et de schistes (roches friables). Une couche de dépôts meubles ayant une épaisseur moyenne de six (6) mètres recouvre le socle rocheux.

En général, les roches dures, telles que le grès, possèdent un faible pourcentage de fractures ouvertes permettant à l'eau souterraine de bien circuler. Quant à elles, les roches tendres et friables sont plus fracturées mais ces fractures sont souvent colmatées. Le type de roche dans lequel circule l'eau souterraine influence son état et son comportement. Ainsi, les types de roche qu'on retrouve en place influenceront la qualité et la quantité de l'eau.

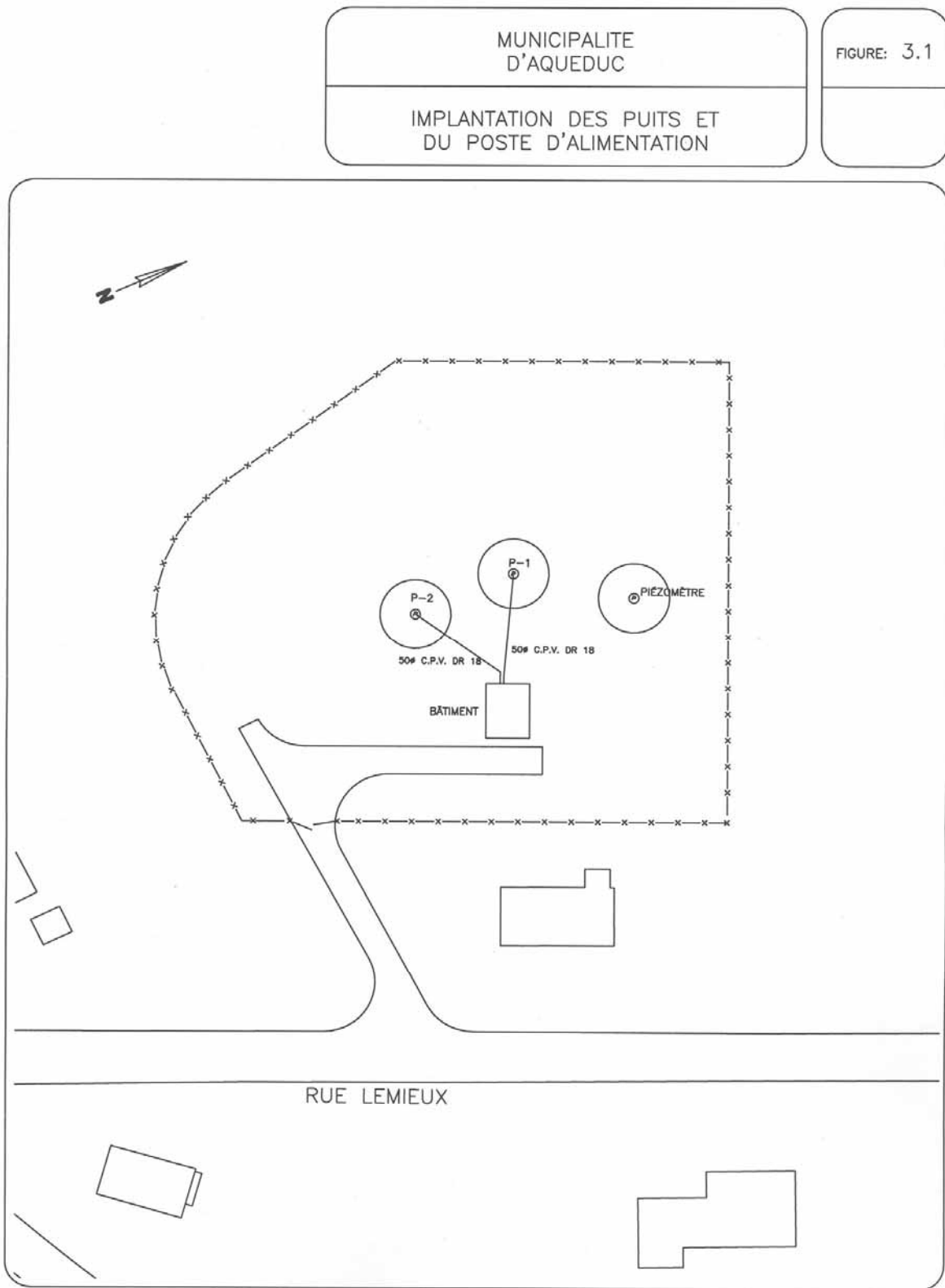
Selon l'étude hydrogéologique, la formation aquifère est vulnérable à la contamination de surface puisque plusieurs affleurements rocheux sont présents dans le secteur des puits d'alimentation en eau.

### 3.2.2 Caractéristiques des puits d'alimentation

Les deux (2) puits d'alimentation sont situés à l'extérieur, à quelques mètres du bâtiment de service. La figure 3.1 montre l'implantation des puits ainsi que le poste d'alimentation. Une aire de protection de 30 m a été établie autour des ouvrages de captage. Les deux (2) puits ont été forés dans le roc. Les caractéristiques des puits d'alimentation sont :

<u>Puits n° 1</u> :	Diamètre du forage :	300 mm	
	Profondeur du forage :	31,3 m	
	Tubage permanent :	- diamètre :	200 mm
		- longueur :	6,95 m
		- longueur excédant le sol :	400 mm
	Collerette de béton :	- épaisseur :	100 mm
		- hauteur :	1,3 m
	Épaisseur du dépôt meuble :	5,6 m	
	Présence d'un sabot d'enfoncement ancré au roc.		

**Figure 3.1 - Implantation des puits et du poste d'alimentation**



Puits n° 2 :

- Diamètre du forage : 300 mm
- Profondeur du forage : 31,5 m
- Tubage permanent :
  - diamètre : 200 mm
  - longueur : 7,0 m
  - longueur excédant le sol : 400 mm
- Collerette de béton :
  - épaisseur : 100 mm
  - hauteur : 1,3 m
- Épaisseur du dépôt meuble : 5,6 m
- Présence d'un sabot d'enfoncement ancré au roc.

Lors de l'essai de pompage de 72 heures réalisé en juillet 2000, sur chacun des deux (2) puits d'alimentation, les paramètres d'exploitation qui ont été définis sont les suivants :

Puits n° 1 :

- Niveau statique de la nappe phréatique : Élévation : 10,510
- Hauteur : 8,39 m p/r au-dessus du tubage
- Débit d'exploitation : 273,6 m<sup>3</sup>/d (50 USGPM)
- Niveau dynamique : Élévation : -2,010
- Rabattement du niveau d'eau : 12,52 m

Puits n° 2 :

- Niveau statique de la nappe phréatique : Élévation : 10,510
- Hauteur : 8,39 m au-dessus du tubage
- Débit d'exploitation : 255,8 m<sup>3</sup>/d (47 USGPM)
- Niveau dynamique : Élévation : -1,995
- Rabattement du niveau d'eau : 12,50 m

La qualité de l'eau brute mesurée en juillet 2000 lors de l'essai de pompage 72 heures était la suivante :

Paramètres	Concentration
Dureté totale (en CaCO <sub>3</sub> )	140 mg/l
Alcalinité (en CaCO <sub>3</sub> )	162 mg/l
Chlorures	200 mg/l
Sulfates	40 mg/l
Fer	0,84 mg/l
Manganèse	0,66 mg/l
pH	7,5
Sulfures	0,62 mg/l
Couleur vraie	37
Couleur apparente	46
Turbidité	14,7 UTN

La liste détaillée des résultats d'analyses bactériologiques et physico-chimiques réalisées sur les échantillons d'eau prélevés est présentée à l'annexe 3-2.

### 3.3 DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES ÉQUIPEMENTS

Pour chaque équipement décrit dans la présente section, l'exploitant retrouvera dans les manuels des fournisseurs, les détails concernant :

- les caractéristiques générales de l'équipement et ses périphériques;
- les critères d'installation et d'opération;
- les détails sur le montage et le démontage de l'équipement;
- la liste des pièces et produits d'entretien;
- la méthode d'ajustement, de programmation et de mise en route;
- les principaux problèmes de fonctionnement et leurs solutions.

Ainsi, l'exploitant retrouvera dans ce chapitre l'information particulière et spécifique aux équipements qui composent les différents systèmes installés.

Chaque équipement est identifié de façon unique par des lettres entre parenthèses ( ). Les lettres désignent le type d'équipement tel que présenté ci-après :

- ACR      Accouplement rapide
- CB        Clapet à battant
- CL        Adapteur coulisseau
- CT        Compteur d'eau à turbine
- FC        Sonde de niveau
- M         Manomètre
- PA        Purgeur d'air
- PSH      Interrupteur de haute pression
- PSL      Interrupteur de basse pression
- PTS      Pompe à turbines verticales submersible
- RPH      Réservoir hydropneumatique
- RS        Robinet à soupape
- RV        Robinet vanne
- T         Tamis
- VCP      Vanne de contrôle de pression

#### 3.3.1 Équipements de procédé

Les équipements de procédé sont regroupés à l'intérieur des puits d'alimentation, à l'intérieur du poste d'alimentation ainsi que sur la conduite d'amenée d'eau brute. L'agencement des équipements de mécanique de procédé est présenté aux figures 3.2, 3.3 et 3.4.

Figure 3.2 - Schéma général du système d'eau potable

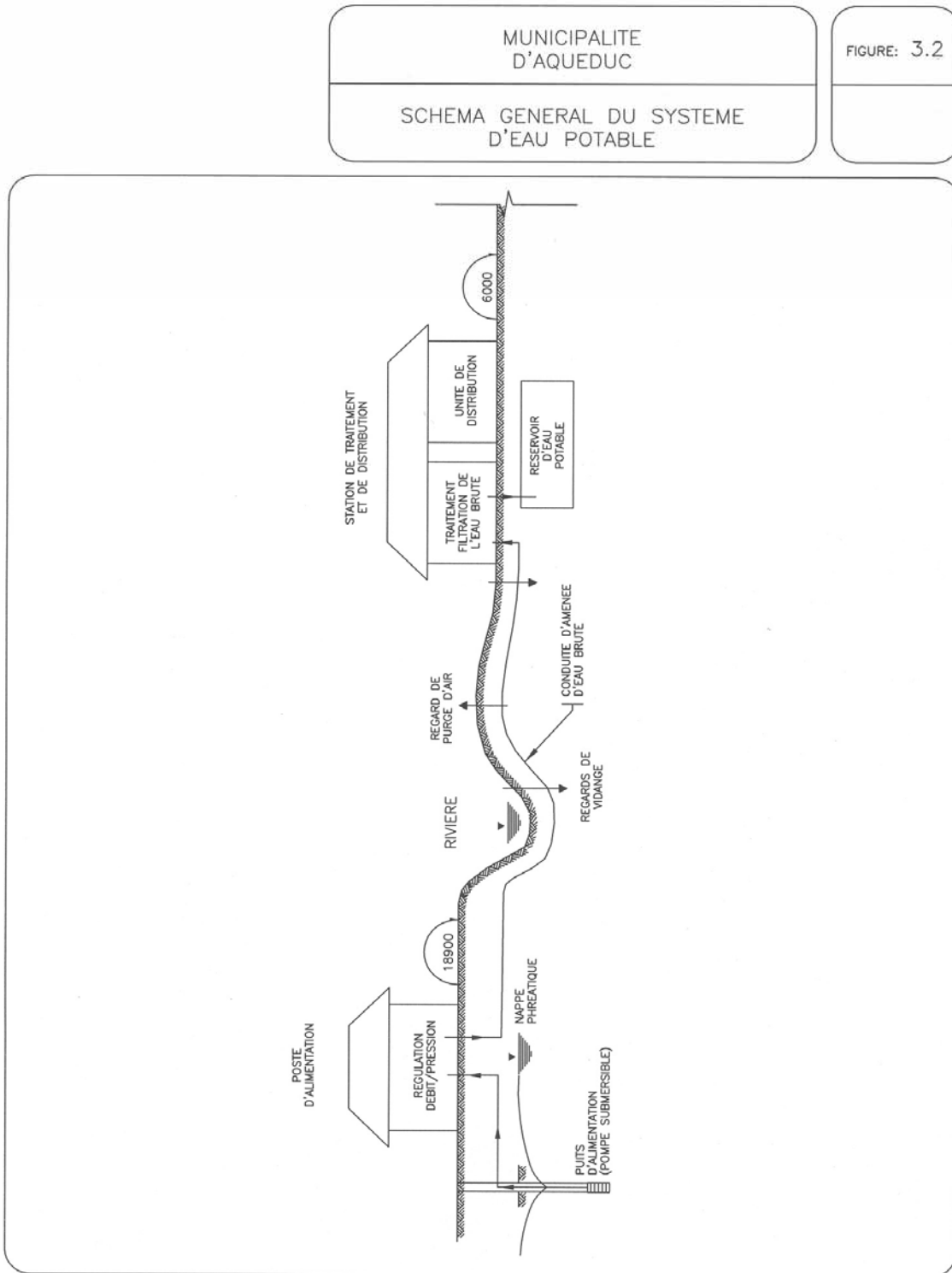


Figure 3.3 - Poste d'alimentation / Mécanique municipale

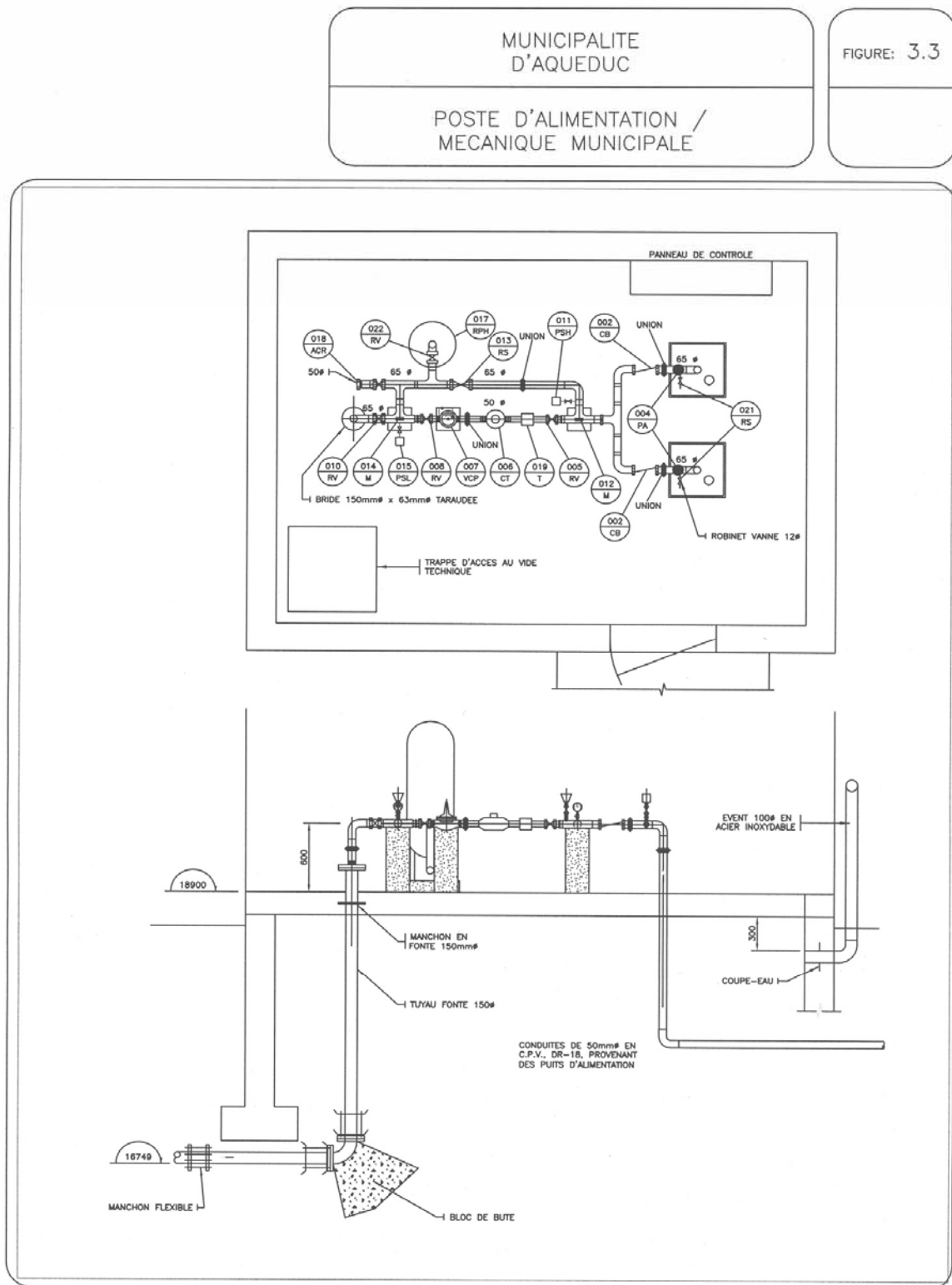
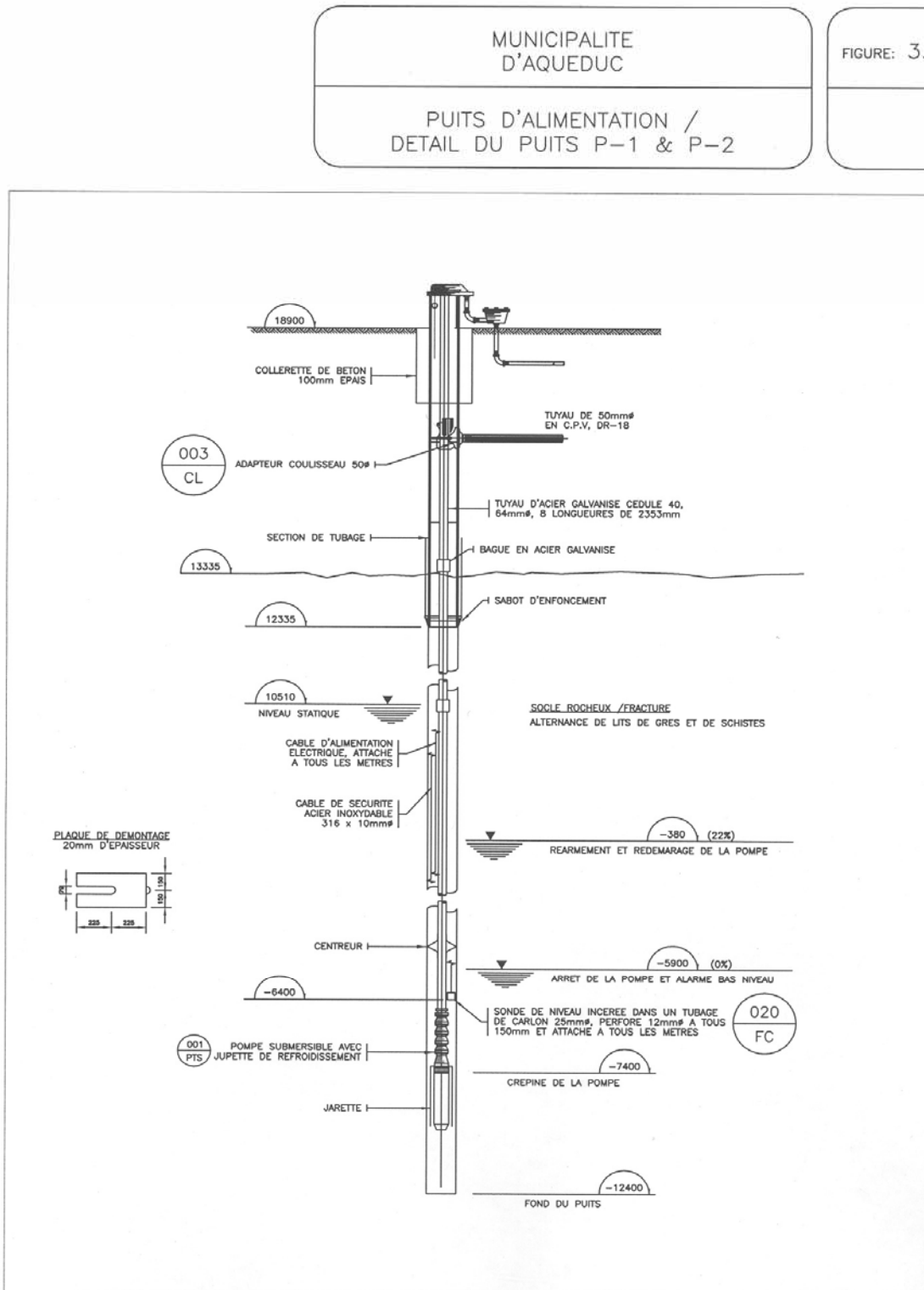


Figure 3.4 - Puits d'alimentation / Détail du puits P-1 & P-2



### 3.3.1.1 Pompe submersible (PTS-001)

#### a) Fonction

Pomper l'eau souterraine à un débit et une pression suffisante pour satisfaire la demande de l'unité de traitement d'eau potable tout en respectant les limites d'opération de la pompe.

#### b) Caractéristiques

Les données techniques des pompes sont les suivantes :

#### **Pompes**

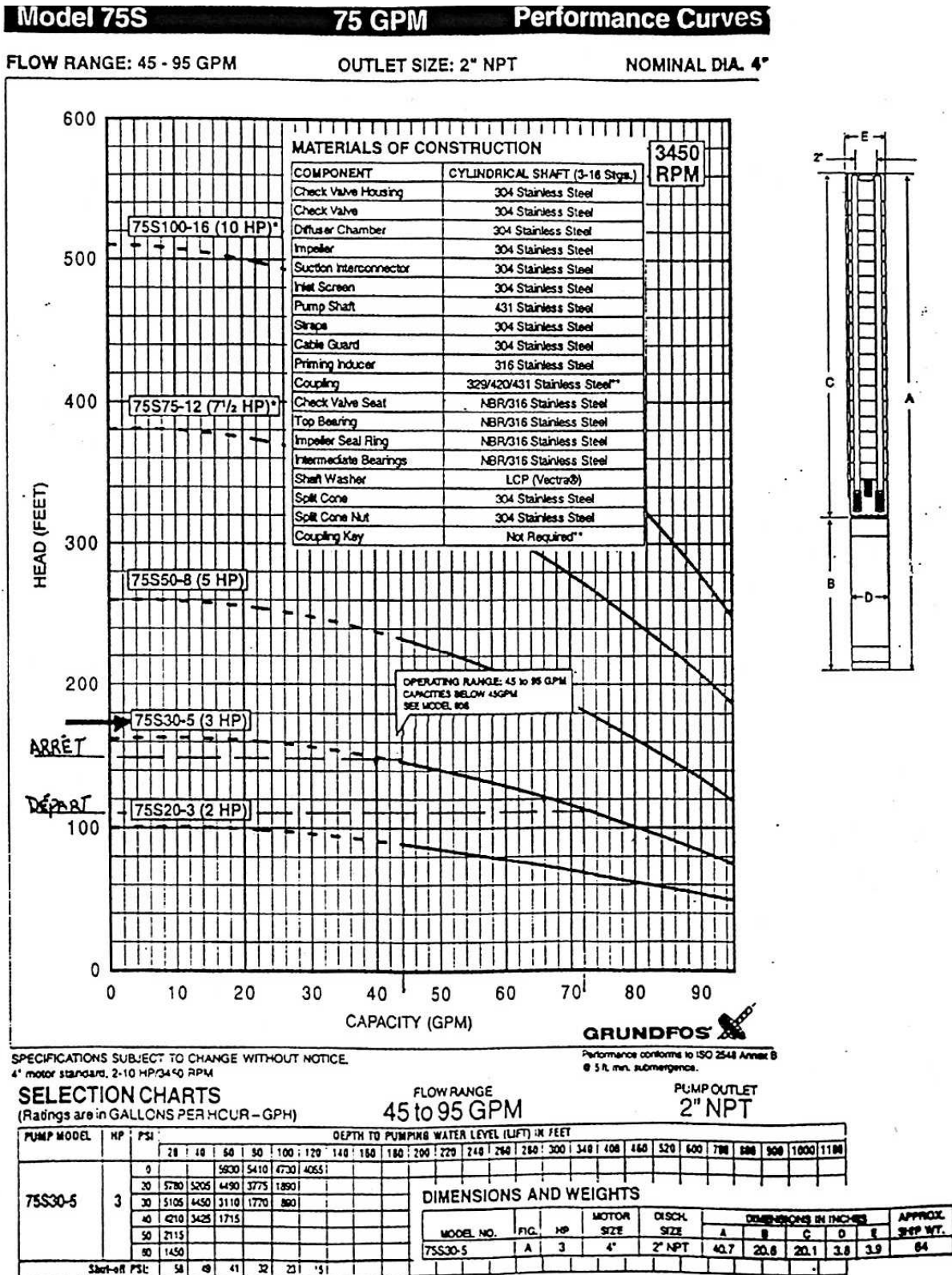
Marque : GRUND FOS  
Type : SP 9634  
Modèle : 75S 30-5, 3 HP, 3 450 RPM, 60 Hz, 5 stages  
Capacité : 284 l/min (75 USGPM) à 336 kPa (49 psi)

#### **Moteur**

Marque : FRANKLIN ELECTRIC  
Modèle : 2343368304, 3 HP, 2,2 kw, 3 450 RPM, 575 V,  
3 Ø, 60 Hz, 3,8 A.  
S.F. max = 4,4 A., S.F. = 1,15, KVA code « K »  
Débit minimum = 95 l/min (25 USGPM)

La figure 3.5 présente la courbe de performance ainsi que les principales caractéristiques physiques de la pompe 75S 30-5 (3 HP).

Figure 3.5 - Puits d'alimentation / Caractéristique de la pompe submersible



c) *Fonctionnement*

Deux (2) pompes submersibles modèle 75S 30-5 (3 HP) ont été fournies et installées dans chacun des puits d'alimentation.

Des conditions minimales d'opération doivent être respectées pour obtenir un rendement à long terme, soit :

- Le débit de la pompe ne doit pas être inférieur à 95 l/min (25 USGPM), pour assurer un refroidissement adéquat du moteur et éviter une surcharge. Cette condition est facilement vérifiable avec le système de mesure de débit 006-CT.
- Le niveau de submersion de la pompe doit être supérieur à 1,52 m (5 pi). Cette condition est contrôlée par la sonde de niveau FC-020 et identifiée par le module VisiPak. L'élévation de l'eau dans le puits qui correspond à la submersion minimale est - 5 900, soit 0 % sur le VisiPak.
- Le point d'opération de la pompe doit en tout temps être sous la courbe de performance de la pompe et à l'intérieur de la zone non pointillée de la courbe.
- Le point d'opération normal est d'environ 190 l/min (50 USGPM) à 36,6 m (120 pi).
- La limite maximale de pompage (pointe horaire) est déterminée par la formation rocheuse. Par conséquent, la capacité ne doit pas excéder 236 l/min (62 USGPM) pour le puits n° 1 et 219 l/min (58 USGPM) pour le puits n° 2.
- Selon la courbe de performance, la tête dynamique maximale qui ne doit pas être dépassée est de 45,1 m (148 pi), soit un débit de 167 l/min (44 USGPM).

Également, l'exploitant devra vérifier régulièrement que la pompe n'aspire pas de matériaux tels que particules argileuses ou autres. Cette vérification s'effectue en inspectant le tamis T-019. Cependant, la grille de ce tamis est plutôt grossière pour des particules fines. Ainsi, le tamis situé sur la vanne VCP-007 peut donner un indice de l'importance du phénomène. Le pompage de particules peut occasionner une usure prématurée de la pompe et signifier qu'il y a un problème avec le puits.

### 3.3.1.2 *Sonde de niveau (FC-020)*

a) *Fonction*

La sonde de mesure et de niveau indique le niveau de la nappe phréatique en pourcentage. Deux (2) points de consigne sont également reliés à la protection de la pompe, soit :

- arrêt de la pompe et alarme de bas niveau, au niveau 0 %;
- réarmement et redémarrage de la pompe, au niveau 22 %.

b) *Caractéristiques*

**Sonde**

Marque : DREXELBROOK  
 Modèle : 508-11-34  
 Longueur : 27 m

**Indicateur digital**

Marque : Action Instruments  
 Modèle : VisiPak-V708

c) *Fonctionnement*

La sonde est ajustée et le contrôleur est programmé en fonction des paramètres suivants :

- plage d'opération (SPAN), 0-100 % = 25,1 m;
- valeur 0 % = - 5 900 m;
- 100 % = mm;
- arrêt de la pompe sur alarme bas niveau à 0 % = - 5 900 mm;
- réarmement du système et redémarrage de la pompe au niveau 22 % = - 380 mm.

Les niveaux de consigne sont représentés sur la figure 3.4.

**3.3.1.3 Adapteur coulisseau (CL-003)**

a) *Fonction*

Le coulisseau est un adapteur de tuyauterie conçu pour une sortie de conduite d'alimentation dans un tubage de puits. Il doit supporter la pompe submersible et sa tuyauterie en étant fixé au tubage du puits.

b) *Caractéristiques*

**Coulisseau**

Marque : Dicken  
 Modèle : S-20  
 Dimension : Tuyau amont : Ø65 mm  
                   Tuyau aval : Ø50 mm  
 Quantité : 2 (1 dans chaque puits)

c) *Fonctionnement*

Chaque puits est équipé d'un coulisseau permettant le raccordement automatique de la tuyauterie de la pompe à la conduite de refoulement. Ils supportent également la pompe et sa tuyauterie.

**3.3.1.4** *Interrupteur haute et basse pression (PSH-011 et PSL-015)*

a) *Fonction*

Contrôler l'arrêt et le départ des pompes de chaque puits.

b) *Caractéristiques*

Les interrupteurs sont :

Marque	:	SOR
Modèle	:	6NN-T3-MU-FIA
Type	:	SP DT, simple seuil à zone morte ajustable
Plage d'opération	:	83 à 689 kPa (12 à 100 psi)

c) *Fonctionnement*

Lorsque la demande en eau est satisfaisante, la vanne RS-013 ferme, ce qui augmente la pression dans la conduite d'amenée. Lorsque la pression atteint le point de consigne du PSH-11 au puits d'alimentation, celui-ci donne un contact pour l'arrêt de la pompe.

Lors d'une demande en eau, la vanne RS-013 ouvre, ce qui abaisse la pression sous le point de consigne PSL-015 et la pompe démarre pour maintenir une pression supérieure au point de consigne.

La demande peut également être créée par l'ouverture d'une vanne sur la conduite d'amenée (besoin d'eau au bâtiment du puits, vanne de vidange, bris de conduite, etc.).

Les points de consigne sont vérifiables à l'aide des manomètres.

**3.3.1.5** *Vanne de contrôle de pression (VCP-007)*

a) *Fonction*

La vanne de contrôle de pression sert à réduire la pression en aval et à maintenir une pression minimale en amont. Elle sert également de clapet de retenue.

b) *Caractéristiques*

Les caractéristiques de la vanne et ses composantes sont les suivantes :

Marque	:	SINGER
Modèle	:	106/206-PR-C-R
Dessin de contrôle n°	:	A-0339D
Avec	:	Pilote de réduction de pression Pilote de maintien de pression Vannes d'isolement Tamis Stabilisateur de débit Indicateur de position avec purge d'air

Les détails techniques et le dessin de contrôle sont présentés au manuel des fournisseurs.

c) *Fonctionnement*

Les pressions aval et amont sont régularisées par le pilote de réduction et de maintien de pression. La pression d'ajustement peut être augmentée en tournant la vis d'ajustement du pilote en sens horaire et diminuée en sens anti-horaire.

Les points de consigne sont présentés à la section 3.3.2.2.

L'ajustement de la vanne VCP-007 doit être effectué de concert avec l'ajustement de la vanne en amont de l'unité de traitement.

Pour moduler efficacement, la tuyauterie et les pilotes de contrôle doivent être exempts d'air et de particules. Une purge et un nettoyage régulier du tamis sont de rigueur.

Les points de consigne sont vérifiables à l'aide des manomètres amont et aval.

L'ajustement de la pression aval (pilote de réduction) doit être de 35 kPa (5 psi) ou plus pour que la vanne fonctionne adéquatement.

**3.3.1.6** *Réservoir hydropneumatique (RHP-017)*

a) *Fonction*

Réduire les variations brutales de pression au démarrage et à l'arrêt de la pompe du puits, mais surtout éviter les arrêts/départs répétés de la pompe qui seraient attribuables à la variation rapide de la pression.

b) *Caractéristiques*

Les caractéristiques sont :

Marque	:	WellMate
Modèle	:	WM-12
Capacité	:	150 litres

c) *Fonctionnement*

La vanne d'isolement du réservoir doit demeurer ouverte lorsque le système de pompage est en opération.

**3.3.1.7** *Compteur d'eau et tamis (CT-006 et T-019)*

a) *Fonction*

Mesurer et totaliser le volume d'eau extrait au niveau des deux (2) puits d'alimentation.

Le relevé quotidien du compteur permettra d'établir un historique de la sollicitation des puits.

Les mesures de débit combinées aux mesures de niveau de la nappe phréatique pendant et après pompage permettront d'établir à long terme si la capacité de la formation aquifère a diminué ou bien s'il y a diminution de la capacité de pompage.

b) *Caractéristiques*

Marque	:	Lecomte
Modèle	:	LC-I-50, Ø 50 mm, pour eau froide
Pression max. d'opération	:	1034 kPa (150 psi)
Mécanisme	:	Girouette hélicoïdale activée par le passage de l'eau
Protection du mécanisme	:	Tamis (T-019) en amont
Totalisateur	:	1 000 000.01 m <sup>3</sup>

c) *Fonctionnement*

Le mécanisme est mis en marche par la circulation d'eau à travers le compteur qui permet à une girouette hélicoïdale de pivoter. Ces rotations sont transmises au registre totalisateur par un engrenage mécanique et magnétique.

L'installation horizontale permet d'obtenir une meilleure efficacité à faible débit.

Le tamis est indispensable pour la protection de la girouette et un nettoyage fréquent est recommandé.

### 3.3.1.8 Conduite d'amenée

La conduite d'amenée achemine l'eau brute des puits d'alimentation jusqu'à l'usine de filtration.

Données techniques :

- 150 mm de diamètre;
- 3 100 mm de longueur;
- volume d'eau équivalent à 55 000 litres;
- vitesse de l'eau au débit moyen = 0,18 m/s;
- temps moyen de transport de 4,8 h;
- conduite de PVC à l'exception de la section traversant la rivière qui est en fonte;
- deux (2) regards de purge d'air aux points hauts;
- deux (2) regards de vidange aux points bas.

Les chambres de purge d'air sont situées :

- près du garage de la résidence n° 159, côté sud de la rue Lemieux;
- à 550 m au nord-ouest du Chemin des 14 arpents.

Les chambres de vidange sont situées :

- près du pont de la rivière et accessibles par le Chemin des 14 arpents;
- face à la station de traitement et de distribution.

Les purgeurs d'air situés aux points hauts de la conduite ont pour but de chasser l'air de la conduite pour ne pas nuire à l'écoulement de l'eau et également d'admettre de l'air lors d'une vidange.

Les purgeurs doivent être fonctionnels en tout temps.

Les vannes de vidange permettent de drainer la conduite d'amenée afin d'en effectuer l'entretien ou une réparation.

À l'emplacement de la chambre de vidange, près du pont de la rivière, la conduite d'amenée est munie de deux (2) vannes d'isolement qui permettent de vidanger seulement le tronçon entre le poste d'alimentation et le pont ou entre le pont et la chambre de vanne d'air au nord-ouest du Chemin des 14 arpents.

### 3.3.1.9 Autres équipements de mécanique

Les autres équipements :

- purgeur d'air;
- clapet;
- manomètres;
- vannes;
- etc.

ne nécessitent pas d'ajustement particulier.

L'exploitant aura à assurer que ceux-ci sont fonctionnels et entretenus adéquatement. La précision des manomètres devra être surveillée périodiquement.

### 3.3.1.10 Opération des vannes

Toutes les vannes (incluant les vannes d'isolement des interrupteurs à pression, manomètres, etc.) sont normalement ouvertes, à l'exception des vannes suivantes qui sont normalement fermées :

- RS-013, conduite de contournement du compteur d'eau;
- ACR-018, sortie d'eau de service Ø 50 mm;
- RS-021, conduite d'échantillonnage Ø 12 mm;
- les vannes d'isolement des manomètres M-012 et M-014 en dehors des périodes de lecture de pression;
- la vanne VCP-007 lors de panne de courant.

## 3.3.2 Système de contrôle

### 3.3.2.1 Généralités

Les séquences de contrôle décrites dans la présente section ont pour but de mettre en évidence le mode normal d'opération de l'ensemble du système ainsi que les conditions particulières d'opération.

#### *Panneau de contrôle et sondes de contrôle de la pompe de puits*

Le panneau de contrôle interagit avec les équipements suivants :

- la sonde de contrôle du niveau de la nappe phréatique;
- les interrupteurs haute et basse pressions.

Le panneau regroupe les équipements de contrôle et de protection de la pompe du puits.

Celui-ci comprend :

- un disjoncteur de 30 A avec poignée installée sur la porte avant du panneau, verrouillable en position « hors » à l'aide d'un cadenas;
- deux (2) disjoncteurs de 15 A avec poignée installée sur la porte avant du panneau (1 disjoncteur par pompe);
- deux (2) relais de surcharge 4 à 6,3 A ajusté à 5 A, avec un bouton de réenclenchement monté dans la porte avant du panneau;
- deux (2) sélecteurs « manuel-hors-automatique »;
- deux (2) compteurs horaires;
- des lampes-témoins :
  - . panneau sous tension (jaune);
  - . pompes en marche (vert);
  - . pompes en surcharge (rouge);
  - . perte de phase (rouge);
  - . bas niveau du puits (rouge).
- un voltmètre 0-750 V avec sélecteur de phase;
- un ampèremètre 0-10 A avec sélecteur de phase.

Connexes au panneau de contrôle :

- deux (2) modules de contrôle et de programmation VisiPak pour les sondes de niveau d'eau de chaque puits, avec affichage digital du niveau en pourcentage;
- un interrupteur basse pression PSL-015 pour commander le démarrage de la pompe si la pression devient inférieure à 175 kPa (25 psi); l'interrupteur PSL-015 est jumelé au relais temporisé T1 du panneau de contrôle pour confirmer que le signal de basse pression est persistant; le relais T1 est normalement ajusté à 3,5 secondes;
- un interrupteur haute pression PSH-011 pour commander l'arrêt de la pompe si la pression devient supérieure à 315 kPa (45 psi) sur la conduite de refoulement;
- l'interrupteur PSH-011 est jumelé au relais temporisé T2 du panneau pour confirmer que le signal de haute pression est persistant; le relais T2 est normalement ajusté à 7,5 secondes.

### 3.3.2.2 Séquence de contrôle de la pompe du puits

En mode automatique, la pompe sélectionnée démarrera sur un signal de basse pression provenant de l'interrupteur de pression PSL-015 (pression inférieure à 175 kPa). Elle s'arrêtera sur un signal haute pression provenant de l'interrupteur pression (PSH-011) localisé à la sortie de la pompe.

Les délais de temporisation permettent un temps d'attente entre les signaux de départ ou d'arrêt de la pompe. Durant cette période, le signal de détection devra être continu sinon l'ordre donné à la pompe sera annulé.

Le tableau 3.1 résume les valeurs de consigne.

**Tableau 3.1 - Ajustements des équipements au puits d'alimentation**

DESCRIPTION	AJUSTEMENT
- Interrupteur basse pression PSL-015 pour démarrage de la pompe submersible : <ul style="list-style-type: none"> <li>. position de l'indicateur (zone morte);</li> <li>. point de consigne;</li> <li>. réarmement.</li> </ul>	-- 172 kPa (25 psi) --
- Délai pour confirmation basse pression : <ul style="list-style-type: none"> <li>. relais T1 du PCPP.</li> </ul>	3,5 s
- Interrupteur haute pression PSH-011 pour l'arrêt de la pompe submersible : <ul style="list-style-type: none"> <li>. position de l'indicateur (zone morte);</li> <li>. point de consigne;</li> <li>. réarmement.</li> </ul>	-- 310 kPa (45 psi) --
- Délai pour confirmation haute pression : <ul style="list-style-type: none"> <li>. relais T2 du PCPP.</li> </ul>	7,5 s
- Vanne de contrôle de pression VCP-007 : <ul style="list-style-type: none"> <li>. réduction sortie;</li> <li>. maintien;</li> <li>. pression minimale d'opération en réduction.</li> </ul>	310 kPa (45 psi) 207 kPa (30 psi) 34 kPa (5 psi)
- Relais de surcharge pour la protection du moteur. L'ampérage normalement soutiré devrait varier entre 3,5 et 4,0 A.	4,4 A

La vanne de contrôle de pression module lorsque la pompe est en opération. Un ajustement du pilote de réduction permettra d'obtenir un débit de 178 l/min (255,8 m<sup>3</sup>/d).

Toutefois, la variation du niveau de la nappe phréatique au début du pompage fait varier la tête dynamique et conséquemment le débit. L'ajustement devra donc se faire lorsque le niveau de la pompe sera stabilisé, soit environ deux (2) heures après le début du pompage. Ainsi, au début de la période de pompage, le débit sera plus élevé et se stabilisera par la suite.

La sonde de mesure de niveau FC-020 arrêtera la pompe si le rabattement de la nappe phréatique atteint l'élévation - 5 900 mm (0 %). Le réarmement du système s'effectuera à l'élévation - 380 mm (22 %).

Également, plus le niveau de la nappe phréatique sera bas, plus l'ampérage soutiré par le moteur sera élevé. Ainsi, un ampérage élevé alors que le niveau de la nappe est élevé pourrait être un indice de mauvais fonctionnement de la pompe.

Le relais de surcharge de chaque pompe protégera cette dernière si l'ampérage soutiré est supérieur à 4,4 A.

Une lumière clignotante d'urgence sera actionnée dans les conditions suivantes :

- a) arrêt d'une pompe à cause d'un bas niveau du puits;
- b) arrêt d'une pompe à cause d'une surcharge;
- c) arrêt des pompes à cause d'une perte de phase.

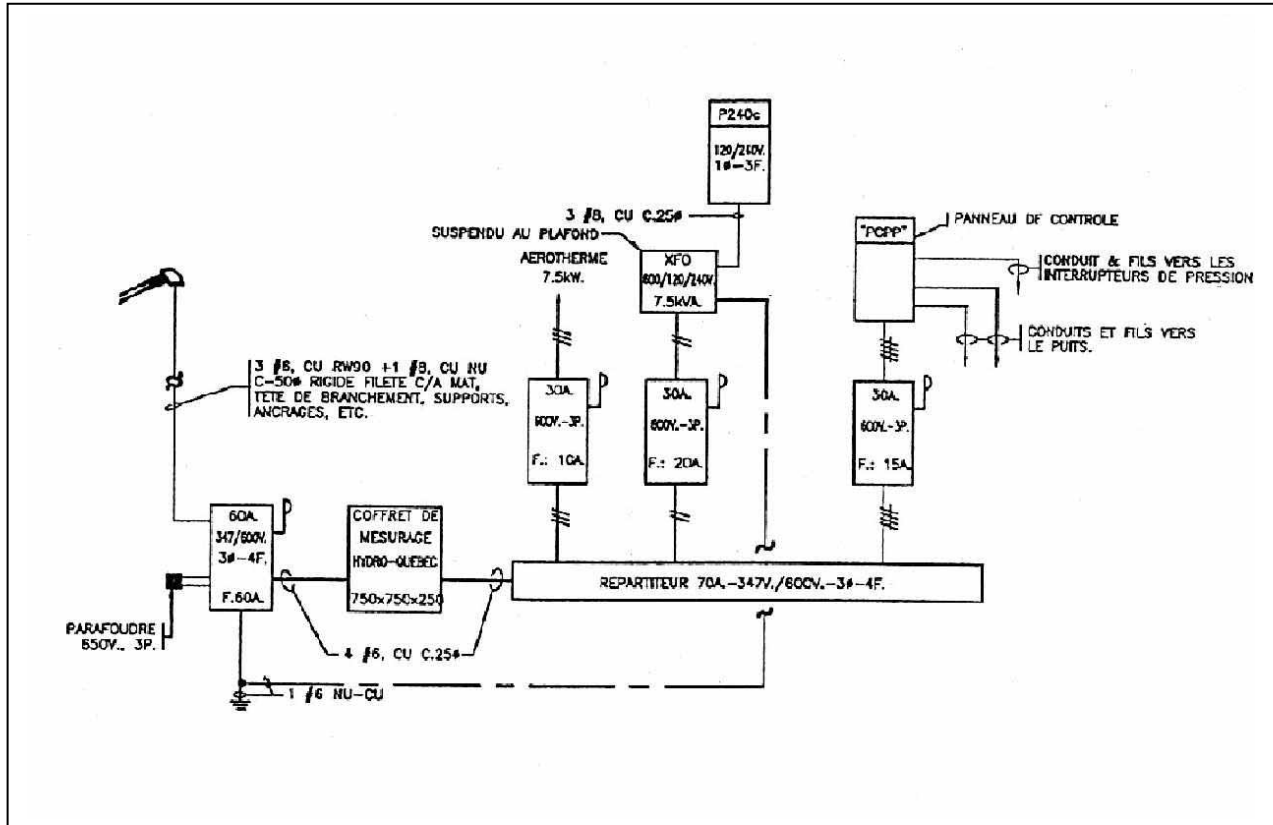
### **3.3.3** Alimentation et distribution électrique

Le réseau d'Hydro-Québec fournit l'électricité au poste d'alimentation. On ne retrouve pas de groupe électrogène pour prendre la relève lors de panne électrique.

Pour ce poste, l'alimentation est souterraine et la tension à l'entrée est de 60 ampères (600 volts, 3 phases, 60 Hz).

La figure 3.6 présente l'organisation générale des équipements d'alimentation et de la distribution électrique.

Figure 3.6 - Puits d'alimentation / Entrée et distribution électrique



### 3.3.4 Ventilation et chauffage

Le rez-de-chaussée est chauffé à l'aide d'un aérotherme de 7,5 kW suspendu au plafond. Le thermostat de contrôle est situé sur l'aérotherme.

Un ventilateur d'évacuation d'air situé dans l'entretoit permet de ventiler la pièce. Le ventilateur est contrôlé par un thermostat mural.

L'opérateur prendra soin de ne pas orienter l'aérotherme vers le thermostat du ventilateur. Aussi, l'écart entre le point de consigne de chauffage et le point de consigne de ventilation doit être suffisant pour éviter d'évacuer l'air chaud en hiver sans toutefois favoriser l'accumulation d'air trop humide due à une insuffisance de ventilation.

Le vide sanitaire est muni de deux (2) événements gravitaires.

## 3.4 CONTRÔLE DU PROCÉDÉ

Un système de captage est une installation qui possède des limites en terme de capacité à fournir de l'eau et ces limites doivent être respectées pour obtenir et maintenir un rendement optimum à long terme.

Dans le présent cas, les points suivants doivent être respectés :

- la pompe submersible devrait être installée et ce, pour chaque puits, à une profondeur de 27 m;
- le débit maximal journalier ne devrait pas dépasser 245,0 m<sup>3</sup>/d (45 USGPM).

Le puits a été doté de différents éléments de mécanique et de contrôle pour en faciliter l'opération et le suivi. Les relevés réguliers d'information sur le fonctionnement du puits auront leur utilité pour prolonger la durée de vie de l'installation.

Les paramètres d'exploitation qui devraient être relevés sont :

- le débit pompé;
- le niveau de la nappe phréatique;
- la pression à la décharge de la pompe;
- la qualité de l'eau.

Également pour faciliter la surveillance et l'opération des équipements, l'opérateur installera une étiquette indiquant la plage d'opération de tout équipement disposant d'un réglage ou d'une indication sur son état (lecture par exemple).

### **3.4.1 Débit pompé**

Le pompage a une influence sur l'écoulement de l'eau souterraine. Compte tenu que cet écoulement ne se fait pas librement, le pompage provoquera une baisse locale de la nappe d'eau. Le rabattement de la nappe se fera sentir sur une certaine distance en périphérie du puits.

La baisse de niveau d'eau dans la formation aquifère sera en fonction du débit pompé. Plus le débit sera grand, plus le rabattement sera important et plus le rayon d'influence du puits sera étendu.

### **3.4.2 Niveau de la nappe phréatique**

L'eau souterraine provient des eaux de précipitation (pluie et neige) dont une partie s'infiltré dans le sol.

Le type de sol et les conditions locales permettront une infiltration plus ou moins importante, ce qui aura une influence sur la capacité à régénérer la nappe phréatique.

De plus, l'eau souterraine est en mouvement constant, elle circule dans le sol peu importe la composition de celui-ci.

Selon les saisons, le niveau de la nappe d'eau souterraine fluctue.

Les périodes du printemps (fonte de neige) et de l'automne (période plus pluvieuse de l'année) favorisent le rehaussement de la nappe phréatique.

À l'inverse, l'été et l'hiver, le niveau de la nappe aura tendance à s'abaisser. Ces variations auront une influence sur la qualité et la disponibilité de l'eau.

Le suivi régulier de la nappe phréatique permettra de valider la capacité de la formation aquifère, de vérifier l'efficacité des puits d'alimentation en comparant les différentes données d'une saison à l'autre et/ou d'une année par rapport à une autre.

### **3.4.3 Pression d'opération**

La mesure de pression à la décharge de la pompe permet de vérifier si l'efficacité de celle-ci est constante.

Une baisse de pression lorsque le niveau de la nappe phréatique est maintenu déterminera une baisse de capacité de la pompe. Conséquemment, un entretien au niveau de la pompe et/ou un nettoyage de la conduite de refoulement de la pompe sera requis.

### **3.4.4** Qualité de l'eau souterraine

L'eau est constamment en contact avec son environnement, soit les roches, les minéraux et les organismes vivants.

En conséquence, l'eau doit être considérée comme un réactif chimique. L'eau souterraine se charge de minéraux ou de composés, tels que le fer, le manganèse, le sulfure d'hydrogène et les chlorures.

Les problèmes les plus fréquents sont associés à la présence de ces minéraux et composés auxquels s'ajoutent la dureté, la turbidité, la couleur et les bactéries.

Le fer donne un goût métallique et a la propriété de tacher d'une couleur rouge à brun-rouge. De plus, selon les caractéristiques du milieu, le développement de bactéries du fer pourrait être favorisé au niveau des équipements de procédé.

Le manganèse confère à l'eau les mêmes propriétés que le fer mais a plutôt tendance à tacher gris-noirâtre.

La dureté (lorsque trop élevée) peut générer des dépôts calcaires lorsque les conditions sont rencontrées, telles que eaux stagnantes, température de l'eau élevée, etc.

Bien que l'eau souterraine soit habituellement exempte de bactéries, il est souhaitable d'assurer un minimum de suivi pour s'assurer qu'il n'y a pas de contamination bactériologique.

Des observations peuvent être faites afin de déterminer s'il existe de l'activité bactérienne. Certaines odeurs (oeufs pourris, poisson, terre, excrément, légume) peuvent être associées à un type particulier de bactérie. Des évidences visuelles de l'activité bactérienne sont aussi possibles, la présence de gélatine (slime) étant la plus répandue. Enfin, une mesure de turbidité élevée pourrait être un indice d'activité bactérienne.

Considérant le fait que l'eau souterraine est facilement influencée par son environnement, il est important de procéder à une analyse complète de l'eau brute sur chacun des deux (2) puits d'alimentation et ce, à une fréquence d'au moins 1 fois par 2 ans. Lorsqu'un traitement pour l'enlèvement du fer et du manganèse est requis, l'analyse des paramètres opérationnels (fer, manganèse, pH et température) à l'eau brute doit être réalisée une fois par semaine (voir paragraphe 4.4.2.1).

### **3.4.5** Journal d'exploitation

Le puits est doté d'équipements de suivi qui permettront d'analyser son comportement en fonction du temps.

Les mesures régulières qui doivent être effectuées sont :

- la lecture du compteur d'eau afin d'établir la sollicitation dont le puits a fait l'objet;
- la lecture du niveau dynamique de la nappe phréatique pendant le pompage;
- la lecture du niveau statique de la nappe phréatique hors des périodes de pompage;
- la lecture de l'ampérage soutiré par la pompe;
- les pressions de service;
- le temps de marche de la pompe;
- les résultats d'analyse de l'eau brute.

La fiche « Poste d'alimentation » du journal d'exploitation qui est jointe à l'annexe 3-3 permet de colliger les renseignements les plus utiles.

Ces différents renseignements peuvent, par la suite, être mis sous forme graphique pour analyser l'efficacité et identifier les tendances du système et de la formation aquifère.

### **3.5 PROCÉDURES D'OPÉRATION PARTICULIÈRE**

#### **3.5.1 Généralités**

La présente section résume les principaux renseignements relatifs à l'opération dans des conditions particulières pouvant être rencontrées. Il est évident que la liste dressée ne peut couvrir l'ensemble des situations qui peuvent survenir éventuellement. Il s'agit plutôt des cas les plus fréquents et les plus probables.

Avant toute intervention, l'opérateur doit savoir qu'il est entièrement responsable de la bonne utilisation des équipements. Par conséquent, il doit connaître parfaitement le fonctionnement et le rôle de chaque appareil et les relations directes ou indirectes des équipements entre eux.

Pour cela, l'opérateur doit :

- maintenir à jour un carnet de bord comprenant toutes les données de fonctionnement pour chaque équipement;
- maintenir en état de fonctionnement chaque équipement en assurant leur entretien régulier et les réparations éventuelles;
- maintenir à jour le dossier technique de maintenance et de réparation des équipements.

Le tableau 3.2 présente les principaux équipements de procédé et les interventions à effectuer.

Les procédures à suivre, le matériel et les produits nécessaires à ces vérifications seront énoncés dans les manuels des fournisseurs.

**Tableau 3.2 – Liste des interventions à réaliser selon les équipements de procédé**

Équipements	Interventions	Fréquence
Pompes submersible (PTS-001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relever l'ampérage</li> <li>- Relever les compteurs horaires</li> <li>- Relever les pressions d'opération</li> <li>- Vérifier la capacité de la pompe</li> </ul>	1 fois/jour 1 fois/jour 1 fois/jour 1 fois/6 mois
Sonde de niveau (020-FC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vérifier le niveau d'eau dans le puits (statique et dynamique)</li> <li>- Vérifier le fonctionnement</li> <li>- Vérifier l'élévation des points de consigne</li> </ul>	1 fois/jour  1 fois/semaine 1 fois/mois
Vanne de contrôle de pression (VCP-007)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vérifier le fonctionnement</li> <li>- Inspecter la vanne</li> <li>- Réajuster et inspecter</li> </ul>	1 fois/semaine 1 fois/6 mois 1 fois/an
Interrupteur de pression	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vérifier le fonctionnement</li> <li>- Réajuster</li> </ul>	1 fois/semaine 1 fois/an
Compteur d'eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calibrer l'équipement</li> <li>- Nettoyer et inspecter</li> </ul>	1 fois/6 mois 1 fois/an
Vannes, clapets et accessoires	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vérifier le fonctionnement</li> <li>- Opérer les vannes</li> <li>- Calibrer les équipements, s'il y a lieu (manomètre)</li> </ul>	1 fois/semaine 1 fois/3 mois 1 fois/an
Puits artésien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nettoyer le puits</li> </ul>	Au besoin (voir section 3.5.2)

### 3.5.2 Réhabilitation d'un puits

Un ouvrage de captage, comme toute chose, a une durée de vie. Cette durée de vie varie en fonction de l'exploitation de l'ouvrage, de la qualité de l'eau ainsi que des caractéristiques de l'aquifère sollicité. Dans certains cas, une perte d'efficacité significative peut être enregistrée durant la première année d'exploitation tandis que dans d'autres cas, on sera en mesure d'exploiter l'ouvrage durant 20 à 30 ans sans aucun problème.

Si le rendement d'un puits diminue, il est possible à l'aide de certaines techniques de réhabilitation de redonner à l'ouvrage de captage son efficacité originale. Cependant, avant d'entreprendre ces travaux, il est primordial de vérifier si la construction du puits (plan tel que construit) permet de procéder à cette réhabilitation.

Pour les puits aménagés dans le socle rocheux, les techniques employées ont pour but d'augmenter la dimension des fractures ou de nettoyer ces dernières. Il faut ici se rappeler que dans la roche en place, l'eau circule à l'intérieur des réseaux de fractures.

De nos jours, la technique la plus utilisée et la plus efficace est l'hydrofracturation. Cette méthode consiste à forcer les fractures existantes, à s'ouvrir et à se nettoyer et ainsi, permettre un écoulement plus facile au sein de ces fractures. Les fractures de petites dimensions peuvent gagner en importance considérant les fortes pressions d'injection. L'hydrofracturation consiste à injecter de l'eau dans un puits et à élever la pression à l'intérieur de ce dernier. De façon générale, une pression de l'ordre de 1 000 livres/po<sup>2</sup> est suffisante pour fracturer la plupart des formations où il existe des réseaux de fractures.

On débute généralement ces travaux à partir du sommet du roc en se dirigeant vers la base du forage. Les principaux avantages de cette technique résident dans son efficacité et sa rapidité. Par contre, de grandes quantités d'eau et de forts débits peuvent parfois être nécessaires, ce qui demande l'utilisation d'équipements plus sophistiqués.

Une deuxième technique est l'utilisation de la glace sèche. Cette méthode consiste à introduire de la glace sèche dans le puits. Le terme glace sèche porte à confusion dû principalement à sa texture. Ce qui semble être de la glace (terme généralement associé à l'eau) n'est qu'en fait la forme solide du gaz carbonique.

Ce dernier est conservé sous forme solide à une température inférieure à -78,5°C. Lorsqu'il est mis en contact avec l'air ou l'eau souterraine, le bloc se gazéifie immédiatement; le gaz ainsi produit occupera un espace beaucoup plus important que le bloc solide. En fait, l'effet d'augmenter le volume par sublimation de la glace sèche devrait être préconisé à l'effet de gel par la température de la glace sèche. En conséquence, le tubage d'acier doit être très bien ancré au roc et celui-ci doit être étanché rapidement et efficacement. L'effet de pression étant très bref, la mise en puits de la glace sèche doit être ininterrompue et rapide. Le puits pourra demeurer gelé durant quelques jours.

En ce qui a trait aux puits crépinés, la technique de réhabilitation doit permettre d'optimiser la perméabilité du sol adjacent à la crépine.

Une des techniques utilisées est la méthode dite de « développement ». À l'aide des tiges de forage, il est alors possible d'injecter un volume d'air à une pression suffisante à l'intérieur d'un puits afin de permettre une remontée de l'eau à la surface et créer ainsi un effet de pompage (entraînement). La vitesse de déplacement de l'eau à travers la crépine est fonction du débit pompé. Plus le débit est grand, plus la vitesse de l'eau augmente et l'écoulement devient de plus en plus turbulent. Cet écoulement favorise le déplacement des particules les

plus fines à l'intérieur de la crépine et ces dernières sont immédiatement entraînées à l'extérieur du puits avec l'eau pompée. Toutefois, cette technique, qui peut être comparée à un surpompage, permet d'éliminer rapidement un certain pourcentage des particules fines contenues dans la formation, mais il arrivait souvent qu'il soit impossible d'optimiser la capacité de pompage de l'installation. Pour cette raison, l'utilisation d'un jet placé à l'extrémité des tiges de forage est employée. La présence de ce jet permet d'optimiser le processus de développement, car l'air est poussé sur un plan horizontal vers la formation plutôt que sur un plan vertical. Cependant, cette technique, dans certains cas, peut favoriser le trappage de l'air injecté, ce qui peut former une barrière à l'eau lors de l'exploitation du puits.

Une autre technique qui met à contribution l'effet du pistonage et celui de l'air comprimé est aussi utilisée. Cette technique consiste à utiliser deux (2) pistons qui sont réunis par un tuyau perforé. Ce système est introduit à l'intérieur de la crépine et relié à la surface à l'aide d'un tubage. Par la suite, on déplace les pistons dans un mouvement de va et vient, de haut en bas, ce qui crée un écoulement turbulent à proximité de la crépine. De façon simultanée, on injecte de l'air à l'aide d'un tuyau de petit diamètre à l'intérieur du tubage qui relie les pistons à la surface. L'air remonte ainsi un grand pourcentage des particules qui sont entraînées à l'intérieur de la crépine.

Il faut se rappeler qu'il existe différentes techniques de développement. Le choix d'une technique par rapport à une autre est fonction du type de formation dans laquelle le puits est aménagé. Par exemple, si la formation est stratifiée, il sera préférable d'utiliser une technique qui permet d'orienter le développement à des endroits précis à l'intérieur de la crépine. Toutefois, l'utilisation de plus d'une technique est parfois souhaitable afin d'optimiser le rendement d'un puits.

La perte d'efficacité d'un puits peut aussi être associée à une incrustation des ouvertures de la crépine par la précipitation d'éléments contenus dans l'eau. Ces éléments sont souvent constitués par des carbonates, du fer ou du manganèse qui s'accrochent solidement aux crépines et dans la formation adjacente à la crépine. Dans ces conditions, la réhabilitation d'un puits ne peut être simplement effectuée en utilisant une technique de développement. Il faut, tout d'abord, détruire par dissolution chimique la plus grande quantité de ces éléments incrustants.

En général, les produits chimiques utilisés sont l'acide sulfamique (ou aminosulfurique), l'acide chlorydrique (ou muriatique) et le Nu-Well (comprimés d'acide sulfamique associés à des produits destinés à augmenter sa solubilité dans l'eau).

La démarche généralement employée lors de la réhabilitation d'un puits crépiné incrusté peut se résumer comme suit :

- vérifier la capacité spécifique de l'installation à l'aide d'un essai de pompage approprié avant la réhabilitation;
- sortir la pompe du puits, la vérifier et la nettoyer;
- injecter une quantité de chlore suffisante pour obtenir une concentration de 2 000 mg/l dans le puits;
- laisser reposer la solution de chlore dans le puits durant une période de 8 heures et purger le puits;
- injecter un poids suffisant d'acide (Nu-Well) pour obtenir l'effet désiré en fonction du diamètre et de la longueur de la crépine;
- laisser reposer l'acide durant 2 à 3 heures;
- agiter la solution pendant 8 heures pour faciliter la fissuration des dépôts incrustants;
- agiter et purger le puits à l'aide d'un piston à clapet pendant une autre période de 8 heures pour sortir le fer oxydé et développer l'aquifère;
- injecter une deuxième dose de chlore pour obtenir une concentration de 10 000 mg/l dans le puits;
- laisser reposer durant une période de 8 heures;
- agiter et développer<sup>1</sup>;
- installer temporairement la pompe et vérifier la capacité du puits à l'aide d'un essai de pompage approprié;
- remettre en place la pompe permanente;
- finaliser la désinfection du puits, injecter une quantité de chlore suffisante pour obtenir une concentration de 50 à 200 mg/l de chlore dans le puits;
- laisser reposer la solution dans le puits durant une période de 24 heures;
- purger le puits à l'aide de la pompe;
- raccorder la pompe au réseau d'alimentation en eau.

### 3.5.3 Désinfection d'un puits

Tout nouveau puits ou tout puits auquel un entretien a été réalisé, tel que remplacement de la pompe, doit subir une désinfection. Avant d'effectuer la désinfection d'un puits, il est important de s'assurer que toutes les activités à réaliser à l'intérieur du puits sont complétées.

Pour la désinfection d'un puits, l'eau de Javel utilisée pour le blanchissage du linge peut être employée comme désinfectant. L'eau de Javel commerciale est une solution jaunâtre qui contient entre 3 et 6 % d'hypochlorite de sodium à l'embouteillage selon la marque commerciale. S'assurer que l'eau de Javel contient au moins 5 % d'hypochlorite de sodium pour effectuer la désinfection du puits.

---

1. Atténuation des particules fines par pistonnage à l'eau et à l'air

Les étapes pour accomplir la désinfection proprement dite sont les suivantes :

- verser dans le puits la quantité requise d'eau de Javel;
- mélanger l'eau de Javel avec l'eau du puits, si c'est possible;
- pomper suffisamment d'eau pour sentir l'odeur de chlore à la sortie de tous les robinets du poste d'alimentation afin de désinfecter la pompe et la tuyauterie;
- laisser agir le chlore dans le puits et la tuyauterie durant au moins 24 h;
- laisser couler l'eau, à la suite du délai, jusqu'à disparition complète de l'odeur de chlore;
- procéder à un prélèvement d'eau pour analyses bactériologiques (coliformes totaux, coliformes fécaux).

Environ 1 semaine après la désinfection, un autre prélèvement pour analyses bactériologiques doit être réalisé.

**Note :** Les analyses bactériologiques doivent être réalisées par un laboratoire accrédité.

Advenant le cas où une analyse bactériologique indique une contamination de l'eau provenant du puits d'alimentation, il serait essentiel de répéter les étapes de désinfection sur ce même puits.

Le calcul du volume d'eau d'un puits et de la quantité de désinfectant s'établit comme suit :

- En premier lieu, il faut calculer le volume d'eau dans le puits en considérant le diamètre du puits et la hauteur de l'eau; les données retenues doivent être en mètre.

$$\text{Volume d'eau (l)} = 3,1416 \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 \times h \times 1\,000 \quad \text{où :}$$

d = diamètre intérieur du puits

h = hauteur d'eau dans le puits

On recommande une concentration de 50 mg/l de chlore libre pour assurer une désinfection efficace d'un puits existant (eau de Javel à 5 %, qui se retrouve sur le marché). Il faut donc, pour obtenir une concentration désinfectante de 50 mg/l, diviser le volume d'eau évalué du puits par 1 000.

Pour un nouveau puits, les volumes d'eau de Javel doivent être divisés par 200 puisqu'on recommande une concentration de 250 mg/l de chlore libre.

Si le temps de contact du désinfectant avec les équipements ne peut être de 24 h, la désinfection peut se réaliser sur la base d'une (1) heure mais la concentration doit être de 500 mg/l. Pour établir le volume d'eau de Javel à 5 %, il faut diviser le volume d'eau du puits par 100.

Pendant toute la durée de l'intervention, il est primordial qu'il n'y ait aucune demande en eau, autre que celle voulue dans le cadre de la procédure.

En effet, il faut s'assurer que la solution chlorée ne soit pas acheminée vers d'autres conduites telles que les branchements de service et les autres conduites environnantes.

La consommation ou l'utilisation d'une eau fortement chlorée peut occasionner des cas d'intoxication, de blessures aux yeux ou à la peau ou encore endommager les composantes internes de certains équipements domestiques, commerciaux ou industriels.

### **3.6 ENTRETIEN PRÉVENTIF**

#### **3.6.1 Généralités**

Afin d'assurer un bon fonctionnement et une longue durée de vie des équipements mécaniques dans le but de réduire les coûts de réparation et d'exploitation, il est essentiel d'établir un programme de vérification et d'entretien préventif.

À cette fin, la tournée quotidienne pour la cueillette des divers renseignements et les relevés de compteurs devrait comporter un volet « INSPECTION » des équipements afin de détecter tout signe apparent ou audible d'une panne éventuelle.

Certains équipements sont dotés d'appareils de mesure permettant d'en apprécier les conditions de fonctionnement. La tournée quotidienne permet de recueillir cette information et de la comparer aux valeurs prévisibles. Les variations qui seront constatées peuvent être le résultat d'une condition d'opération qui est variable ou le reflet d'un problème d'opération, d'une usure prématurée ou d'un bris.

Pour faciliter l'analyse de l'information, le journal d'exploitation a été conçu pour permettre à l'exploitant de dresser un bilan visuel quasi instantané des conditions d'opération des principaux équipements.

Parallèlement à ces tournées d'inspection, un programme d'entretien préventif doit être établi selon les spécifications et instructions décrites dans les différents manuels des fournisseurs. Une bonne connaissance de ces manuels est indispensable à la préparation d'un tel programme.

Un fichier d'entretien préventif devrait être complété par l'opérateur.

#### **3.6.2 Pièces de rechange**

Dans le cadre du présent projet, la municipalité d'Aqueduc n'a pas de pièces de rechange à acquérir puisque le système de captage est constitué de deux (2) puits d'alimentation en eau qui sont opérationnels.

Malgré le bris d'un équipement, le système de captage peut être remis en opération rapidement considérant que les pièces de rechange sont facilement disponibles chez les différents fournisseurs.

Toutefois, il serait essentiel que la Municipalité procède rapidement à l'achat d'une nouvelle pompe submersible advenant le cas qu'une des deux pompes devienne non opérationnelle.

### **3.7 PROBLÈMES ET SOLUTIONS**

D'un point de vue mécanique, le diagnostic et la solution efficace à un problème reposent sur une connaissance approfondie des caractéristiques de l'équipement et des particularités reliées à l'installation, au fonctionnement, à l'opération, à l'entretien et à la réparation.

Aussi, chaque équipement doit être ajusté de manière à rencontrer les exigences du procédé pour obtenir un rendement satisfaisant.

Une bonne connaissance de l'information contenue dans les manuels des fournisseurs, des capacités et limites des équipements ainsi qu'une bonne connaissance du procédé sont essentielles.

Certaines interventions suggérées peuvent être appliquées par l'exploitant. Toutefois, l'exploitant devra utiliser son bon jugement, des moyens adéquats, sécuritaires et à la mesure de ses connaissances et compétences.

Compte tenu des compétences variées qui sont généralement requises, l'intervention d'un électricien et d'un mécanicien qualifiés est généralement requise.

Les principaux problèmes rencontrés au niveau d'un système de captage sont présentés au tableau 3.3.

**Tableau 3.3 - Problèmes et solutions**

<b>Problèmes</b>	<b>Causes possibles</b>	<b>Solutions</b>
<b>Alarme de bas niveau dans un puits</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Débit pompé supérieur à la capacité de la formation aquifère.</li> <li>- Colmatage du puits.</li> <li>- Fonctionnement inadéquat du système de commande des pompes.</li> <li>- Surexploitation de la formation aquifère.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vérifier le fonctionnement de la vanne de contrôle.</li> <li>- Procéder au nettoyage du puits et/ou à un développement de puits.</li> <li>- Communiquer avec un électricien ou le fournisseur.</li> <li>- Réparer ou remplacer la sonde de niveau.</li> <li>- Refaire une étude hydrogéologique.</li> </ul>
<b>Une pompe ne démarre pas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le niveau de départ n'est pas atteint</li> <li>- La pompe n'est pas alimentée.</li> <li>- Les impulseurs sont bloqués, ampérage élevé.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vérifier les interrupteurs, disjoncteurs, sélecteurs, les fusibles, réarmer le relais de surintensité. Si nécessaire, contacter un électricien ou le fournisseur.</li> <li>- Procéder à l'entretien de la pompe.</li> </ul>
<b>La pompe démarre mais le disjoncteur saute</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le câble d'alimentation électrique de la pompe est coupé.</li> <li>- La pompe ne reçoit pas une pleine tension sur les trois phases.</li> <li>- L'intensité des phases est irrégulière.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réparer correctement. Contacter un électricien.</li> <li>- Faire vérifier la tension d'alimentation.</li> <li>- Faire vérifier la tension d'alimentation.</li> <li>- Contacter le fournisseur.</li> </ul>

<b>Les pompes démarrent et arrêtent continuellement.</b>	- Le système de contrôle est déficient.	- Vérifier les différentes composantes du système (interrupteur de pression, sonde de niveau, relais de surcharge, etc.).  - Contacter un électricien et/ou technicien en instrumentation.
<b>La pompe fonctionne mais son débit est nul ou insuffisant.</b>	- Obstruction dans les impulseurs, la conduite ou accessoires.  - La pompe n'est pas sur son assise.  - Vannes fermées.  - Sens de la rotation de la pompe inversée.  - Pièces usées.	- Nettoyer.  - Replacer l'adaptateur coulisseau.  - Vérifier.  - Contacter un électricien pour inversion des phases.  - Remplacer.
<b>Fuites importantes par le joint d'étanchéité.</b>	- Garniture usée.	- Replacer la ou les garnitures.
<b>Fuite sur l'adaptateur coulisseau.</b>	- Mauvaise position.	- Relever et replacer la pompe.
<b>Alarme non justifiée provenant des sondes de niveau.</b>	- Dépôt de sédiments sur les sondes.  - Défectuosité des sondes.	- Retirer et nettoyer les sondes.  - Retirer et recalibrer la ou les sondes défectueuses.
<b>Abaissement du niveau dynamique de la nappe phréatique.</b>	- Débit pompé plus élevé.  - Période d'étiage, recharge de la nappe phréatique faible.  - Surexploitation de la formation aquifère.	- Évaluation des débits pour s'assurer que le système de captage est conforme.  - Réajuster la vanne de contrôle de pression. Communiquer avec le concepteur.  - Communiquer avec le concepteur.

<b>Variations de la qualité de l'eau</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surexploitation de la formation aquifère.</li> <li>- Aire d'alimentation modifiée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Communiquer avec le concepteur.</li> <li>- Communiquer avec le concepteur.</li> </ul>
<b>Surpompage associé aux puits d'alimentation.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diminution de la capacité du puits.</li> </ul> <p><i>Note :</i> Cette diminution peut aller jusqu'à la perte de l'ouvrage.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Communiquer avec le concepteur.</li> </ul>

Enfin, des effets indésirables peuvent être associés à l'extraction d'eau souterraine. Il est essentiel de rappeler que la construction d'un puits est basée sur la conception de ce dernier.

En conséquence, deux (2) concepts doivent être considérés et maintenus à l'esprit dans l'opération d'un puits : les paramètres hydrogéologiques de la formation aquifère et les paramètres de construction du puits.

La surexploitation est un concept qui affecte une superficie beaucoup plus grande que seulement le site de construction du puits de pompage, et est surtout plus difficile à réparer. La surexploitation est un concept qui se rattache à la formation aquifère. Cette dernière s'inscrit dans le cycle de l'eau dont il faut respecter le bilan : il est déconseillé de pomper une quantité d'eau supérieure au volume d'eau qui s'infiltré dans la formation aquifère. Les conséquences sont telles que le niveau de la nappe exploitée baisse graduellement, ayant ainsi des effets directs sur les puits d'exploitation en diminuant leur capacité. Les conditions d'exploitation de la nappe doivent donc aussi être considérées dans l'exploitation de puits de pompage.



**ANNEXE 3-1**

**RAPPORT HYDROGÉOLOGIQUE  
MUNICIPALITÉ D'AQUEDUC  
(juillet 2000)**

*{Le rapport hydrogéologique n'est pas présenté dans ce modèle}*

## ANNEXE 3-2

**QUALITÉ DE L'EAU AUX PUIITS D'ALIMENTATION**  
**RÉSULTATS D'ANALYSE**  
**(juillet 2000)**

PARAMÈTRES	ÉCHANTILLONS				MÉTHODES <sup>1</sup>
	169	201	228	289	
Coliformes totaux (U.F.C./100 ml)	4	0	0	0	922 2B
Bactéries atypiques (U.F.C./100 ml)	8	8	0	2	
Coliformes fécaux (U.F.C./100 ml)	0	0	0	0	9222D
Bactéries atypiques (U.F.C./100 ml)	0	0	0	0	
Streptocoques fécaux (U.F.C./100 ml)	0	0	0	0	9230 C
Conductivité (µmhos/cm)	915	-	931	947	2510 B
Dureté totale (CaCO <sub>3</sub> mg/L)	140	-	140	126	2340 B
Couleur vraie (U.C.V)	60	50	30	37	2120 B
Couleur apparente (U.C.A.)	70	50	32	46	2120 B
Solides totaux (mg/l)	549	-	527	537	2540 B
Solides dissous (mg/l)	548	-	537	532	2540 C
Turbidité (U.T.N.)	35	15,4	6,8	14,7	2130 B
pH	7,4	7,3	7,4	7,5	4500 <sup>+</sup> B
Alcalinité totale (CaCO <sub>3</sub> mg/l)	150	-	158	162	2320 B
Azote ammoniacal (N mg/l)	0,09	-	-	0,1	4500NH <sub>3</sub> D
Chlorures (mg/l)	200	-	189	179	4500Cl <sup>-</sup> F
Fluorures (mg/l)	0,36	-	0,43	0,43	4500F <sup>-</sup> C
O-phosphate (P mg/l)	0,02	-	0,02	0,04	4500P D
Sulfate (mg/l)	36,3	-	40,4	33,7	4500SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> B
Sulfure (mg/l)	<0,02	-	0,51	0,62	4500 <sup>2-</sup> F
Nitrates + Nitrites (N mg/l)	<0,1	-	<0,01	<0,01	4500NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> C
Carbone organique dissous (mg/l)	4,9	-	4,7	4,9	Confié en sous-traitance

<sup>1</sup> Les méthodes d'analyse ont été tirées de « Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 19<sup>e</sup> édition APHA, AWWA, WEF

## ANNEXE 3-2 (suite)

**QUALITÉ DE L'EAU AUX PUIXS D'ALIMENTATION**  
**RÉSULTATS D'ANALYSE**  
**(juillet 2000)**

PARAMÈTRES	ÉCHANTILLONS				MÉTHODES <sup>1</sup>
	169	201	228	289	
Argent (mg/l)	-	-	-	<0,001	3113
Arsenic (mg/l)	-	-	-	<0,008	3500As B
Baryum (mg/l)	-	-	-	0,12	3113
Bore (mg/l)	-	-	-	0,18	4500B C
Cadmium (mg/l)	-	-	-	<0,0001	3113
Calcium (mg/l)	37,7	-	40,4	37,1	3500Ca B
Chrome (mg/l)	-	-	-	0,002	3113
Cyanure (mg/l)	-	-	-	<0,005	4500CN B, E
Fer dissous (mg/l)	0,25	-	0,26	0,34	4500Fe B
Fer total (mg/l)	1,8	-	0,52	0,84	4500Fe B
Magnésium (mg/l)	10,1	-	10,1	10,7	4500Mg B
Manganèse total (mg/l)	0,65	-	0,64	0,66	4500Mn B
Manganèse dissous (mg/l)	0,65	-	0,64	0,64	4500Mn B
Plomb (mg/l)	-	-	-	<0,001	3113
Sélénium (mg/l)	-	-	-	<0,008	4500Se B
Sodium (mg/l)	124	-	130	122	4500Na B
Uranium (mg/l)	-	-	-	<0,005	Confié en sous-traitance
Composés phénoliques (mg/l)	-	-	-	0,004	5530B C
Indice de Langelier	-	-	-	0,65	Calcul

<sup>1</sup> Les méthodes d'analyse ont été tirées de « Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 19<sup>e</sup> édition APHA, AWWA, WEF



**ANNEXE 3-3**

**JOURNAL D'EXPLOITATION  
POSTE D'ALIMENTATION**



## CHAPITRE 4

<b>4.</b>	<b>TRAITEMENT DU FER ET DU MANGANÈSE .....</b>	<b>4-3</b>
4.1	Paramètres de conception .....	4-3
4.2	Description sommaire de la chaîne de traitement .....	4-3
4.3	Description détaillée des équipements.....	4-6
4.3.1	Pot émulseur .....	4-6
4.3.1.1	Généralités .....	4-6
4.3.1.2	Caractéristiques.....	4-6
4.3.1.3	Modes d’opération .....	4-6
4.3.2	Tour d’oxydation .....	4-9
4.3.2.1	Généralités .....	4-9
4.3.2.2	Caractéristiques.....	4-9
4.3.2.3	Modes d’opération .....	4-9
4.3.3	Filtration sous pression .....	4-10
4.3.3.1	Généralités .....	4-10
4.3.3.2	Caractéristiques.....	4-10
4.3.3.3	Description générale .....	4-11
4.3.4	Lavage des filtres .....	4-12
4.3.4.1	Généralités .....	4-12
4.3.4.2	Mode de lavage .....	4-13
4.3.4.3	Séquence de lavage .....	4-13
4.3.4.4	Modes d’opération .....	4-14
4.3.4.5	Fosse de décantation .....	4-16
4.3.5	Système de dosage d’hypochlorite de sodium.....	4-16
4.3.5.1	Généralités .....	4-16
4.3.5.2	Caractéristiques.....	4-16
4.3.5.3	Modes d’opération .....	4-17
4.3.6	Système de dosage de permanganate de potassium .....	4-17
4.3.6.1	Généralités .....	4-17
4.3.6.2	Caractéristiques.....	4-18
4.3.6.3	Modes d’opération .....	4-18
4.3.7	Surpresseur d’air de lavage.....	4-19
4.3.7.1	Généralités .....	4-19
4.3.7.2	Caractéristiques.....	4-21
4.3.7.3	Modes d’opération .....	4-21
4.4	Description détaillée des équipements.....	4-21
4.4.1	Généralités .....	4-21
4.4.2	Relevés d’opération .....	4-22
4.4.2.1	Analyses de laboratoire.....	4-22
4.4.2.2	Relevés quotidiens .....	4-23

4.4.3	Ajustements et optimisation du procédé.....	4-23
4.4.3.1	Optimisation du débit (taux) de filtration .....	4-24
4.4.3.2	Optimisation du débit d'air dans la tour d'oxydation .....	4-24
4.4.3.3	Optimisation du dosage de permanganate de potassium .....	4-24
4.4.3.4	Optimisation du dosage d'hypochlorite de sodium .....	4-25
4.4.3.5	Optimisation de la filtration .....	4-25
4.5	Entretien préventif des équipements .....	4-28
4.5.1	Généralités .....	4-28
4.5.2	Tournée d'inspection .....	4-28
4.5.3	Liste des équipements nécessitant un entretien préventif.....	4-30
4.5.4	Inventaire des lubrifiants et pièces de rechange .....	4-30
4.5.5	Fiches d'entretien préventif .....	4-30
4.5.5.1	Fiche d'information .....	4-31
4.5.5.2	Fiche de travaux effectués .....	4-31
Annexe 4-1	Journal d'exploitation .....	4-33

## 4. TRAITEMENT DU FER ET DU MANGANÈSE

*{Le projet qui a servi à monter ce chapitre comprenait initialement le dosage de polyphosphates ainsi qu'une post-chloration. Ces procédés n'ont cependant pas été retenus aux fins du modèle de manuel d'exploitation. À l'opposé, aucun senseur de mesure de couleur n'a été installé alors qu'il pourrait être utile de le prévoir.}*

### 4.1 PARAMÈTRES DE CONCEPTION

Les modifications et ajouts effectués à la centrale de filtration d'eau potable en 1996 ont permis de produire un débit nominal de 38,6 m<sup>3</sup>/h, soit 930 m<sup>3</sup>/J (142 GIPM).

L'eau à traiter provient de deux (2) puits dont on retrouve une analyse dans le tableau 4.1 suivant.

**Tableau 4.1 - Analyses de l'eau des 2 puits (source Labexcel )**

Paramètres	Unités	Puits n°1	Puits n°2
Alcalinité	mg/l CaCO <sub>3</sub>	194	178
Cuivre total	mg/l	<0,05	<0,05
Dureté calcique	mg/l CaCO <sub>3</sub>	172	172
Dureté permanente	mg/l CaCO <sub>3</sub>	20	24
Dureté temporaire	mg/l CaCO <sub>3</sub>	194	178
Dureté totale	mg/l CaCO <sub>3</sub>	214	202
Fer total	mg/l	1,3	0,52
Manganèse total	mg/l	0,10	0,28
pH		7,3	7,5
Solides dissous	mg/l	290	287
Température	° C	9	8

Le système a été conçu afin de respecter les objectifs suivants:

Fer	:	≤ 0,3 mg/l
Mn	:	≤ 0,05 mg/l
Couleur	:	≤ 15 uCV
turbidité	:	≤ 1 UTN

### 4.2 DESCRIPTION SOMMAIRE DE LA CHAÎNE DE TRAITEMENT

L'approvisionnement du système de filtration provient de deux (2) puits fonctionnant en alternance. Le puits n° 1 est situé sur le terrain de la centrale de traitement alors que le puits n°2 est situé à environ 150 mètres.

Chaque puits possède son propre compteur d'eau qui permet la mesure de débit. Le compteur du puits n° 1 est situé directement dans le bâtiment abritant la pompe alors que le compteur du puits n° 2 est localisé, pour des raisons pratiques, à l'intérieur du bâtiment de traitement. Le

débit d'eau à traiter est contrôlé à l'aide de vannes manuelles sur les conduites de refoulement des puits à l'entrée du bâtiment.

L'eau est ensuite dirigée vers le pot émulseur qui a pour fonction de mettre en contact de l'air comprimé à l'eau brute en vue de l'oxydation des métaux bivalents dont le fer et le manganèse, au sein de la tour d'oxydation. Un point d'injection d'hypochlorite de sodium (préchloration) a été prévu pour effectuer, au besoin, une oxydation plus poussée du fer et du manganèse.

L'eau aérée (et chlorée si nécessaire) pénètre ensuite dans la tour d'oxydation. Cette tour est munie d'anneaux qui favorisent une distribution turbulente de l'eau tout en maximisant les échanges entre l'air et le fer dissous. Il en résulte une oxydation du fer et partiellement du manganèse en hydroxydes métalliques. Ces derniers seront piégés dans les filtres sous pression. Cette aération peut également servir à l'élimination des odeurs causées par la présence éventuelle de soufre.

À la sortie de la tour d'oxydation, une solution de permanganate de potassium ( $\text{KMnO}_4$ ) est injectée dans l'eau à l'aide d'une pompe doseuse afin de permettre l'oxydation et la précipitation du manganèse dans les filtres.

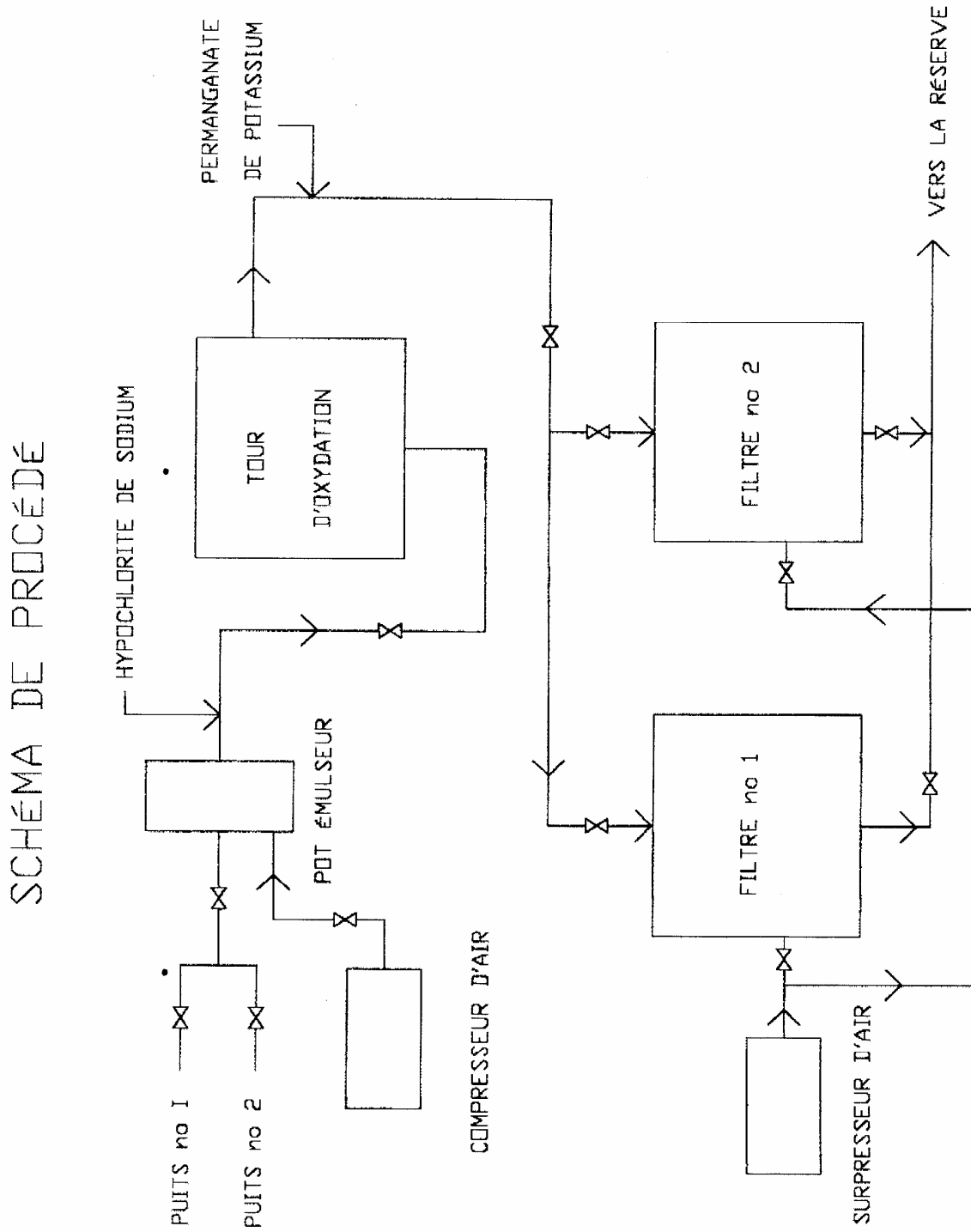
La chaîne se termine par deux (2) filtres d'une surface filtrante de  $2,83 \text{ m}^2$  chacun, permettant un taux de filtration de  $6,8 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{heure}$  au débit nominal de  $38,5 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Les filtres possèdent un lit filtrant comportant deux (2) couches de matériaux distincts :

- la couche supérieure est composée d'anthracite qui se charge de l'enlèvement des particules grossières;
- la couche inférieure est composée de sable vert; le rôle premier du sable vert est d'oxyder le fer et le manganèse encore dissous; il permet également d'éliminer les fines particules résiduelles non captées par la couche supérieure d'anthracite; un léger surdosage de  $\text{KMnO}_4$  permet de régénérer les capacités oxydantes du sable vert.

Un système de lavage à contre-courant air et eau permet le lavage des filtres. Ce système comporte principalement un surpresseur d'air de lavage et une pompe d'eau de lavage (qui est, dans ce cas, l'une des pompes de distribution). Les eaux de lavage sont évacuées dans un drain se déversant dans une fosse de décantation dont le surnageant est rejeté dans le fossé longeant le terrain de la centrale. La figure 4.1 présente un schéma simplifié de la chaîne de traitement.

Figure 4.1 - Schéma simplifié de la chaîne de traitement



### 4.3 DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES ÉQUIPEMENTS

L'ensemble de la chaîne de traitement et de ses principaux équipements est présenté à la figure 4.2

#### 4.3.1 Pot émulseur

##### 4.3.1.1 Généralités

Le pot émulseur permet de mettre en contact l'air comprimé et l'eau brute à traiter en vue de l'oxydation des métaux bivalents, notamment le fer, au sein de la tour d'oxydation. Un rotamètre, gradué de 0 à 10 correspondant à 0 à 630 l/min ( 22 PCM ) sur la ligne d'air comprimé permet d'ajuster le débit d'air. Le débit d'air injecté doit être ajusté pour permettre l'oxydation quasi-complète du fer et de maintenir une concentration d'oxygène dissous le plus près possible de la valeur de saturation (environ 11 mg/l à 10 °C).

Un point d'injection d'hypochlorite de sodium a été prévu pour effectuer, au besoin, une oxydation plus poussée du fer et du manganèse.

##### 4.3.1.2 Caractéristiques

###### Pot-émulseur

Nombre	: 1
Fournisseur	: John Meunier inc.
Dimensions	: 300 mm Ø par 550 mm hauteur
Matériau	: acier inoxydable 304L

###### Compresseur d'air

Nombre	: 1
Marque	: DeVilbiss
Modèle	: 445
Débit	: 11 scfm à 300 kPa
Spécifications électriques	: 15 HP, 575 V, 16,5 A, 1 760 RPM

##### 4.3.1.3 Modes d'opération

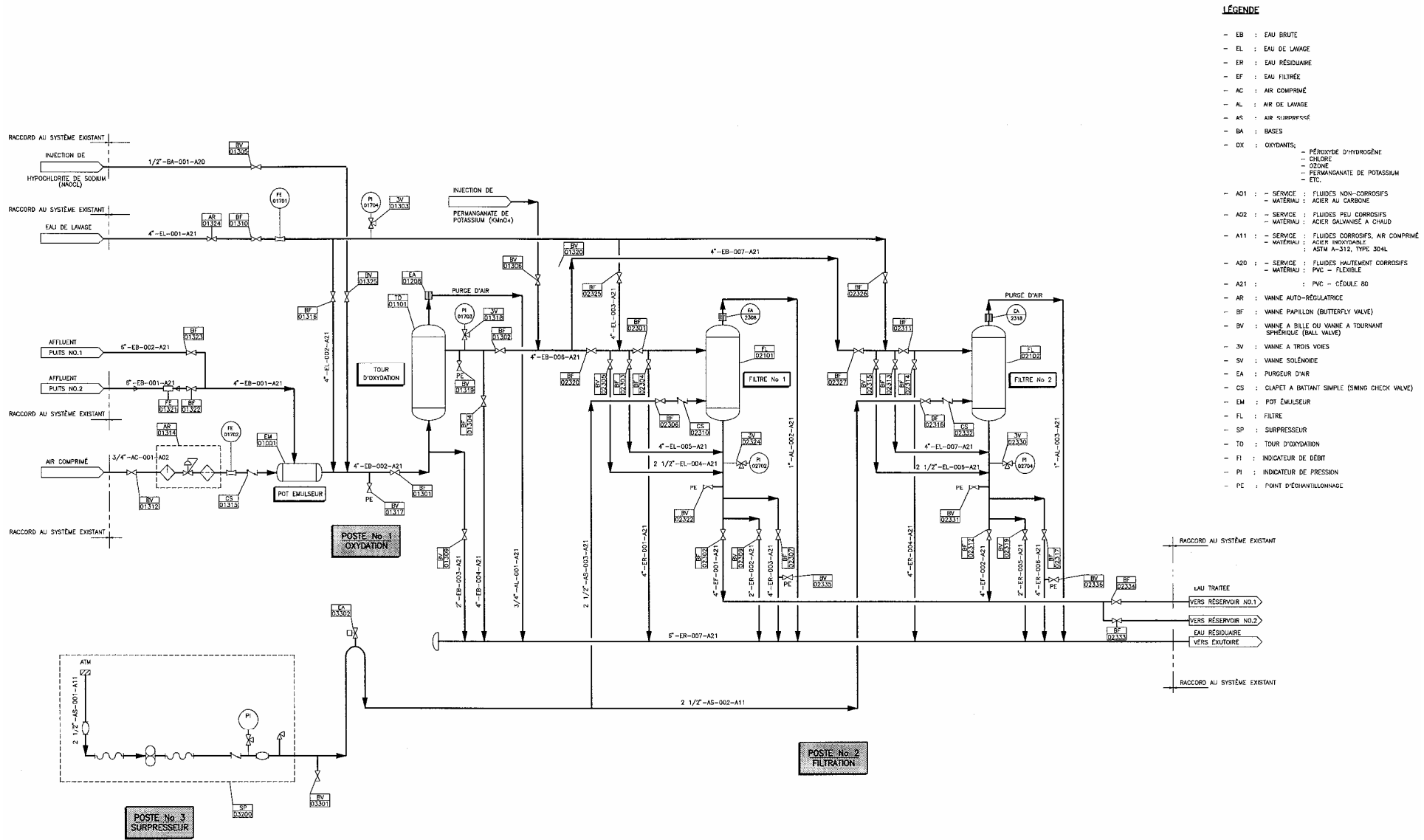
###### a) Opération normale

Une insufflation d'air est effectuée continuellement quand le système de filtration est en opération. Les cycles de marche-arrêt du compresseur sont assurés par un manostat, lequel ordonne le départ sur un signal de basse pression et l'arrêt sur un signal de haute pression. Un régulateur de pression, installé sur la ligne d'air, juste avant le pot émulseur maintient la pression à 210 kPa (30 psi). Le débit d'air s'ajuste directement sur le rotamètre.

###### b) Opérations particulières

Dans le cas d'un bris sur le système d'air comprimé, il est recommandé de démarrer la préchloration afin de substituer le chlore à l'air comme oxydant. Se référer alors aux paragraphes 4.3.5 et 4.4.3.4 pour plus de détails sur l'ajustement et le contrôle de la préchloration.

Figure 4.2 - Schéma détaillée de la chaîne de traitement



- LÉGENDE**
- EB : EAU BRUTE
  - EL : EAU DE LAVAGE
  - ER : EAU RÉSIDUAIRE
  - EF : EAU FILTRÉE
  - AC : AIR COMPRIMÉ
  - AL : AIR DE LAVAGE
  - AS : AIR SURPRESSED
  - BA : BASES
  - DX : OXYDANTS;
    - PÉROXYDE D'HYDROGÈNE
    - CHLORÉ
    - OZONE
    - PERMANGANATE DE POTASSIUM
    - ETC.
  - A01 : - SERVICE : FLUIDES NON-CORROSIFS
    - MATÉRIAU : ADIER AU CARBONE
  - A02 : - SERVICE : FLUIDES PEU CORROSIFS
    - MATÉRIAU : ADIER GALVANISÉ A CHAUD
  - A11 : - SERVICE : FLUIDES CORROSIFS, AIR COMPRIMÉ
    - MATÉRIAU : ADIER INOXIDABLE
    - ASTM A-312, TYPE 304L
  - A20 : - SERVICE : FLUIDES HAUTEMENT CORROSIFS
    - MATÉRIAU : PVC - CÉDULE 80
  - A21 : : PVC - CÉDULE 80
  - AR : VANNE AUTO-RÉGULATRICE
  - BF : VANNE PAPILLON (BUTTERFLY VALVE)
  - BV : VANNE A BILLE OU VANNE A TOURNANT SPHÉRIQUE (BALL VALVE)
  - JV : VANNE A TROIS VOIES
  - SV : VANNE SOLÉNOÏDE
  - EA : PURGEUR D'AIR
  - CS : CLAPET A BATANT SIMPLE (SWING CHECK VALVE)
  - EM : POT EMULSEUR
  - FL : FILTRE
  - SP : SURPRESSED
  - TD : TOUR D'OXYDATION
  - FI : INDICATEUR DE DÉBIT
  - PI : INDICATEUR DE PRESSION
  - PE : POINT D'ÉCHANTILLONNAGE

### 4.3.2 Tour d'oxydation

#### 4.3.2.1 Généralités

La tour permet d'oxyder le fer bivalent. L'eau à traiter est précédemment mise en contact avec de l'air au niveau du pot émulseur. L'eau ainsi émulsifiée pénètre alors dans la tour d'oxydation. Cette tour est pleine d'anneaux de polypropylène dont la fonction est de maximiser la turbulence de l'écoulement optimisant ainsi les échanges entre l'air et le fer dissous. On les appelle aussi anneaux de Raschig; ils mesurent 38 mm de diamètre. Il en résulte ainsi une oxydation du fer et, partiellement, du manganèse en hydroxydes métalliques. Ces derniers seront piégés dans les filtres.

Tel que mentionné précédemment, un point d'injection d'hypochlorite de sodium (chlore) a été prévu en aval du pot émulseur pour effectuer, au besoin, une oxydation plus poussée du fer et du manganèse.

#### 4.3.2.2 Caractéristiques

Nombre	: 1
Fournisseur	: John Meunier inc.
Dimensions	: 2,50 m Ø par 2,5 m hauteur totale. (approx)
Surface	: 4,9 m <sup>2</sup>
Pression d'opération théorique	: 420 kPa (60 psi)
Épaisseur d'anneaux Raschig	: 700 mm
Volume d'anneaux Raschig	: 3,44 m <sup>3</sup>
Volume entre les anneaux	: 8,47 m <sup>3</sup> (estimé)
Temps de contact à Q max	: 13 min

#### 4.3.2.3 Modes d'opération

##### a) Opération normale

On doit s'assurer du bon fonctionnement du purgeur d'air situé sur le dessus de la tour. À cette fin, une vérification périodique (démontage et nettoyage) doit être réalisée (voir tableau 4.3).

En cas de panne du système d'air comprimé, l'hypochlorite de sodium est utilisé en remplacement de l'air. La tour d'oxydation permet alors d'assurer un temps de contact suffisant pour obtenir une oxydation adéquate du Fe.

## b) Opérations particulières

On recommande d'effectuer une inspection visuelle de l'intérieur de la tour d'oxydation afin de vérifier les possibilités d'accumulations de précipités métalliques sur les anneaux de Raschig, ce qui pourrait éventuellement poser des problèmes d'opération. Les visites seront espacées de 6 mois au début puis la fréquence sera ajustée aux besoins. Pour ce faire, on doit en premier lieu isoler la tour d'oxydation en suivant la procédure suivante :

1. fermer la vanne BF-0310 (eau de lavage);
2. ouvrir la vanne BF-02325;
3. ouvrir la vanne BF-01316;
4. fermer la vanne BF-01301;
5. ouvrir la trappe d'accès au-dessus de la tour;
6. ouvrir la vanne BF-01309 au bas de la tour pour la vidanger.

Si, lors de l'inspection, on observe une accumulation excessive de dépôts sur les anneaux, on pourra tenter de les nettoyer au jet d'eau (en laissant la vanne de drain ouverte). Si cette opération s'avère inefficace, il y aura lieu de faire tremper les anneaux avec un produit qui solubilisera et éliminera les dépôts ferriques présents. À cette fin, contacter le fournisseur John Meunier pour obtenir la procédure exacte de cette opération particulière.

### 4.3.3 Filtration sous pression

#### 4.3.3.1 Généralités

La filtration sous pression est un procédé destiné à traiter l'eau préoxydée par ajout de produits chimiques en la faisant traverser un milieu filtrant composé de couches successives d'antracite et de sable vert. Ce procédé permet un enlèvement du fer et du manganèse, de la couleur, de la turbidité, des particules en suspension, des bactéries et de certains goûts et odeurs.

L'efficacité d'un filtre est fortement influencée par le mode de régulation de son débit et du taux (vitesse) de filtration. On doit éviter dans la mesure du possible les brusques variations de débit. En ce sens, il est préférable que le filtre opère continuellement à débit réduit plutôt qu'en marche-arrêt fréquents à fort débit.

#### 4.3.3.2 Caractéristiques

Nombre	: 2
Fournisseur	: John Meunier inc.
Capacité de filtration	: 38,6 m <sup>3</sup> /h (19,3 m <sup>3</sup> /h par unité)
Taux de filtration nominal	: 6,8 m/h (2,8 USGPM/pi <sup>2</sup> )
Surface filtrante par filtre	: 2,83 m <sup>2</sup>
Dimensions	: 1,90 m Ø par 3 m hauteur tot. (approx)

Pression d'opération théorique	: 420 kPa (60 psi)
Milieu filtrant	: 300 mm anthracite, taille 1,0 à 1,5 mm 460 mm sable vert, taille 0,30 à 0,35mm
Gravier de support	: 200 mm de gravier 12-19 mm 200 mm de gravier 6-12 mm 200 mm de gravier 3-6 mm
Perte de charge maximale	: 42 kPa (6 psi)
Débit d'air de lavage	: 3,0 m <sup>3</sup> /min ( 105 PCM )
Débit de lavage à l'eau	: 70 m <sup>3</sup> /h (308 USGPM)
Taux de lavage à l'eau	: 25 m/h (10,3 USGPM/pi <sup>2</sup> )

### 4.3.3.3 Description générale

Chacun des deux (2) filtres possède une surface filtrante de 2,83 m<sup>2</sup> permettant un taux de filtration de 6,8 m/h (2,8 USGPM/pi<sup>2</sup>) au débit nominal de 38,6 m<sup>3</sup>/h. Ils sont conçus pour opérer à une pression de service de 420 kPa (60 psi). Les filtres possèdent un lit filtrant constitué de deux (2) couches de média reposant sur un gravier de support. Les eaux filtrées sont récupérées par une tuyauterie étoilée installée au sein du gravier support.

La même tuyauterie permet également la distribution des eaux lors des lavages à contre-courant. L'air de lavage est, quant à lui, distribué grâce à un deuxième réseau de tuyauterie interne situé légèrement au-dessus du précédent. Les eaux de lavages sont dirigées vers un drain se déversant dans une fosse de décantation avant leurs rejets dans le fossé longeant le terrain du bâtiment.

Les filtres comportent 2 couches : anthracite et sable vert qui retiennent les particules (incluant les hydroxydes métalliques) ainsi qu'une grande partie de la matière organique. Le fer et le manganèse dissous qui n'ont pas réagi préalablement avec l'air ou avec les produits chimiques sont adsorbés au contact du sable vert. [Le sable vert n'oxyde pas les métaux. Par contre, il peut accélérer le processus d'oxydation en adsorbant l'ion métallique puis en facilitant son oxydation par l'oxydant utilisé. Mais s'il n'y a plus d'oxydant, le métal ne sera pas oxydé mais simplement adsorbé. Cette distinction est importante puisqu'elle explique pourquoi un traitement sans oxydant épuise la capacité d'adsorption du filtre et demande une régénération occasionnelle. De plus, si l'ajout d'oxydant est inférieur à la dose requise, le filtre finira quand même par ne plus adsorber les ions métalliques non oxydés et la concentration de ces métaux augmentera dans l'eau traitée.]

#### a) Anthracite

La couche supérieure du milieu filtrant est composée d'anthracite et possède une épaisseur de 300 mm. Sa taille effective est de 1,0 à 1,5 mm et son coefficient d'uniformité est inférieur à 1,5. L'anthracite se charge de l'enlèvement des particules grossières ou préalablement oxydées. En raison de sa faible densité relative, l'anthracite est redispesé sur la couche supérieure du filtre par le détassage de celui-ci produit lors du lavage à contre-courant.

**b) Sable vert**

La couche inférieure du milieu filtrant est composée de sable vert et possède une épaisseur de 460 mm. Sa taille effective est de 0,30 à 0,35 mm et son coefficient d'uniformité est inférieur à 1,6. Le rôle premier du sable vert est d'adsorber le fer et le manganèse encore dissous. Le sable vert permet également d'éliminer les fines particules résiduelles non captées par la couche supérieure d'antracite. Le dosage de permanganate de potassium en continu ou en discontinu permet d'oxyder les métaux adsorbés pour redonner la capacité d'adsorption du sable vert.

**c) Graviers de support**

Trois graviers de support à granulométrie croissante (3-6 mm, 6-12 mm et 12-19 mm) ont été disposés dans la partie inférieure des filtres. La hauteur totale des graviers est de 600 mm. Ils permettent de supporter le sable vert et recouvrent complètement les collecteurs des eaux filtrées et les insuffleurs d'air.

**d) Collecteur des eaux**

Un collecteur des eaux filtrées en forme d'étoile et construit en acier inoxydable est installé dans la couche de gravier de 12-19 mm. Ce collecteur permet de recueillir les eaux filtrées afin qu'elles soient dirigées vers les réserves d'eaux traitées. Ce même collecteur permet la distribution uniforme de l'eau lors des lavages à contre-courant.

**e) Insuffleur d'air**

Une tuyauterie en forme de quadrillée et construite en acier inoxydable est installée dans la couche de gravier de 6-12 mm pour insuffler l'air. Elle permet la distribution de l'air de lavage à contre-courant. Cet air permet le détassage du sable vert et de l'antracite et le détachement des particules de saletés par la friction des grains des matériaux filtrants.

**f) Purgeurs d'air**

Un purgeur d'air a été installé au-dessus de chacun des filtres afin d'évacuer l'air en excès.

**4.3.4 Lavage des filtres****4.3.4.1 Généralités**

Comme tout filtre se colmate au fur et à mesure que son lit se charge en matières retenues, il est essentiel de procéder périodiquement au lavage du lit filtrant lorsque la qualité de l'eau se détériore ou que la perte de charge atteint une valeur prédéterminée. Il est indispensable que

les lavages permettent de redonner au lit ses qualités initiales faute de quoi le filtre deviendrait de moins en moins efficace.

**Dans le cas présent, le fournisseur recommande de ne pas dépasser une différence de pression entre l'amont et l'aval (la perte de charge) de 42 kPa, soit 6 psi.**

Le lavage est une opération très importante : lorsqu'il est insuffisant, il entraîne le colmatage permanent de certaines zones, ne laissant à l'eau qu'un passage réduit; la perte de charge s'accroît alors plus vite et la filtration devient localement plus rapide et moins efficace. Des lavages trop fréquents entraînent un gaspillage inutile d'eau traitée.

Pour laver le matériau filtrant, on le soumet à un courant circulant de bas en haut, destiné à détacher les impuretés et à les entraîner ensuite dans une goulotte d'évacuation. Le matériau filtrant doit subir une expansion et être agité dans le courant d'eau lors de cette opération.

#### 4.3.4.2 Mode de lavage

En présence de matériau filtrant léger tel l'antracite, on utilise le mode de lavage à contre-courant à l'air et à l'eau. Dans la première phase du lavage, après avoir abaissé le niveau d'eau jusqu'au sommet de la couche supérieure d'antracite, l'air est utilisé pour détacher du matériau filtrant les impuretés retenues. Dans la seconde phase, un retour d'eau à fort débit assurant une expansion théorique du média de 40 %, permet d'extraire du lit et d'évacuer les impuretés détachées lors de la première phase.

#### 4.3.4.3 Séquence de lavage

Tel que mentionné ci-dessus, les équipements en place ont été prévus afin de permettre un lavage à contre-courant à l'air et à l'eau. Le lavage est réalisé manuellement selon la séquence initiale proposée ci-dessous. Il est bien évident que la durée des diverses séquences pourra être modifiée par les opérateurs en fonction des observations et conditions particulières rencontrées.

	<i>Filtre n° 1</i>	<i>Filtre n° 2</i>
<u>Étape n° 1 - Fermeture du filtre</u>		
1. Fermer la vanne d'eau filtrée	2302	2312
2. Fermer la vanne d'arrivée d'eau brute	2320 et 2301	2327 et 2311
	<i>Filtre n° 1</i>	<i>Filtre n° 2</i>
<u>Étape n° 2 - Abaissement partiel du niveau d'eau</u>		
1. Ouvrir la vanne de purge à l'égout	2304	2314
2. Ouvrir la vanne de drainage à l'égout	2309	2319
Durée de 2,5 minutes		
3. Fermer la vanne de drainage à l'égout	2309	2319

	<i>Filtre n° 1</i>	<i>Filtre n° 2</i>
<u>Étape n° 3 - Décolmatage à l'air</u>		
1. Ouvrir la vanne d'air de lavage	2306	2316
2. Démarrer le surpresseur d'air Durée d'environ 5 minutes Fermer le surpresseur d'air		
3. Fermer la vanne d'air de lavage	2306	2316

	<i>Filtre n° 1</i>	<i>Filtre n° 2</i>
<u>Étape n° 4 - Lavage à l'eau</u>		
1. Ouvrir lentement (en 10 sec) la vanne d'eau de lavage Durée variable de 10 à 20 min Débit de lavage de 1 200 l/min (310 USGPM)	2303	2313
2. Fermer lentement (en 10 sec) la vanne d'eau de lavage	2303	2313
3. Fermer la vanne de purge à l'égout	2304	2314

- Étape n° 5 - Préfiltration à l'égout
1. Ouvrir la vanne d'arrivée d'eau brute
  2. Ouvrir la vanne de préfiltration à l'égout  
Durée 5 à 10 minutes
  3. Fermer la vanne de préfiltration à l'égout

Étape n° 6 - Remise en fonction du filtre

1. Ouvrir la vanne d'eau filtrée

#### 4.3.4.4 Modes d'opération

##### a) Opération normale

En opération normale, les deux (2) filtres fonctionnent toujours simultanément et le dosage de  $\text{KMnO}_4$  s'effectue selon le mode continu.

On procède au lavage d'un filtre lorsque la perte de charge dans les filtres est de l'ordre de 42 kPa (6 psi). **Il est important de souligner que la configuration du système de filtration rend impossible la mesure de la perte de charge individuelle de chaque filtre.** En fait, on ne mesure que la perte de charge moyenne des deux (2) filtres et que seul le débit de chaque filtre sera différent, le débit sur le filtre le plus encrassé sera évidemment plus faible. Pour connaître la perte de charge individuelle de chaque filtre, il faudrait que le débit sur les deux (2) filtres soit identique, ce qui ne peut être le cas dans les conditions existantes, l'eau se dirigeant davantage sur le filtre offrant le moins de restriction (perte de charge plus faible).

La durée du lavage à l'air reste habituellement constante. Celle du lavage à l'eau est fonction de la qualité de l'eau rejetée à l'égout pendant le lavage. Le lavage cesse lorsque l'eau de lavage devient suffisamment claire et limpide. La durée de la filtration à l'égout est définie de la même façon.

#### b) Opérations particulières

Il est très important de s'assurer, à intervalles réguliers, que la procédure de lavage appliquée est adéquate. Dans le cas de filtres sous pression, il est nécessaire d'ouvrir la trappe d'accès afin de vérifier visuellement l'opération de lavage. Lors de cette inspection visuelle, on doit vérifier attentivement les points suivants :

1. s'assurer que le temps alloué pour l'abaissement partiel du filtre (étape n° 2) est adéquat; le brassage à l'air sera optimal si le niveau d'eau n'excède que de quelques centimètres le niveau supérieur d'antracite;
2. pendant le lavage à l'air, s'assurer que l'air est réparti uniformément sur toute la surface de filtration; une mauvaise répartition de l'air indique que certaines zones du filtre sont colmatées, ce qui réduit l'efficacité du filtre;
3. pendant le lavage à l'eau, s'assurer que la saleté remonte à peu près uniformément sur toute la surface de filtration; si on remarque que dans certaines zones du filtre, l'eau devient claire plus rapidement, ceci indiquera également des problèmes de colmatage du média;
4. à la fin de la période du lavage à l'eau, lorsque la qualité de l'eau de lavage est bonne, on devrait observer un mouvement tourbillonnaire uniforme de toute la couche d'antracite.

Procéder à l'aide d'une tige, à un « piquage » en plusieurs points de la surface filtrante. Si, à la suite de ce « piquage », on observe une dégradation significative de la qualité de l'eau de lavage, ceci indiquera que le lavage est inadéquat et incomplet.

Si les observations ci-dessus mentionnées semblent démontrer un problème de colmatage de certaines parties du filtre, on devra réviser la procédure de lavage afin d'en améliorer l'efficacité. Les principales actions à prendre seront les suivantes :

1. augmenter la durée du lavage à l'air;
2. augmenter graduellement le débit d'eau de lavage en s'assurant qu'aucune perte de média à l'égout ne se produise; pendant cette opération, procéder au « piquage » de la surface filtrante;
3. effectuer des lavages à l'air et à l'eau successifs; lors de cette opération, la durée du lavage à l'eau pourrait être réduite à environ 5 minutes afin de réduire la quantité d'eau utilisée; pour éviter la perte de média à l'égout, on doit cependant toujours abaisser le niveau dans le filtre avant chaque lavage à l'air.

Si par la suite, on observe la même tendance au colmatage de certaines zones, il est alors possible que certaines parties du collecteur des eaux au fond du filtre soient obstruées,

rendant le lavage à l'eau inefficace dans la zone affectée. Dans ce dernier cas, il serait sage de communiquer avec le fournisseur concernant les solutions à apporter.

Si pour une raison quelconque, il est nécessaire d'isoler un filtre, on doit suivre la procédure suivante :

	<b>Filtre n° 1</b>	<b>Filtre n° 2</b>
1. Fermer la vanne d'eau filtrée	2302	2312
2. Fermer la vanne d'arrivée d'eau brute	2320 et 2321	2327 et 2311

On doit également s'assurer du bon fonctionnement des purgeurs d'air situés sur le dessus des filtres. À cette fin, une vérification périodique (démontage et nettoyage) des purgeurs d'air doit être réalisée.

#### **4.3.4.5 Fosse de décantation**

Enfin, on doit vérifier périodiquement l'accumulation de dépôts dans la fosse de décantation. On peut utiliser la jauge à boue (*Sludge Judge*) de la station d'épuration pour évaluer l'épaisseur de dépôts dans la fosse. Il sera nécessaire de faire vidanger la fosse par une firme spécialisée lorsque la qualité de l'eau se déversant dans le fossé en période de lavage sera de mauvaise qualité.

### **4.3.5 Système de dosage d'hypochlorite de sodium**

#### **4.3.5.1 Généralités**

Lorsque nécessaire, la préchloration est réalisée grâce à un système de dosage d'hypochlorite de sodium.

#### **4.3.5.2 Caractéristiques**

Le système de dosage d'hypochlorite de sodium possède les principales caractéristiques suivantes :

Solution	:	Hypochlorite de Sodium (eau de Javel)
Concentration de la solution	:	10 % de chlore actif (100 g/l) (Solution pure, non-diluée)
Capacité utile du réservoir	:	420 litres
Pompe	:	1
Type de pompe :	:	Pulsatron série E Plus
Modèle	:	LPB2E1-PTC1
Capacité	:	24 l/min à 1 750 kPa
Moteur	:	115V/60/1 0,6A

#### **4.3.5.3 Mode d'opération**

La préchloration à l'entrée de la station permet, en cas de besoin, de favoriser une oxydation plus poussée du fer et de certaines substances organiques pouvant être présentes.

On devra également recourir à la préchloration en cas de bris du système d'air comprimé afin de substituer le chlore à l'air comme oxydant.

### 4.3.6 Système de dosage de permanganate de potassium ( $\text{KMnO}_4$ )

#### 4.3.6.1 Généralités

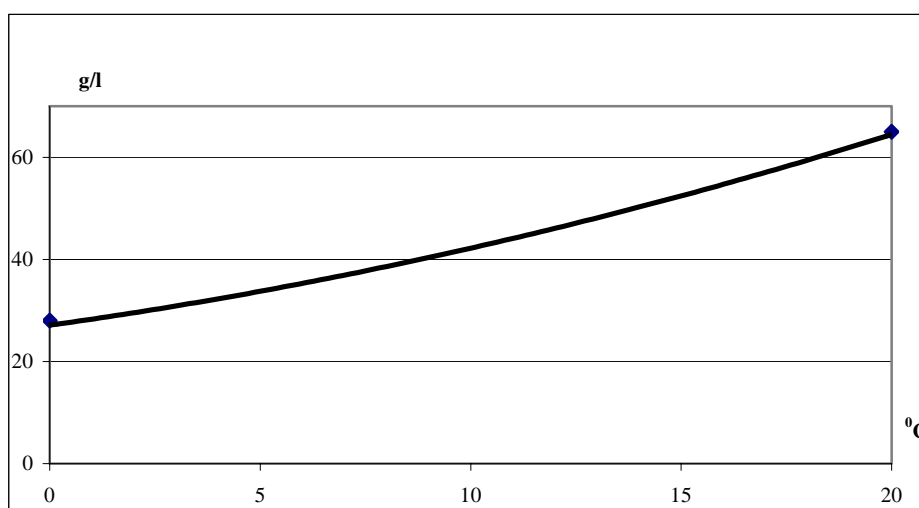
On utilise le permanganate de potassium ( $\text{KMnO}_4$ ), un oxydant très puissant, pour oxyder et précipiter le manganèse présent sous forme dissoute dans l'eau afin de retenir le précipité par filtration. Il sert également à régénérer continuellement le sable vert.

Le permanganate de potassium se présente sous forme solide. La solution de permanganate doit être préparée sur place. Sa solubilité est relativement faible; elle varie selon la température (voir figure 4.3).

Le permanganate est injecté entre la tour d'oxydation et les filtres. Il donne une teinte rosée à l'eau à une concentration de 0,2 à 0,3 mg/l et produit une teinte opaque à partir de 1 mg/l.

Un surdosage prolongé de permanganate donnera donc à l'eau traitée une teinte rosée alors qu'un sous-dosage se traduira par une augmentation graduelle du manganèse dans l'eau traitée.

**Figure 4.3 - Solubilité du  $\text{KMnO}_4$  selon la température**



#### 4.3.6.2 Caractéristiques

Le système de dosage de permanganate de potassium possède les principales caractéristiques suivantes :

Solution	:	Permanganate de potassium
Concentration recommandée	:	10 à 20 g/l
Capacité du réservoir	:	1 200 litres
Pompe	:	1
Marque	:	Pulsatron Série E Plus
Modèle	:	LPB4SA - VHC1
Capacité	:	96 l/min à 700 kPa
Moteur	:	115V/60/1, 0,6A.

#### 4.3.6.3 Modes d'opération

##### a) Opération normale

En opération normale, on effectue une alimentation continue de permanganate de potassium ce qui permet de réduire la fréquence de régénération du sable vert. Lorsque le dosage de  $\text{KMnO}_4$  utilisé est plus faible que la concentration requise pour enlever le fer et le manganèse, ces derniers sont adsorbés par le sable vert. Si un surplus de  $\text{KMnO}_4$  est appliqué, il régénère le sable vert.

##### b) Opérations particulières

Advenant une perte de rendement sur l'enlèvement du manganèse, il est fort possible qu'une régénération du sable vert selon le mode discontinu soit requise. La procédure à suivre pour une régénération rapide est la suivante :

1. isoler le filtre à régénérer selon la procédure décrite à la section 4.3.4.4;
2. ouvrir la trappe d'accès au-dessus du filtre;
3. abaisser le niveau d'eau dans le filtre en ouvrant la vanne de filtration à l'égout;
5. ajouter environ 1 kg de  $\text{KMnO}_4$  à l'état sec directement dans le filtre (se référer au chapitre 8 concernant les procédures de sécurité à prendre);
6. refermer la trappe d'accès;
5. démarrer le surpresseur d'air pour quelques minutes pour permettre le mélange de la solution;
6. après environ 24 heures de trempage, procéder au lavage du filtre jusqu'à ce que l'eau de lavage soit claire et limpide;
7. remettre le filtre en opération.

#### 4.3.7 Surpresseur d'air de lavage

##### 4.3.7.1 Généralités

Le surpresseur d'air permet de fournir l'air requis lors des lavages des filtres. Dans cette première phase du lavage, l'air est utilisé pour détacher du matériau filtrant les impuretés retenues.

Le principe de fonctionnement d'un surpresseur à déplacement positif fait appel à deux (2) impulseurs (lobes) en forme de huit (8) ou de trèfle, montés sur deux (2) arbres parallèles. Ils tournent en sens opposé l'un par rapport à l'autre par des engrenages hélicoïdaux. Chaque fois que l'impulseur passe devant l'orifice d'admission du surpresseur, il entraîne un volume d'air qu'il pousse dans le cylindre jusqu'à l'orifice de refoulement du surpresseur. Ce procédé produit un mouvement positif de l'air qui se répète de quatre (4) à six (6) fois par révolution de l'arbre du moteur.

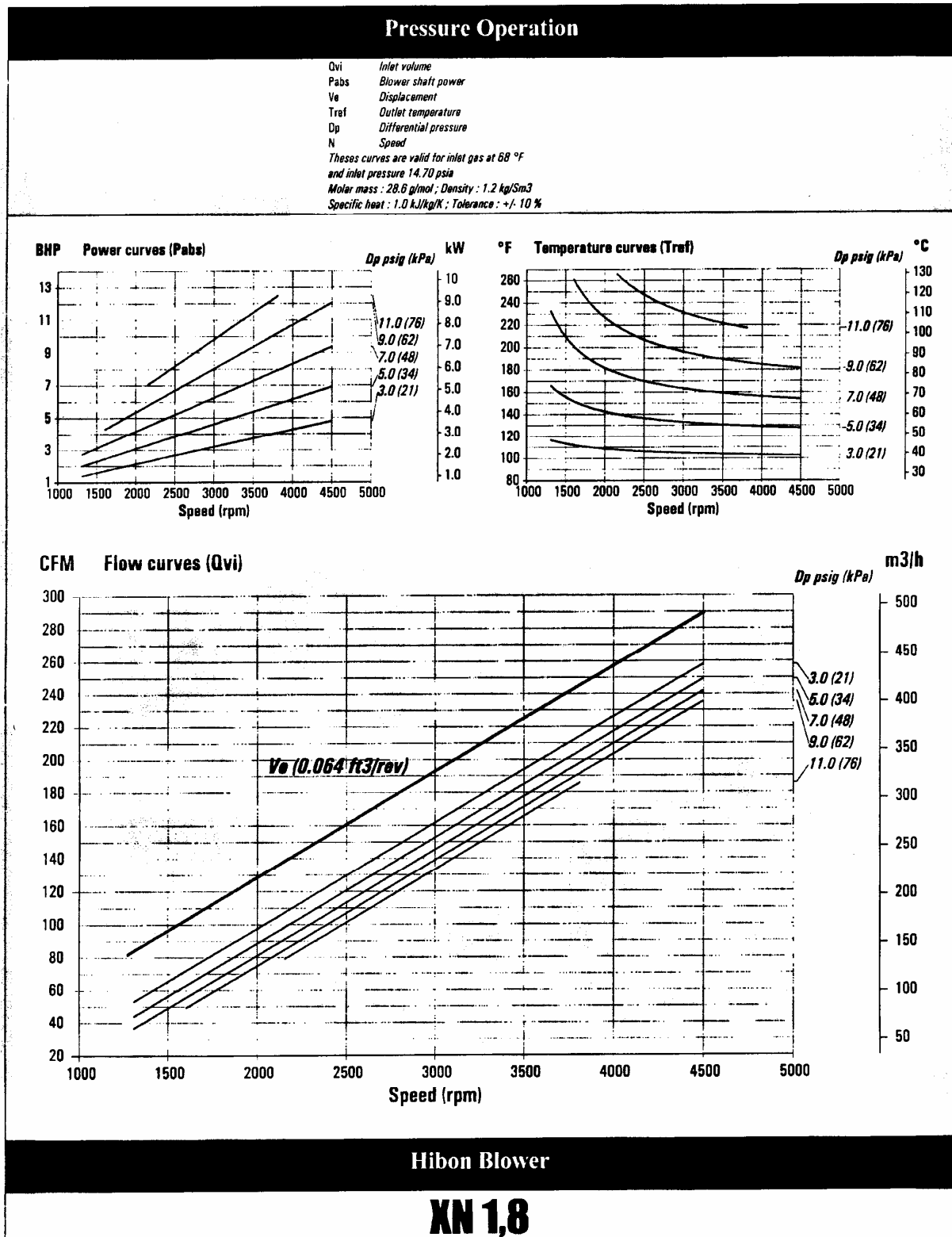
Le surpresseur installé est entraîné par une courroie reliée à un moteur électrique. La seule façon de modifier le débit d'air d'un surpresseur à déplacement positif est de changer sa vitesse de rotation en remplaçant les poulies du moteur ou du surpresseur. On ne doit donc jamais utiliser la vanne au refoulement du surpresseur pour tenter de modifier le débit car la pression augmenterait considérablement et risquerait d'endommager le surpresseur et le moteur.

Pour calculer le débit d'air d'un surpresseur, il suffit d'utiliser la courbe de performance fournie par le fabricant en ayant déterminé la vitesse de rotation du surpresseur et la pression d'opération du système.

$$\begin{aligned}\text{RPM surpresseur} &= \frac{\text{RPM moteur} \times \text{diamètre de la poulie-moteur}}{\text{diamètre de la poulie surpresseur}} \\ &= \frac{1760 \text{ RPM} \times 12,5 \text{ cm}}{10,3 \text{ cm}} \\ &= 2136 \text{ RPM}\end{aligned}$$

Selon la courbe du surpresseur ci-après, à une pression de 30 kPa (4,4 psi), le débit est d'air est de 2,8 m<sup>3</sup>/min.

Figure 4.4 - Courbe du surpresseur d'air de lavage



hibon Inc.  
info@hibon-canada.com

R2-005	1,8P	04 C	XL
--------	------	------	----

08-99-v5.13P

### 4.3.7.2 Caractéristiques

Nombre	:	1
Fournisseur	:	Hibon Inc.
Marque	:	Hibon
Modèle	:	XN 1.8
Capacité théorique	:	3,0 m <sup>3</sup> /min (105 PCM)
Pression théorique	:	29 KpA (4,35 psi)
Vitesse de rotation	:	2 213 RPM
Moteur	:	5,0 HP, 575 V, 1 800 RPM, 5,2 A

### 4.3.7.3 Modes d'opération

#### a) Opération normale

En opération normale, le fonctionnement du surpresseur est requis à chaque lavage d'un filtre. La durée du lavage à l'air est d'environ 5 minutes.

#### b) Opérations particulières

En cas de problèmes d'efficacité de lavage, il pourrait être avantageux de répéter occasionnellement la séquence « lavage à l'air-lavage à l'eau » à quelques reprises. Lors de cette opération, la durée du lavage à l'eau pourrait être réduite à environ 5 minutes afin de réduire la quantité d'eau utilisée. Pour éviter la perte de média à l'égout, on doit cependant toujours abaisser le niveau dans le filtre avant chaque lavage à l'air.

Dans le cas où le surpresseur d'air de lavage serait hors d'usage, on devrait, si possible, augmenter le débit et la durée du lavage à l'eau pour compenser l'absence d'air de lavage. On devra toutefois s'assurer qu'il n'y pas de perte de média à l'égout dans ces conditions particulières d'opération.

## 4.4 DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES ÉQUIPEMENTS

### 4.4.1 Généralités

L'opération de la chaîne de traitement est entièrement manuelle et nécessite donc un suivi régulier des ouvrages au niveau du procédé, tant pour s'assurer du bon fonctionnement des équipements que pour s'assurer que la qualité de l'eau rencontre continuellement les normes réglementaires.

Pour exercer un suivi adéquat des ouvrages et du procédé, le responsable de l'exploitation doit donc effectuer quotidiennement les tâches suivantes :

- analyses de laboratoire sur l'eau brute, l'eau traitée et distribuée;
- vérification des consommations de produits chimiques et calculs des dosages;
- relevé des divers compteurs et minuteriers;
- vérification de l'état des équipements mécaniques.

Tous ces renseignements doivent être rapportés méthodiquement dans un journal d'exploitation afin de suivre l'évolution des divers paramètres, ce qui permettra éventuellement d'identifier plus facilement la cause de problèmes reliés au procédé.

On retrouve à l'annexe 4-1, des fiches d'exploitation adaptées pour la centrale de traitement d'eau potable de la municipalité d'Aqueduc. Ces fiches permettront aux opérateurs de suivre aisément l'évolution du fonctionnement des ouvrages et de faciliter la compilation des données reliées à leur exploitation.

#### **4.4.2** Relevés d'opération

Cette section présente la liste et la fréquence des paramètres qui doivent être vérifiées régulièrement à la station, soit :

- les analyses de laboratoire;
- les relevés et observations.

La collecte de ces renseignements et l'historique de ces relevés faciliteront grandement l'identification éventuelle de problèmes reliés au procédé à partir des informations décrites ci-après dans cette section. De plus, ces rapports constituent un outil de travail essentiel pour le personnel de remplacement (fins de semaine, vacances, maladie) le cas échéant.

##### **4.4.2.1** *Analyses de laboratoire*

On retrouve au tableau 4.2 la liste et la fréquence des analyses à effectuer sur place afin d'exercer un suivi adéquat du fonctionnement des ouvrages d'un système d'enlèvement du fer et manganèse. Cette liste est non limitative et devra être adaptée par le personnel, au besoin, en fonction de l'expérience acquise.

Les procédures analytiques de chacun des paramètres à analyser sont décrites en détails dans les manuels d'utilisation associés à ces appareils.

**Tableau 4.2 - Fréquence des analyses**

Paramètres	Eau brute	Eau filtrée	Eau distribuée
Chlore libre *		1/jour	
Chlore total *		1/jour	
Fer	1/sem	1/jour	1/sem
Manganèse	1/sem	1/jour	1/sem
pH	1/sem	1/sem	
Température	1/sem		

(\*) :La méthode d'analyse du chlore au DPD permet également la mesure d'autre oxydant, tel le  $\text{KMnO}_4$ . En l'absence de préchloration, un virement au rouge de l'échantillon lors de l'analyse au DPD indique la présence, donc un excès, de  $\text{KMnO}_4$  à la sortie des filtres.

Il est fréquent que la qualité de la nappe diminue lorsque son niveau s'abaisse rapidement. L'opérateur veillera alors à augmenter les fréquences d'analyse de l'eau brute.

#### 4.4.2.2 Relevés quotidiens

En plus des analyses de laboratoire, les renseignements ci-dessous devraient être relevés quotidiennement. À partir de ces relevés, l'opérateur sera en mesure de calculer les dosages de produits chimiques appliqués (se référer aux fiches d'exploitation présentées à l'annexe 4-1).

##### **1 fois par jour :**

Temps de marche quotidien de l'usine

Débit d'eau brute

Débit instantané (taux de filtration)

Temps de marche, pression et débit d'air du compresseur

Temps de marche du surpresseur d'air de lavage

Perte de charge

Consommation (quantité) de produits chimiques utilisés

Réglage (ajustement) des pompes doseuses

Inscrire les problèmes rencontrés ou les interventions particulières réalisées.

##### **À chaque lavage d'un filtre :**

Durée requise du lavage à l'eau

Débit instantané d'eau de lavage

#### 4.4.3 Ajustements et optimisation du procédé

À partir des renseignements recueillis et compilés dans le journal d'exploitation, le personnel d'opération doit s'assurer que les divers réglages reliés au procédé soient ajustés adéquatement et permettent de produire une qualité d'eau qui rencontre les objectifs anticipés.

#### 4.4.3.1 Optimisation du débit (taux) de filtration

Le temps de contact avec l'air et le taux de filtration ont une incidence directe sur la qualité de l'eau traitée. Par ailleurs, les brusques variations de débit ont habituellement un impact négatif sur le traitement. L'opérateur doit donc tenter d'ajuster le taux de filtration en fonction de la demande en eau journalière de la Municipalité. C'est ainsi que le débit de filtration devrait être ajusté pour que l'usine fonctionne le plus longtemps possible à un débit le plus faible possible. On rappelle que la pointe horaire sera absorbée par la réserve située en aval du traitement alors que le traitement est conçu pour répondre à la demande journalière maximum.

L'opérateur doit viser un temps de marche quotidien de l'usine entre 20 et 22 heures par jour. De cette manière, le niveau de la réserve baissera légèrement au cours de la journée pour se remplir au cours de la nuit, période où la consommation d'eau est la plus faible.

#### 4.4.3.2 Optimisation du débit d'air dans la tour d'oxydation

Le débit d'air appliqué dans le pot émulseur, en amont de la tour d'oxydation, doit être suffisant pour permettre l'oxydation du fer et de certaines autres substances indésirables. Une manière relativement simple de s'assurer que le débit d'air permet d'atteindre les objectifs ci-haut mentionnés consiste à mesurer périodiquement (exemple 1 fois par mois) l'oxygène dissous de l'eau à la sortie de la tour d'oxydation (en utilisant l'oxymètre présent à la station d'épuration). On devrait viser une concentration d'oxygène dissous près de la valeur de saturation, soit environ 10 mg/l à 16°C ou 12,8 mg/l à 5°C.

#### 4.4.3.3 Optimisation du dosage de permanganate de potassium

Le dosage de  $\text{KMnO}_4$  à la sortie de la tour d'oxydation doit permettre d'oxyder le manganèse et de le précipiter sur les filtres de manière à ce que la concentration soit inférieure à 0,05 mg/l dans l'eau traitée.

On rappelle que le dosage initial de  $\text{KMnO}_4$  peut être estimé dans un premier temps selon la formule théorique suivante :

$$\text{Dosage KMnO}_4 \text{ (mg/l)} = 1 \times \text{mg/l de Fe} + 2 \times \text{mg/l de Mn}$$

En supposant que le Fe ait déjà été oxydé par simple aération dans la tour d'oxydation, la formule devient la suivante :

$$\text{Dosage KMnO}_4 \text{ (mg/l)} = 2 \times \text{mg/l de Mn}$$

Par exemple, si la concentration de Mn dans l'eau brute est de 0,20 mg/l, on appliquera un dosage initial de  $\text{KMnO}_4$  de 0,40 mg/l. Sachant que la dose réelle de  $\text{KMnO}_4$  peut varier selon le caractère de l'eau et la présence d'autres substances réductrices (matières organiques

dissoutes, hydrogène sulfuré, ammoniac, etc.), on devra suivre l'évolution de la qualité de l'eau filtrée pendant quelques jours et modifier le dosage en conséquence.

Si la concentration en Mn sur l'eau filtrée n'atteint pas l'objectif désiré, on sera en présence d'un sous-dosage et on devra augmenter le dosage de  $\text{KMnO}_4$ . On doit toutefois être prudent dans cette interprétation puisqu'un surdosage de permanganate de potassium (qui contient du manganèse) peut également conduire à une concentration élevée de Mn sur l'eau filtrée. Il est toutefois relativement simple d'identifier cette situation en sachant qu'en cas de surdosage :

1. l'eau filtrée présente une teinte légèrement rosée;
2. en absence de préchloration, l'ajout de DPD (réactif pour l'analyse du chlore) dans l'eau filtrée donne une coloration rosée.

Lorsque le système est à l'équilibre (dosage de  $\text{KMnO}_4$  constant depuis plusieurs jours), un sous-dosage se traduira par une augmentation lente et graduelle de Mn à la sortie des filtres. En sens opposé, un surdosage de  $\text{KMnO}_4$  peut se traduire par une diminution graduelle de Mn dans l'eau filtrée mais qui amènera graduellement la présence d'eau rosée à la sortie des filtres si aucune action n'a été prise par l'opérateur. On comprend donc maintenant l'importance de compléter de manière rigoureuse les tâches quotidiennes d'opération (analyses et relevés).

#### 4.4.3.4 Optimisation du dosage d'hypochlorite de sodium ( $\text{NaOCl}$ )

La préchloration est utilisée en cas de difficulté à oxyder le fer, le manganèse et les autres matières réductrices. Elle pourrait éventuellement s'avérer économiquement rentable en permettant une diminution du dosage de permanganate de potassium.

Si on désire effectuer une préchloration uniquement pour oxyder le fer présent dans l'eau brute, on utilisera la formule suivante pour évaluer le dosage  $\text{NaOCl}$  requis à cette fin :

$$\text{Dosage NaOCl (mg/l)} = 1,5 \times \text{mg/l de Fe}$$

Ce dosage sera insuffisant pour assurer une désinfection adéquate de l'eau traitée ou un enlèvement suffisant du Mn.

#### 4.4.3.5 Optimisation de la filtration

L'étape de la filtration est primordiale pour obtenir une eau de qualité. Une mauvaise opération des filtres donnera une eau de piètre qualité même si tous les autres paramètres de la station (taux de filtration, dosages, etc.) sont réglés de manière optimale. L'opérateur devra donc porter une attention particulière à cette étape cruciale du procédé et être conscient de tous les facteurs qui peuvent influencer la performance des filtres.

On retrouve ci-dessous une liste des principaux facteurs qui pourraient éventuellement affecter le rendement de la filtration ainsi que certains indices, dans la plupart des cas facilement identifiables, qui peuvent permettre d'identifier la cause de problèmes.

Les principaux indices qui peuvent permettre d'identifier des problèmes au niveau de la filtration sont présents dans les données d'opération recueillies quotidiennement, et sont résumés ci-après :

a) Évolution de la perte de charge

Pour un débit fixe donné, la perte de charge initiale lors de la remise en service d'un filtre à la suite d'un lavage devrait toujours être identique. Une augmentation graduelle de la perte de charge en début de cycle (après un lavage) indique un lavage inadéquat du filtre.

Si on observe une dégradation prématurée de la qualité de l'eau filtrée alors que la perte de charge n'a pas atteint son seuil limite de 6 psi, on devra s'assurer dans un premier temps que le dosage de  $\text{KMnO}_4$  est suffisant. Il se pourrait également qu'à la suite de mauvais lavages, certaines zones du filtre soient colmatées, ne laissant à l'eau qu'un passage réduit et occasionnant une filtration locale plus rapide et moins efficace.

b) Qualité de l'eau filtrée

En condition normale (taux de filtration et dosage de  $\text{KMnO}_4$  adéquat), la qualité de l'eau filtrée tend à se détériorer vers la fin du cycle de filtration (temps d'opération depuis le dernier lavage). Lorsque la perte de charge devient excessive, le filtre « crève » c'est-à-dire que les matières retenues commencent à passer à travers le filtre.

Comme chaque filtre possède un seuil de « crevaisson » différent en fonction principalement de sa perte de charge, l'opérateur devrait déterminer sur place le seuil de perte de charge maximal à partir du moment où la qualité de l'eau commence à se détériorer. En théorie, le fournisseur recommande de ne pas dépasser une perte de charge de 42 kPa (6 psi), mais en réalité, cette limite doit être déterminée selon les conditions réelles d'opération.

Donc si la qualité de l'eau est excellente au début d'un cycle de filtration et qu'elle devient graduellement mauvaise (sans modifications des conditions d'opération), on a simplement excédé la capacité du filtre et un lavage s'impose.

Si la qualité de l'eau est mauvaise tant au début qu'à la fin du cycle de filtration, on doit porter une attention particulière au dosage de  $\text{KMnO}_4$ .

## c) Taux de filtration

Le taux de filtration d'un filtre correspond à la vitesse à laquelle l'eau passe à travers le média filtrant. Dans le système métrique on utilise l'expression m<sup>3</sup> par heure par m<sup>2</sup> de filtre (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h) ou simplement m/h. Dans le système anglais, ce taux est habituellement exprimé en gallons par minute par pi<sup>2</sup> de filtre (gpm/pi<sup>2</sup>).

Les filtres ont été conçus pour fonctionner à un taux de filtration maximal de 6,8 m/h, ou 2,8 GUSPM/pi<sup>2</sup> calculé comme suit :

Débit nominal	:	38,6 m <sup>3</sup> /h total ou 19,6 m <sup>3</sup> /h par filtre
Surface des filtres	:	2,83 m <sup>2</sup>
Donc	:	$\frac{19,6 \text{ m}^3/\text{h}}{2,83 \text{ m}^2} = 6,8 \text{ m/h}$

On ne doit donc jamais excéder un débit d'eau brute de 38,6 m<sup>3</sup>/h, soit 643 l/min. Toutefois, tel que mentionné précédemment, plus le taux de filtration est faible sur un filtre, meilleure est la qualité de l'eau filtrée, d'où l'avantage de faire fonctionner l'usine le plus longtemps possible à un débit le plus faible possible.

En prenant comme exemple que la moitié du lit filtrant d'un filtre soit colmaté à la suite de mauvais lavages, le taux de filtration sur la zone non colmatée est doublé et explique les mauvais rendements que l'on observera sur le filtre en question.

## d) Les résultats d'analyses

Les résultats d'analyses de l'eau peuvent fournir d'excellentes indications sur le fonctionnement des filtres. Si la concentration de Mn à l'eau filtrée est élevée mais que la concentration de Fe est très faible (comme à l'habitude), il y a lieu de douter que le dosage de KMnO<sub>4</sub> est inadéquat. Par contre, si la concentration de Fe sur l'eau filtrée est également élevée, le filtre est certainement « crevé » et les matières retenues commencent à passer à travers le filtre.

## e) Procédures de lavages inadéquates

Si la durée des cycles de filtration diminue graduellement sans que les conditions d'opération n'aient été modifiées de façon significative, on devra porter une attention particulière à la séquence de lavage des filtres.

## 4.5 ENTRETIEN PRÉVENTIF DES ÉQUIPEMENTS

### 4.5.1 Généralités

Afin d'assurer un bon fonctionnement des équipements mécaniques, de limiter les coûts de réparation et d'éviter les interruptions de la production ou de la distribution d'eau à la suite de défauts mécaniques, il est primordial que les équipements soient toujours en bonne condition et entretenus selon les directives des divers fabricants. Afin d'atteindre ces objectifs, il est essentiel d'établir un **programme de vérification** et un **programme d'entretien préventif**.

Une tournée d'inspection quotidienne des équipements doit être effectuée systématiquement afin de détecter tout signe apparent ou audible d'une panne éventuelle. Un problème mineur, s'il n'est pas détecté ou corrigé à temps, peut dégénérer en un problème grave et coûteux.

Parallèlement à ces tournées d'inspection, un programme d'entretien préventif doit être établi selon les spécifications et instructions décrites dans les différents manuels de service des fournisseurs. La bonne connaissance de ces manuels est indispensable à la préparation d'un tel programme. Afin de faciliter la planification des tâches d'entretien à accomplir, l'opérateur doit établir un système de fiches d'entretien pour chaque équipement mécanique.

Le présent chapitre vise à aider le personnel d'exploitation dans l'élaboration de ce programme d'entretien préventif. Il fournit notamment les informations suivantes :

1. une liste des vérifications quotidiennes et périodiques à effectuer;
2. la liste des équipements qui devraient être inclus dans le programme d'entretien; la description des travaux à effectuer, la fréquence des interventions, ainsi que les lubrifiants et pièces de rechange requis devront être complétés par l'opérateur en se référant aux manuels d'opération et d'entretien des divers fournisseurs d'équipements.

### 4.5.2 Tournée d'inspection

Le tableau 4.3 présente une liste des vérifications à effectuer lors de la tournée quotidienne d'inspection des équipements. On mentionne également la fréquence de ces actions mais c'est à l'usage que le personnel de la station déterminera avec précision les types et la fréquence des vérifications en fonction des conditions réelles d'opération. De ce fait, certaines vérifications supplémentaires pourront être ajoutées à la liste présentée.

**Tableau 4.3 - Liste et fréquence des vérifications**

DESCRIPTION	ACTION	FRÉQUENCE
1) Pot émulseur et tour d'oxydation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspection</li> <li>Nettoyage</li> </ul>	1/mois 1/an
2) Filtres	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lavage</li> <li>Inspection externe</li> <li>Inspection interne</li> </ul>	Au besoin 1/mois 1/an
3) Compresseur d'air et surpresseur d'air	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vérification des viseurs</li> </ul>	1/visite
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Purge du réservoir</li> </ul>	1/jour
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspection filtre à air et huile</li> </ul>	1/sem
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspection des accessoires</li> </ul>	1/sem
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tension des courroies</li> </ul>	1/mois
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enlignement des poulies</li> </ul>	1/mois
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fuite d'air</li> </ul>	1/mois
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bruits anormaux</li> </ul>	1/mois
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vidange d'huile</li> </ul>	Selon les recommandations du manufacturier
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ajustement et réglages</li> </ul>	1/6 mois
4) Pompe doseuse	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vérification du fonctionnement</li> </ul>	1/jour
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calibration</li> </ul>	1/6 mois
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nettoyage</li> </ul>	1/6 mois
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pièces à changer</li> </ul>	au besoin
5) Vannes et accessoires	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vérification du fonctionnement</li> </ul>	1/sem
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opération de toutes les vannes</li> </ul>	1/mois
6) Ventilation et chauffage	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fonctionnement</li> </ul>	1/jour
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bruit de frottement</li> </ul>	1/sem
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propreté et nettoyage</li> </ul>	1/sem
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Serrage des boulons, visserie, etc.</li> </ul>	1/6 mois
7) Électricité	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fonctionnement</li> </ul>	1/jour
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspection</li> </ul>	1/an
8) Contrôles et instrumentation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fonctionnement</li> </ul>	1/jour
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspection et calibration</li> </ul>	1/ 6 mois
9) Fosse de décantation	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspection</li> </ul>	1/mois
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vidange</li> </ul>	au besoin

### 4.5.3 Liste des équipements nécessitant un entretien préventif

Le programme d'entretien préventif devrait inclure les équipements suivants :

- le compresseur d'air;
- le surpresseur d'air de lavage;
- les pompes doseuses de produits chimiques;
- les contrôles;
- les services (mécanique du bâtiment et électricité).

### 4.5.4 Inventaire des lubrifiants et pièces de rechange

Pour permettre d'avoir toujours à la station le bon type et la quantité suffisante de lubrifiants, un système de fiches doit être mis sur pied à l'aide des manuels de service. Afin de conserver un inventaire suffisant et raisonnable, on doit tenir compte de la fréquence de la lubrification et des vidanges d'huile, ainsi que des quantités à utiliser.

L'entreposage des lubrifiants demande un minimum de précautions. On doit vérifier les fluctuations de température pour ne pas exposer les contenants aux problèmes de corrosion dus à la condensation. La plupart des lubrifiants recommandés par les fournisseurs d'équipements possèdent des équivalences. Il est donc préférable, pour des raisons pratiques, de s'approvisionner chez un seul fournisseur de lubrifiants. Il est tout de même recommandé de faire confirmer le produit équivalent par le manufacturier d'équipements.

On doit également conserver en inventaire les pièces de rechange recommandées dans le manuel des manufacturiers. Cela permet d'éviter des pannes prolongées d'une partie du procédé et assure le remplacement systématique d'une pièce après le nombre d'heures de fonctionnement recommandées par le manufacturier.

### 4.5.5 Fiches d'entretien préventif

L'opérateur doit se doter d'un système de fiches pour la description des installations et l'enregistrement du travail effectué sur les équipements de la centrale de traitement d'eau potable.

Tous ces renseignements peuvent indiquer le moment où des problèmes sont susceptibles d'apparaître et peuvent aider à identifier la source de ces problèmes. Ces dossiers permettent aussi de vérifier les tâches terminées et celles qui restent à faire. De plus, l'opérateur pourra comptabiliser le temps requis et les frais engendrés pour l'exploitation et l'entretien des ouvrages.

Pour chaque équipement, les fiches suivantes devraient être complétées :

1. la fiche d'information pour une description détaillée des équipements et l'entretien recommandé;
2. la fiche d'entretien préventif pour l'enregistrement des travaux effectués.

#### **4.5.5.1** *Fiche d'information*

L'opérateur doit noter sur cette fiche certains renseignements relatifs à chaque équipement. Ces renseignements facilitent la planification de l'entretien recommandé par le fabricant. On y retrouve notamment :

- description de l'équipement;
- numéro d'inventaire (établi par l'opérateur);
- date de l'installation;
- numéro de modèle;
- numéro de série;
- emplacement;
- spécifications électriques ou mécaniques;
- noms, adresses et numéros de téléphone du fournisseur;
- remarques particulières;
- entretien recommandé;
- code (établi par l'opérateur : exemple : graissage = GR);
- référence au manuel de service;
- fréquence;
- les réparations majeures effectuées sur l'équipement.

À l'aide du numéro d'inventaire, placé sur l'équipement, l'opérateur n'a qu'à se référer à la fiche correspondante pour retracer rapidement le fournisseur lors d'une demande d'informations sur l'équipement ou lors d'une demande pour les pièces et/ou pour le service.

#### **4.5.5.2** *Fiche de travaux effectués*

À chaque intervention sur un équipement, l'opérateur inscrit les renseignements suivants :

- la date des travaux;
- le nom de la personne qui a effectué les travaux;
- le nombre d'heures d'opération de l'équipement (si disponible);
- le type de travail effectué;
- le temps requis pour effectuer le travail.



**ANNEXE 4-1**

**Journal d'exploitation**



**CENTRALE DE TRAITEMENT D'EAU POTABLE**

Mois \_\_\_\_\_ Année \_\_\_\_\_

Jour	Heure	Initiales	Précipitation (mm)/J	Marche usine (h)	DÉBIT EAU BRUTE			PRÉCHLORATION				PERMANGANATE			
					Cumul puits 1	Cumul puits 2	Total (m <sup>3</sup> /d)	Réglage pompe	Bac (litres)	Différence (l/Jour)	Dosage (mg/l)	Réglage pompe	Bac (litres)	Différence (l/Jour)	Dosage (mg/l)
1															
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															
21															
22															
23															
24															
25															
26															
27															
28															
29															
30															
31															
Total															

**CENTRALE DE TRAITEMENT D'EAU POTABLE**

Mois \_\_\_\_\_ Année \_\_\_\_\_

Jour	Pression		Temps de marche des équipements				Q air pot émulseur	Eau de lavage (m <sup>3</sup> )	Remarques, interventions particulières, etc.
			Compresseur		Surpresseur				
	Filtre 1	Filtre 2	Cumul.	Différence	Cumul.	Différence			
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
Total									

**CENTRALE DE TRAITEMENT D'EAU POTABLE**

Mois \_\_\_\_\_ Année \_\_\_\_\_

Jour	Analyses de laboratoire										
	Eau brute				Eau filtrée					Eau distribuée	
	pH	Temp. (°C)	Fer (mg/l)	Mn (mg/l)	pH	Fer (mg/l)	Mn (mg/l)	Cl libre (mg/l)	Cl total (mg/l)	Fer (mg/l)	Mn (mg/l)
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
Total											

## CHAPITRE 5

### 5.1 DÉSINFECTION AU CHLORE ASSOCIÉE À UN BASSIN DE CONTACT .... 5-5

5.1.1	Paramètres de conception .....	5-5
5.1.1.1	Débit.....	5-5
5.1.1.2	Paramètres influençant la désinfection .....	5-5
5.1.1.3	Évaluation du temps de contact .....	5-6
5.1.2	Description détaillée des équipements.....	5-8
5.1.2.1	Bassin de contact .....	5-13
5.1.2.2	Mécanique de procédé .....	5-14
5.1.2.2.1	Débitmètre .....	5-14
5.1.2.2.2	Vanne papillon électrique .....	5-15
5.1.2.2.3	Transmetteur de niveau .....	5-16
5.1.2.2.4	Autres équipements mécaniques.....	5-17
5.1.2.2.5	Opération des vannes .....	5-17
5.1.2.3	Équipements de dosage.....	5-18
5.1.2.3.1	Pompes doseuses .....	5-18
5.1.2.3.2	Réservoir de chlore liquide .....	5-20
5.1.2.3.3	Cylindre de calibration .....	5-21
5.1.2.3.4	Soupape de relâche et de maintien de pression .....	5-21
5.1.2.3.5	Robinet de service avec lance d'injection .....	5-22
5.1.2.3.6	Tuyauterie de dosage .....	5-23
5.1.2.4	Équipement de mesure en continu .....	5-24
5.1.2.4.1	Analyseur de chlore, pH et température .....	5-24
5.1.2.4.2	Turbidimètre .....	5-27
5.1.2.4.3	Enregistreur de données.....	5-28
5.1.2.4.4	Pompe d'échantillonnage.....	5-29
5.1.2.5	Signaleur automatique .....	5-30
5.1.2.6	Système de contrôle .....	5-31
5.1.2.7	Alimentation et distribution électriques.....	5-32
5.1.2.8	Ventilation et chauffage.....	5-34
5.1.3	Contrôle du procédé .....	5-34
5.1.3.1	Temps de contact .....	5-34
5.1.3.2	Débits associés au dosage de chlore .....	5-35
5.1.3.3	Suivi des paramètres d'opération.....	5-36
5.1.3.4	Qualité de l'eau brute.....	5-37
5.1.3.5	Journal d'exploitation .....	5-38
5.1.4	Procédures d'opération particulière .....	5-39
5.1.4.1	Généralités .....	5-39
5.1.4.2	Calibration des équipements de procédé.....	5-39
5.1.4.3	Désinfection du bassin .....	5-41

5.1.5	Entretien préventif .....	5-41
5.1.5.1	Généralités .....	5-41
5.1.5.2	Pièces de rechanges.....	5-42
5.1.6	Problèmes et solutions .....	5-42
Annexe 5.1	Fiches du journal d'exploitation.....	5-45
<b>5.2</b>	<b>DÉSINFECTION PAR RAYONNEMENT ULTRAVIOLET .....</b>	<b>5-49</b>
5.2.1	Système Wedeco.....	5-49
5.2.1.1	Paramètres de conception .....	5-49
5.2.1.1.1	Débits et qualité de l'eau .....	5-49
5.2.1.1.2	Paramètres influençant la désinfection .....	5-51
5.2.1.2	Description détaillée des équipements.....	5-51
5.2.1.2.1	Les réacteurs UV WEDECO. ....	5-52
5.2.1.2.2	Les panneaux de contrôle .....	5-53
5.2.1.2.3	Les vannes d'isolation .....	5-54
5.2.1.3	Contrôle du procédé .....	5-54
5.2.1.3.1	Contrôle local .....	5-54
5.2.1.3.2	Ordinateur central .....	5-55
5.2.1.3.3	Journal d'exploitation et registre .....	5-55
5.2.1.4	Procédure d'opération particulière.....	5-55
5.2.1.4.1	Généralités .....	5-55
5.2.1.4.2	Séquences de mise en marche .....	5-56
5.2.1.4.3	Alternance .....	5-56
5.2.1.5	Entretien préventif .....	5-56
5.2.1.5.1	Lavage chimique .....	5-56
5.2.1.5.2	Renouvellement des lampes .....	5-58
5.2.1.5.3	Sonde de mesure d'intensité .....	5-60
5.2.1.5.4	Inspections .....	5-61
5.2.1.6	Problèmes et solutions .....	5-61
5.2.2	Système Trojan .....	5-65
5.2.2.1	Paramètres de conception .....	5-65
5.2.2.1.1	Débits et qualité de l'eau .....	5-65
5.2.2.1.2	Paramètres influençant la désinfection .....	5-65
5.2.2.2	Description détaillée des équipements.....	5-68
5.2.2.2.1	Les réacteurs UV TROJAN .....	5-69
5.2.2.2.2	Les panneaux de contrôle .....	5-70
5.2.2.2.3	Les vannes d'isolation .....	5-71
5.2.2.3	Contrôle du procédé .....	5-71
5.2.2.3.1	Contrôle local .....	5-71
5.2.2.3.2	Ordinateur central .....	5-72
5.2.2.3.3	Journal d'exploitation et registre .....	5-72

---

5.2.2.4 Procédure d'opération particulière.....	5-72
5.2.2.4.1 Généralités .....	5-72
5.2.2.4.2 Séquences de mise en marche .....	5-73
5.2.2.4.3 Alternance .....	5-73
5.2.2.5 Entretien préventif .....	5-73
5.2.2.5.1 Lavage chimique .....	5-73
5.2.2.5.2 Renouvellement des lampes .....	5-73
5.2.2.5.3 Sonde de mesure d'intensité .....	5-75
5.2.2.5.4 Inspections .....	5-76
5.2.2.6 Problèmes et solutions .....	5-76
 Annexe 5-2 Fiche du journal d'exploitation.....	 5-79



## 5.1 DÉSINFECTION AU CHLORE ASSOCIÉE À UN BASSIN DE CONTACT

### 5.1.1 Paramètres de conception

#### 5.1.1.1 Débit

Afin d'établir les bases de conception pour un système de désinfection au chlore associée à un bassin de contact, il est important de déterminer les conditions critiques d'opération du système.

Généralement, les conditions critiques pour la désinfection sont habituellement en eau froide, soit en période hivernale. Toutefois, pour la municipalité d'Aqueduc, le fait qu'il y ait un apport important de villégiateurs en période estivale implique une augmentation de la consommation en eau. Ainsi, il était essentiel de considérer la période estivale pour la détermination des composantes du système.

Les débits retenus pour chaque période équivalent au débit maximum horaire, soit :

- conditions futures (2010) période hivernale : 224,8 m<sup>3</sup>/d;
- conditions futures (2010) période estivale<sup>1</sup> : 330,7 m<sup>3</sup>/d.

Nous vous rappelons que la protection incendie n'a pas été considérée dans la conception des ouvrages d'alimentation et de distribution d'eau potable de la municipalité d'Aqueduc.

#### 5.1.1.2 Paramètres influençant la désinfection

Puisque l'eau souterraine provenant des ouvrages de captage de la municipalité d'Aqueduc a été classifiée sous la base qu'elle n'est pas influencée par de l'eau de surface mais qu'un historique de contamination fécale a été répertorié, la réduction minimale obligatoire est l'enlèvement de 99,99 % (4 logs) de virus, tel que spécifié aux articles 6, 7, 8 et 9 du *Règlement sur la qualité de l'eau potable*.

Ce constat est validé par le fait que la turbidité de l'eau souterraine est de l'ordre de 0,5 UTN. De plus, la turbidité mesurée sur une base annuelle est toujours inférieure à 1,0 UTN.

Dans le concept d'un système de désinfection au chlore, les paramètres qui doivent être considérés sont la température, le pH, le débit et la concentration résiduelle du désinfectant.

---

<sup>1</sup> Du mois de juin à septembre inclusivement.

Les critères de conception retenus pour le présent projet sont :

- pH de l'eau : 7,5
- température de l'eau
  - hiver : 0,5°C *{Cette température a été retenue par le concepteur car elle représente le cas le plus critique. Toutefois, dans le cas d'un puits, il est peu probable qu'une température aussi basse soit rencontrée, car il est rare qu'elle soit inférieure à 5°C.}*
  - été : 10,0°C
- concentration résiduelle de chlore : 0,3 mg/l

### 5.1.1.3 Évaluation du temps de contact

Compte tenu du fait qu'il y a une variation importante du débit de consommation en eau potable entre la période hivernale et la période estivale, il a donc été essentiel d'établir le temps de contact (T) et ce, pour chacune de ces périodes.

Pour la municipalité d'Aqueduc, l'utilisation d'un bassin avec présence de chicanes a été retenue pour la conception du poste de chloration.

Le temps de contact (T) qui été considéré dans le présent projet a été établi à partir du point d'injection du désinfectant jusqu'à la sortie du bassin de contact.

En plus du temps de contact (T), on doit tenir compte d'une concentration résiduelle de chlore (C) pour permettre d'atteindre l'objectif de la désinfection. Tel que mentionné précédemment, la concentration résiduelle de chlore (C) retenue pour ce projet est de 0,3 mg/l.

Le calcul du CT nécessaire à l'évaluation de l'efficacité de la désinfection nécessite de connaître le temps de séjour effectif (T10) du bassin. Le temps de séjour effectif correspond au temps nécessaire pour récupérer à la sortie d'un bassin, 10 % d'un traceur injecté à l'entrée. On doit considérer dans le temps de séjour effectif le degré de court-circuitage à l'intérieur d'un bassin. Lors de la conception du bassin de contact, nous avons considéré une efficacité hydraulique de 0,5 équivalant à un rapport entre la longueur et la largeur de l'écoulement égal à 24.

Les critères de conception associés aux paramètres influençant la désinfection étant différents pour les deux périodes considérées, le calcul du CT pour chacune des périodes est le suivant :

#### a) Période hivernale

- Température : 0,5°C
- pH : 7,5
- Valeur du CT pour une inactivation à 99,99 % (4 logs) de virus : 12,0 mg.min/l
- Chlore résiduel : 0,3 mg/l

$$\text{Temps de contact (T) : } \frac{12,0 \text{ mg.min/l}}{0,3 \text{ mg/l}} = 40 \text{ minutes}$$

Temps de contact (T) en tenant compte de l'efficacité hydraulique (0,5) du bassin :

$$40 \text{ minutes} / 0,5 = 80 \text{ minutes (1,33 h)}$$

Volume d'eau nécessaire pour le bassin de contact pour respecter le temps de contact.

$$\text{Débit de pointe horaire} = 9,37 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (224,8 m}^3/\text{d)}$$

$$\text{Volume requis} = 9,37 \text{ m}^3/\text{h} \times 1,33 \text{ h}$$

$$= 12,46 \text{ m}^3$$

*{Dans l'exemple présenté ici, la protection-incendie étant exclue, il n'y a pas d'autre réserve que celle du bassin de contact. Les puits sont donc conçus pour fournir le débit de pointe horaire.}*

b) *Période estivale*

- Température : 10°C
- pH : 7,5
- Valeur du CT pour une inactivation à 99,99 % (4 logs) de virus : 6,0 mg.min/l
- Chlore résiduel : 0,3 mg/l

$$\text{Temps de contact (T) : } \frac{6,0 \text{ mg.min/l}}{0,3 \text{ mg/l}} = 20 \text{ minutes}$$

Temps de contact (T) en tenant compte de l'efficacité hydraulique (0,5) du bassin :

$$20 \text{ minutes} / 0,5 = 40 \text{ minutes (0,67 h)}$$

Volume d'eau nécessaire pour le bassin de contact pour respecter le temps de contact.

$$\text{Débit de pointe horaire} = 13,78 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (330,7 m}^3/\text{d)}$$

$$\text{Volume requis} = 13,78 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,67 \text{ h}$$

$$= 9,23 \text{ m}^3$$

En tenant compte des résultats obtenus, le volume d'eau requis pour le bassin de contact du poste de chloration devait être supérieur à 12,46 mètres cubes.

### 5.1.2 Description détaillée des équipements

Pour chaque équipement décrit dans la présente section, l'exploitant retrouvera dans les manuels des fournisseurs, les détails concernant :

- les caractéristiques générales de l'équipement et ses périphériques;
- les critères d'installation et d'opération;
- les détails sur le montage et le démontage de l'équipement;
- la liste des pièces et produits d'entretien;
- la méthode d'ajustement, de programmation et de mise en route;
- les principaux problèmes de fonctionnement et leurs solutions.

Ainsi, l'exploitant retrouvera dans ce chapitre les renseignements sur les équipements qui composent les différents systèmes.

Chaque équipement est identifié de façon unique par un chiffre et des lettres. Les lettres désignent le type d'équipement, tel que présenté ci-après :

- CB Clapet à battant
- CBI Clapet à bille
- CYG Cylindre gradué
- D Déversoir
- DM Débitmètre magnétique
- FBN Flotte de bas niveau
- Li Lance d'injection
- M Manomètre
- MM Mélangeur manuel
- PA Purgeur d'air
- PD Pompe doseuse
- PE Pompe d'échantillonnage
- RB Robinet à bille à double union
- RCL Réservoir de chlore
- ROT Rotamètre
- RV Robinet vanne
- SMP Soupape de maintien de pression
- SRP Soupape de relâche de pression
- T Tamis
- TN Transmetteur de niveau
- VPE Vanne papillon électrique
- VPM Vanne papillon manuelle

Les équipements de procédé sont regroupés à l'intérieur du bâtiment du poste de chloration. On y retrouve notamment :

- la mécanique de procédé;
- le système de dosage de chlore;
- le système de mesures en continu de la qualité de l'eau et d'enregistrement des données.

La fondation du bâtiment comporte un puits sec pour les conduites d'eau de procédé ainsi qu'un bassin de contact pour la désinfection.

L'eau circule par gravité à l'intérieur du poste de chloration.

À la sortie du bassin de contact, l'eau désinfectée est acheminée au réservoir d'eau potable par une conduite gravitaire.

L'agencement des équipements est présenté aux figures 5.1.1, 5.1.2 et 5.1.3.

Figure 5.1.1 - Poste de chloration, Arrangement général Rez-de-chaussée

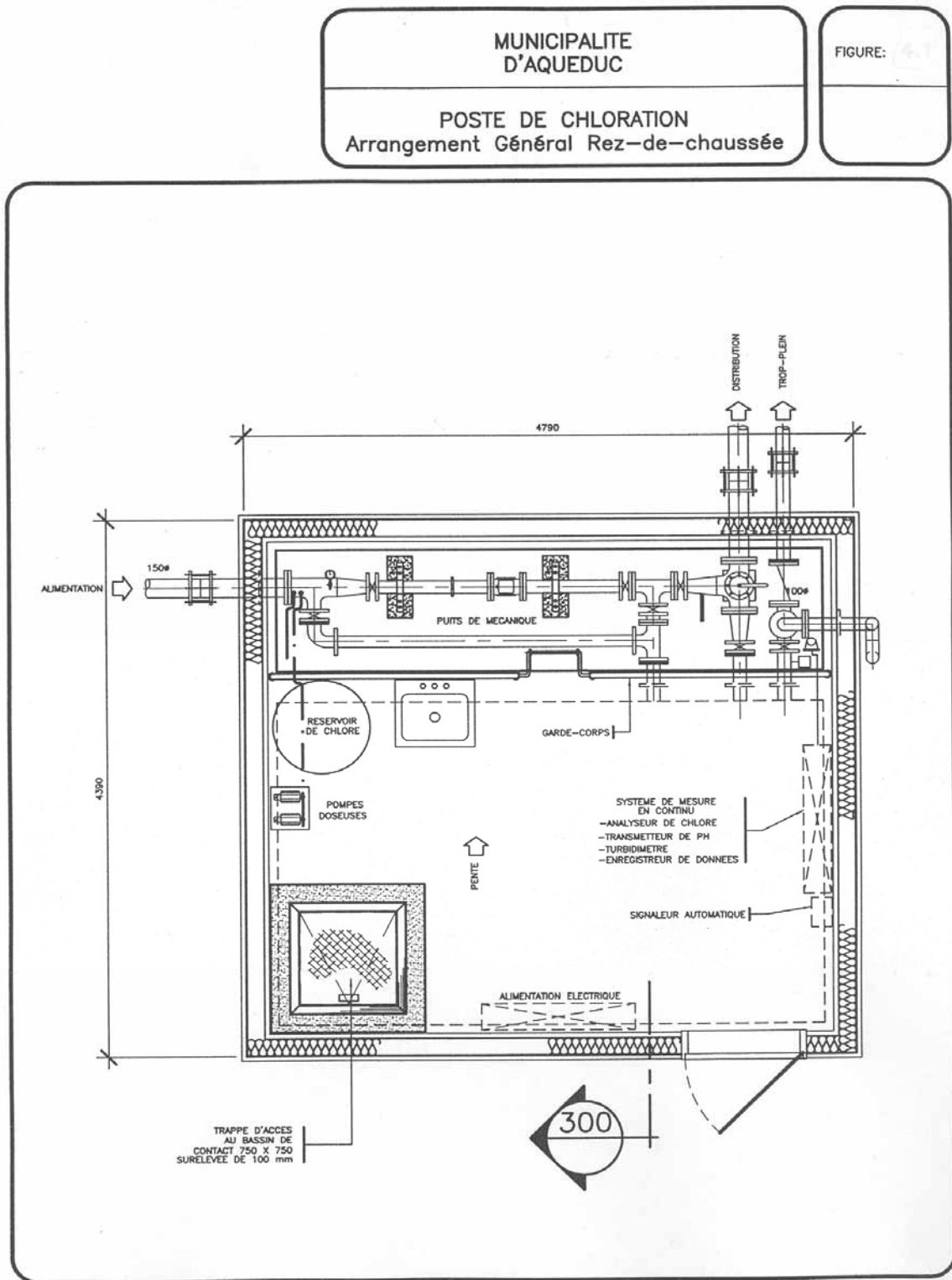


Figure 5.1.2 - Poste de chloration – Plan Bassin de contact et mécanique

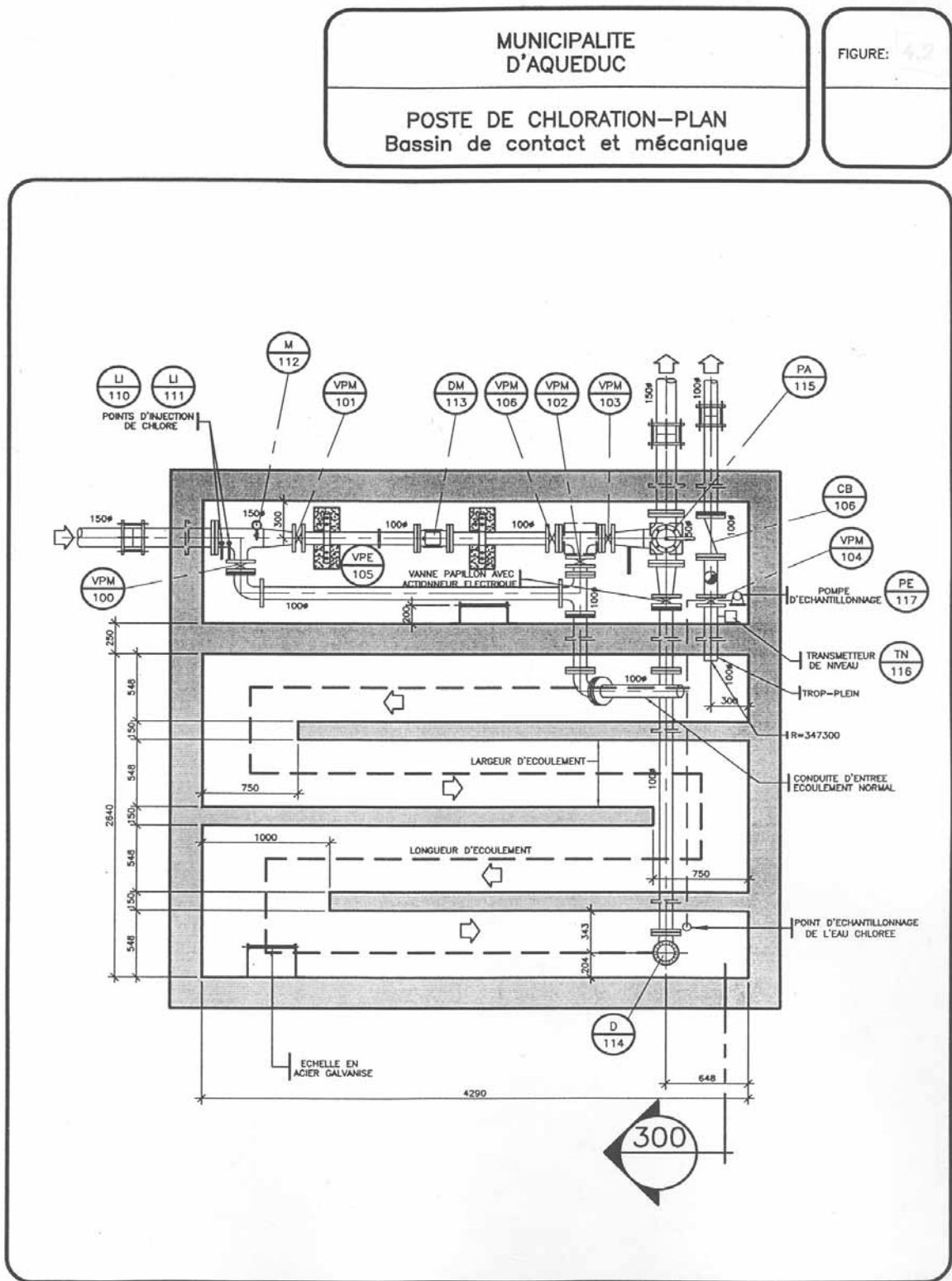
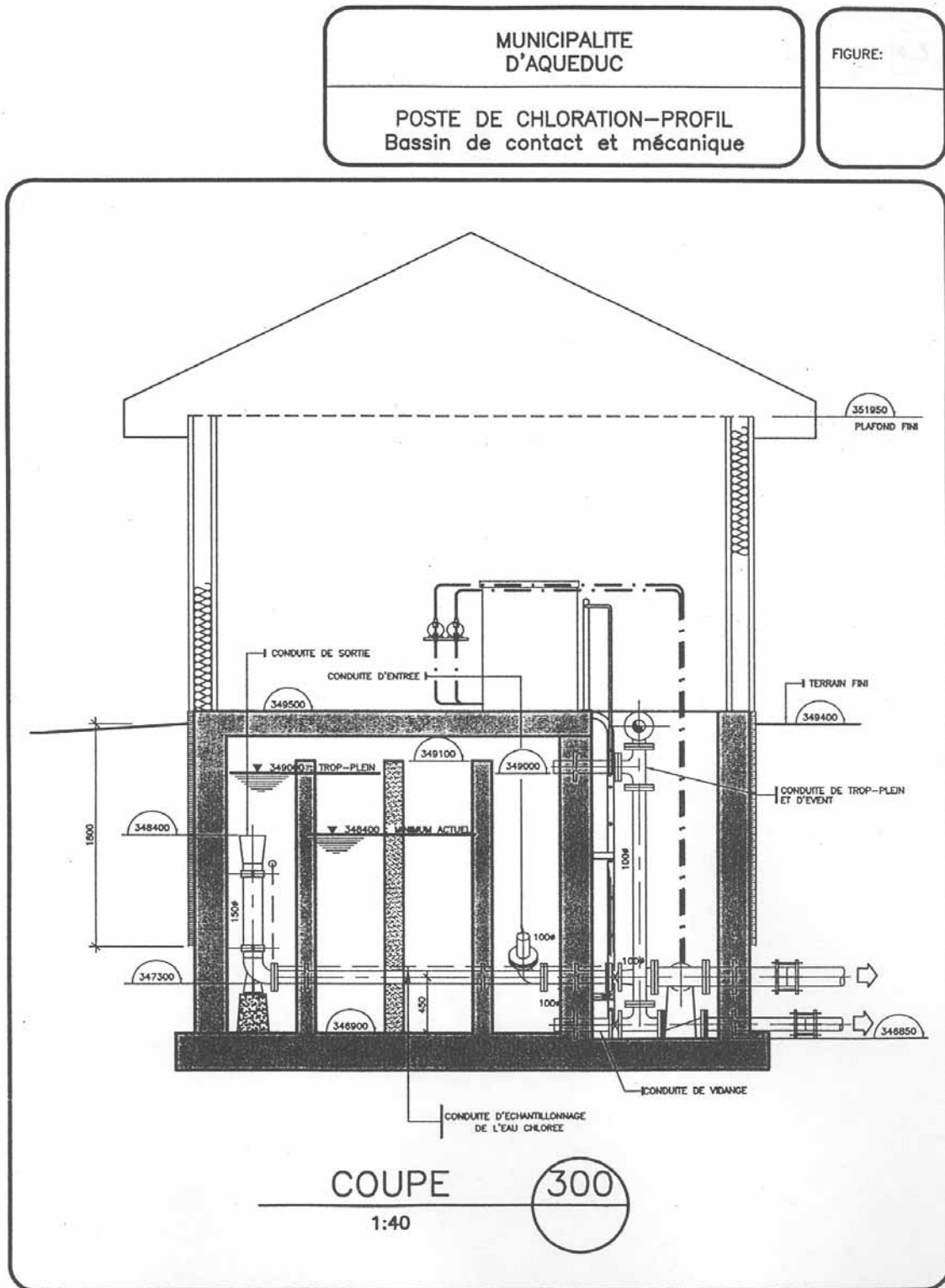


Figure 5.1.3 - Poste de chloration – Profil - Bassin de contact et mécanique



### 5.1.2.1 Bassin de contact

#### a) Fonction

Le bassin a pour objectif d'offrir un temps de contact approprié entre l'eau et le produit de désinfection.

Les caractéristiques physiques du bassin sont à la base du calcul du CT.

#### b) Caractéristiques

Les données techniques du bassin sont les suivantes :

- bassin en béton d'une hauteur de 2,4 m;
- de forme rectangulaire (4,29 m x 2,64 m);
- avec trois (3) chicanes formées de murs de béton afin de minimiser le court-circuitage hydraulique;
- trappe d'accès de 750 mm x 750 mm avec surélévation en béton de 100 mm;
- conduite d'alimentation gravitaire de 100 mm Ø (écoulement normal);
- conduite de contournement gravitaire de 100 mm Ø (situation particulière);
- conduite de sortie gravitaire avec entonnoir-déversoir à 1,5 m du fond du bassin;
- conduite de trop-plein 100 mm Ø à 2,1 m du fond incluant un évent de 100 mm Ø;
- longueur d'écoulement normale : 15,21 m;
- longueur d'écoulement via la conduite de dérivation : 12,34 m;
- largeur d'écoulement : 0,55 m;
- rapport longueur d'écoulement/largeur (L/D) et rapport ( $T_{10}/T$ ) :
  - en écoulement normal :           2,65           0,55;
  - en situation de contournement :   22,44           0,48;
- profondeur d'eau : 1,5 m;
- volume utile :
  - en écoulement normal :   12,5 m<sup>3</sup> (hauteur d'eau de 1,5 m).

#### c) Fonctionnement

L'eau brute entre gravitairement dans le bassin de contact via la conduite d'entrée.

En écoulement normal, l'eau passe par le débitmètre avant de pénétrer en tête du bassin. Ce point d'entrée procure une longueur d'écoulement maximale permettant de rencontrer les objectifs de désinfection.

Le bassin se remplit sur une hauteur minimum de 1,5 m, soit l'élévation du cône-déversoir (hauteur fixe) sur la conduite d'effluent, à la sortie du bassin.

Le niveau d'eau dans le bassin peut varier de 1,5 m à 1,8 m, soit jusqu'au niveau du radier du trop-plein situé dans un regard en amont du poste de chloration.

Par mesure de sécurité, un second trop-plein est présent dans le bassin de contact à une hauteur de 2,1 m du fond.

Le bassin de contact alimente un réservoir d'eau potable existant. Lorsque celui-ci est plein, un signal est transmis au poste de chloration de façon à ce que la vanne sur la conduite de sortie du bassin ferme.

Lorsque le niveau du bassin de contact atteint 1,8 mètre, le transmetteur de niveau commande l'arrêt de la pompe du puits d'alimentation.

Le débit maximum traité est contrôlé par l'action conjuguée du débitmètre sur la conduite d'alimentation et la vanne modulante localisée à la sortie du bassin de contact.

### 5.1.2.2 Mécanique de procédé

#### 5.1.2.2.1 Débitmètre (DM-113)

##### a) Fonction

Le débitmètre est utilisé pour transmettre au système de chloration un signal proportionnel au débit, assurant ainsi l'uniformité du dosage de chlore en fonction des variations du débit.

Enfin, il est utilisé en conjonction avec la vanne VPE-105 pour la moduler et limiter le débit d'eau traitée afin de respecter la valeur minimum du CT.

##### b) Caractéristiques

Marque : Endress & Hauser  
Modèle : Promag 33F  
No pièce : 33FH1F-MD1G041F21A  
Type : Électromagnétique

Autres particularités : Transmetteur monté séparément avec touche optique et interface digitale.  
Sortie pulsée dédiée au contrôle des pompes doseuses.  
Sortie 4-20 mA dédiée au contrôle de la vanne VPE-105 à la sortie du bassin de contact.

##### c) Fonctionnement

Les capteurs du débitmètre électromagnétique mesurent une tension électrique produite par le passage du liquide dans le corps du débitmètre. Les mesures sont converties en débit et

volume. Ce système de mesures est calibré à l'usine du fabricant en fonction du diamètre du corps et ne requiert pas d'ajustement subséquent à moins de problèmes majeurs.

Le transmetteur, pour sa part, permet de compléter la programmation en fonction des besoins de l'installation.

Des signaux pulsés (4-20 mA) sont générés en tenant compte de la valeur maximum d'échelle programmée par l'opérateur.

Le débitmètre possède un circuit d'auto-surveillance et de fonction diagnostic permettant d'identifier les erreurs et de déterminer leurs origines. Le débitmètre demande peu d'entretien.

L'exploitant devra toutefois se soucier de maintenir des conditions d'installation adéquates, veiller à conserver les boîtiers du capteur et du transmetteur bien scellés, s'assurer que les fils de mise à la terre soient en bon état et que les connexions soient bien serrées.

Le débitmètre est configuré et programmé pour générer les signaux d'alarmes suivants :

<u>Alarmes</u>	<u>Valeurs de consigne</u>
Débit élevé	12,4 m <sup>3</sup> /h <sup>(1)</sup>
Défaut du débitmètre	Actif

(1) Le débit correspond à 0,9 fois le débit maximum pour le CT critique, lequel est 13,8 m<sup>3</sup>/h.

#### 5.1.2.2.2 Vanne papillon électrique (VPE-105)

##### a) *Fonction*

La vanne papillon avec actuateur électrique et contrôleur modulant a pour fonction de limiter le débit de sortie du bassin de contact.

##### b) *Caractéristiques*

#### Vanne papillon

Marque : Dezurick  
Modèle : Papillon, BRS, 100 mm Ø

### Actionneur

Marque : Bernard  
Modèle : ¼ de tour, no 0A8M Modugam

Particularités : Avec moteur 110 v avec protection thermique  
2 interrupteurs de fin de course  
Indicateur de position, opérateur manuel  
Signal d'entrée 4-20 mA.  
Contrôleur PID.  
En cas de perte de signal, le contrôle positionne la vanne à la valeur de consigne choisie.

#### *c) Fonctionnement*

La vanne ouvre sur une demande d'eau provenant du réservoir d'eau potable. À l'approche du débit maximum de consigne (signal reçu du débitmètre DM-113), le contrôleur de l'actionneur électrique module la vanne de manière à respecter le débit maximum de consigne.

Advenant une perte de signal, le contrôleur positionne la vanne à un pourcentage d'ouverture programmé au contrôleur.

#### 5.1.2.2.3 Transmetteur de niveau (TN-116)

##### *a) Fonction*

Le transmetteur de niveau permet la mesure en continu du niveau du bassin.

##### *b) Caractéristiques*

Marque : Moore  
Modèle : 340 G

Particularités : Plage de mesure 10/450 po H<sub>2</sub>O  
Signal de sortie 4-20 mA  
Indicateur digital

##### *c) Fonctionnement*

Le transmetteur de niveau mesure la pression correspondant à la hauteur d'eau dans le bassin de contact et transforme cette mesure en signal 4-20 mA.

Ce signal est acheminé à l'enregistreur de données pour colliger les variations de niveau du bassin.

La configuration de l'enregistreur de données permet d'émettre un signal d'alarme de haut niveau du bassin de contact. Ce signal est transmis au signaleur automatique. La valeur de consigne de haut niveau est de 1,83 mètre.

#### 5.1.2.2.4 Autres équipements mécaniques

Les autres équipements :

- purgeur d'air (PA-115);
- clapet à battant (CB-106);
- manomètre (M-112);
- vannes de type papillon (VPM-100 à 104);
- etc.

sont utilisés pour augmenter la flexibilité des opérations d'exploitation. L'opérateur aura à assurer que ceux-ci sont fonctionnels et entretenus adéquatement.

La précision des manomètres devra être surveillée périodiquement.

#### 5.1.2.2.5 Opération des vannes

Le tableau 5.1 indique la position des vannes en condition normale d'écoulement au bassin de contact ainsi qu'en condition de contournement du bassin.

Le contournement du bassin de contact ne doit être considéré qu'en dernier recours. L'eau ainsi distribuée devrait faire l'objet d'un avis d'ébullition et il serait de bonne pratique d'en avvertir la direction régionale du ministère de l'Environnement.

**Tableau 5.1 - Position des vannes – bassin de contact**

Identification des vannes	VPM					VPE	VPM	PA
	100	101	102	103	104	105	106	115
Écoulement normal	F	O	O	F	F	M	O	O
Contournement du bassin	F	O	F	O	F	F	O	O

O : ouverte

F : fermée

M : modulante

### 5.1.2.3 Équipements de dosage

Le poste de chloration est équipé d'un système de dosage d'hypochlorite de sodium (NaOCl).

Ce système comporte les éléments suivants :

- deux (2) pompes doseuses;
- un (1) réservoir d'hypochlorite de sodium;
- un (1) cylindre de calibration;
- tuyauterie de succion et de refoulement;
- deux (2) soupapes de relâche de pression;
- une (1) soupape de contre-pression;
- deux (2) robinets de service avec lances d'injection et clapets.

L'agencement des équipements est présenté à la figure 5.1.4.

#### 5.1.2.3.1 Pompes doseuses (PD-121 et PD-122)

##### a) Fonction

Deux (2) pompes doseuses identiques, dont une (1) en attente, servent au dosage proportionnel au débit d'une solution d'hypochlorite de sodium.

##### b) Caractéristiques

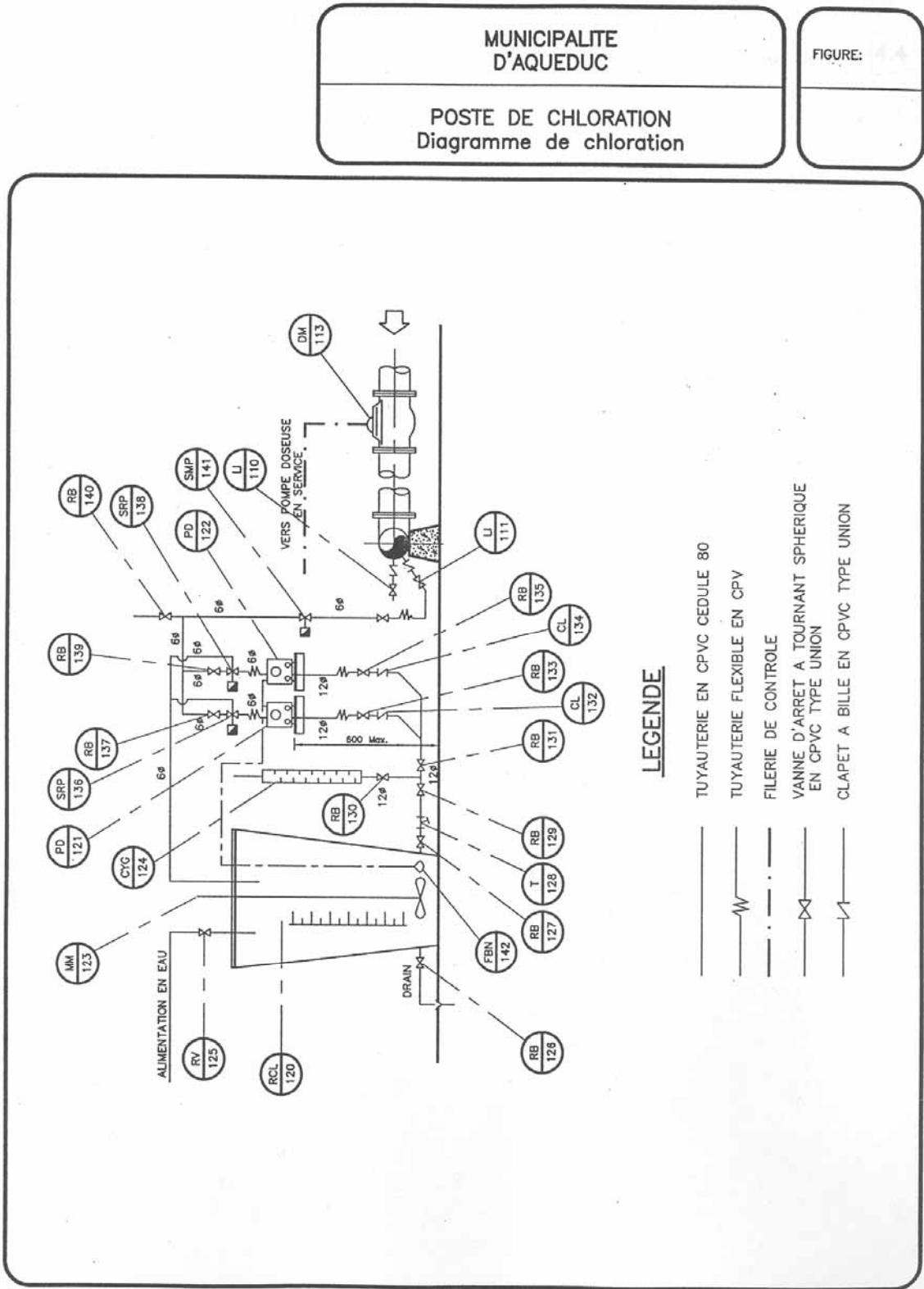
Marque : Premia 75, de type électromécanique à diaphragme

Modèle : Mega MPM4

Capacité : 2,5 l/h à une contrepression de 7,0 bar (100 psi),  
maximum 125 pulses/min (4,8 l/h à 50 psi).

Particularités : contrôle automatique via signal « pulse » ou contrôle manuel;  
boutons d'ajustement manuel de la course;  
circuit électronique permet de multiplier ou de diviser le signal de pulsation;  
la pompe peut également être contrôlée par un signal analogique;  
diaphragme en polyéthylène renforcé de fibre de verre;  
billes de clapet en céramique;  
sièges et joints d'étanchéité en téflon;  
sonde de bas niveau placée dans le réservoir de chlore;  
contact d'alarme regroupé relié au signaleur automatique.

Figure 5.1.4 - Poste de chloration , diagramme de chloration



c) *Fonctionnement*

Un signal pulsé, proportionnel au débit émis par le débitmètre DM-113, dicte la fréquence des impulsions de la pompe.

La valeur maximale de l'échelle de débit et le nombre de litres par pulse sont programmés au débitmètre et doivent être choisis de manière à respecter la capacité maximum de pulses/minute de la pompe doseuse. De plus, le nombre de litres par pulse devrait être choisi de façon à avoir un minimum de 15 pulses/minute.

Le système est prévu pour opérer une pompe à la fois.

La deuxième pompe est en disponibilité. En cas de défaut de la pompe menante, l'alternance s'effectue automatiquement.

L'opérateur ajuste le dosage manuellement avec le bouton de course de la pompe.

L'opérateur vérifie quotidiennement les valeurs de chlore résiduel libre enregistrées par le système de mesures en continu et ajuste le dosage de manière à maintenir une concentration adéquate de chlore résiduel libre.

Outre les variations saisonnières de la qualité de l'eau, bien que normalement peu variables pour un puits artésien, la variation de la concentration de la solution chlorée constitue la principale raison susceptible de nécessiter des réajustements de dosage.

5.1.2.3.2 Réservoir de chlore liquide (RCL-120)

a) *Fonction*

Le réservoir est utilisé comme réserve pour la solution d'hypochlorite de sodium et pour la préparation de la solution.

b) *Caractérisation*

Marque : Wallace & Tiernan  
Modèle : Baril en polyéthylène  
Volume : 300 litres

Particularités : Réservoir fermé avec évent.  
Graduation en litre.  
Drain de vidange à la base du réservoir.  
Alimentation des pompes doseuses par la base du réservoir.

c) *Fonctionnement*

Le réservoir doit être maintenu fermé pour limiter l'évaporation du chlore. L'évent doit toutefois demeurer fonctionnel. Une nourrice raccordée à la base du réservoir achemine la solution vers les conduites de succion des pompes doseuses.

Un mélangeur manuel permet d'homogénéiser la solution nouvellement préparée.

L'entretien du tamis sur cette nourrice et l'élimination des dépôts susceptibles de s'accumuler dans le réservoir doit être effectué périodiquement.

5.1.2.3.3      Cylindre de calibration (CYG-124)

a) *Fonction*

Valider le débit réel dosé par le système.

b) *Caractéristiques*

Marque           : Wallace & Tiernan  
Modèle           : PV #2 (clair)  
Volume           : 100 ml

Particularités : Graduation à tous les 1,0 ml.  
Le cylindre est surmonté d'une conduite ouverte à l'atmosphère en partie supérieure, pour éviter le débordement par le haut.

c) *Fonctionnement*

Un jeu de vannes permet de remplir le cylindre et d'isoler le réservoir pour l'étalonnage d'une pompe.

La mesure du temps de vidange du cylindre permet de déterminer le débit réel dosé par la pompe.

5.1.2.3.4      Soupape de relâche et de maintien de pression (SRP-136 et 139, SMP-141)

a) *Fonction*

La soupape de relâche de pression (à la sortie de chaque pompe) protège la tuyauterie de dosage contre une pression excessive qui pourrait être bâtie par les pompes doseuses.

La soupape de maintien de pression maintient une pression de refoulement stable sur les pompes afin d'obtenir une capacité constante.

*b) Caractéristiques*Soupape de relâche

Marque : Wallace & Tiernan  
Modèle : 13 mm Ø  
Ajustement : 340 kPa (50 psi)

Soupape de maintien de pression

Marque : Wallace & Tiernan  
Modèle : 13 mm Ø  
Ajustement : 275 kPa (40 psi)

*c) Fonctionnement*

La soupape de maintien conserve une pression de refoulement « stable » de 275 kPa sur les pompes malgré la variation possible de pression sur la conduite d'eau au point d'injection (la pression de la conduite d'eau est toujours inférieure à 200 kPa).

En cas de colmatage, vanne fermée ou autres problèmes sur la tuyauterie de dosage, la pression maximum sera limitée à 340 kPa (50 psi) par la soupape de relâche de pression située en aval de la pompe en fonction. Le retour de solution s'effectue vers le réservoir.

**5.1.2.3.5 Robinet de service avec lance d'injection (LI-110 et 111)***a) Fonction*

La lance permet d'injecter la solution chlorée au centre de la conduite pour augmenter la rapidité et la diffusion du chlore dans l'eau.

L'assemblage du robinet de service et de la lance permet de retirer la lance et de fermer le robinet sans avoir à interrompre le service sur la conduite d'eau principale.

*b) Caractéristiques*

Marque : Wallace & Tiernan  
Modèle : AAA3218, 20 mm Ø NPT

Particularités : Robinet de service à bille.  
Manchon d'étanchéité.  
Lance coulissante en CPV.  
Câble de sécurité.

c) *Fonctionnement*

La lance d'injection est positionnée sur le côté de la conduite.

L'extrémité de la lance doit être positionnée au centre de la conduite puis bloquée en place en serrant les manchons d'étanchéité.

Une distance de 4,2 mètres en conduite sépare le point d'injection et l'entrée au bassin de contact, garantissant un mélange homogène.

Une seconde lance est en place, prête à être insérée dans la conduite d'eau en cas de problème avec la première.

5.1.2.3.6 Tuyauterie de dosage

a) *Fonction*

Acheminer la solution chlorée du réservoir jusqu'à la lance d'injection.

b) *Caractéristiques*

Tuyauterie rigide

CPV, cédule 80, 6 et 12 mm Ø, joints collés

Tuyauterie flexible

Polyéthylène, 6 et 12 mm Ø, joints coniques à compression.

Robinet à tournant sphérique

Marque : Chemline

Modèle : CTU

CPV, type à bille, double union vissée, joint torique en Viton.

c) *Fonctionnement*

Les tuyauteries flexibles sont principalement utilisées pour atténuer les vibrations en amont et en aval des pompes ainsi qu'en amont de la lance d'injection.

#### 5.1.2.4 Équipements de mesure en continu

Le système est composé des éléments suivants :

- analyseur de chlore résiduel libre;
- le transmetteur de pH et température;
- le turbidimètre;
- un enregistreur de données;
- une pompe d'échantillonnage;
- tuyauteries d'eau et drainage.

Le débitmètre (DM-113) et le transmetteur de niveau (TN-116) transmettent également les renseignements de débit et hauteur vers l'enregistreur de données.

L'agencement des équipements est présenté à la figure 5.1.5.

##### 5.1.2.4.1 Analyseur de chlore, pH et température

###### a) *Fonction*

Mesurer en continu la concentration en chlore de l'eau distribuée afin de confirmer que la concentration minimum de 0,3 mg/l de chlore résiduel et la valeur critique du CT ont été respectées. Ces renseignements sont nécessaires pour les ajustements du système de dosage de chlore.

###### b) *Caractéristiques*

Le système de mesures en continu du chlore est composé des éléments suivants :

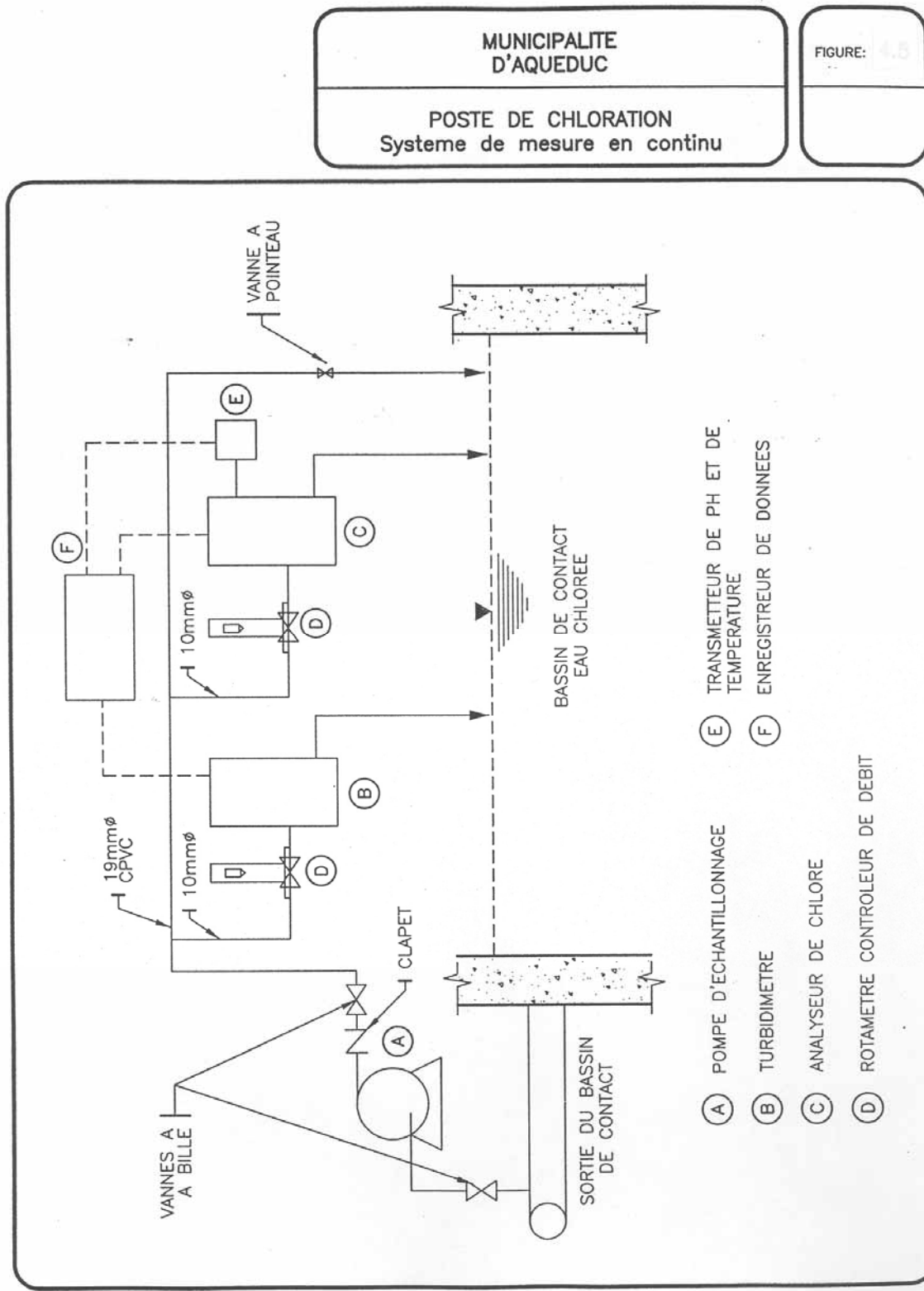
- l'analyseur de chlore;
- un transmetteur de pH;
- une chambre de mesures.

##### Analyseur de chlore avec chambre de mesures

Marque : SWAN  
Modèle : FAM TRIDES  
Plage : 0 à 10 mg/l avec une précision de  $\pm 0,01$  mg/l dans la gamme de 0 à 1,00 mg/l

Particularités : contrôleur programmable;  
entrée de signal de pH;  
compensation automatique pour le pH;  
contact d'alarme regroupé;  
chambre de mesures incluant des orifices pour les capteurs de pH et de température, un robinet d'échantillonnage, un système d'ajustement du débit et un système d'auto-surveillance du débit.

Figure 5.1.5 - Poste de chloration, système de mesures en continu



Transmetteur de pH et température

Marque : SWAN  
 Modèle : FAM / PH / ORP / Température  
 Capteurs : SWANSENSOR pH n° A87, 120, 200 pour le pH  
 SWANSENSOR PT 100 no D87, 010, 002 pour la température  
 Plage : 0,00 à 14,00 pH

Particularités : contrôleur programmable;  
 compensation automatique pour la température;  
 sortie signal 4-20 mA vers l'analyseur de chlore;  
 contact d'alarme en cas de défaut du système.

c) *Fonctionnement*

L'exactitude de la mesure de chlore libre dépend de plusieurs facteurs. L'exploitant devra donc vérifier régulièrement les points suivants afin de s'assurer que le système de mesures fonctionne adéquatement :

- ajuster le débit d'échantillonnage de telle sorte que le niveau d'eau dans la chambre de mesures se maintienne à  $\pm 30$  mm par rapport au dessus de la chambre;
- nettoyer le filtre à l'entrée de la chambre;
- contre-vérifier les mesures de température;
- calibrer la mesure du pH;
- contre-vérifier la mesure de chlore libre.

Les démarches à suivre pour calibrer et valider le bon fonctionnement du système sont présentées dans le manuel d'utilisation de l'analyseur de chlore et du transmetteur de pH.

Le système est configuré et programmé pour générer les signaux d'alarmes suivants :

<u>Alarmes</u>	<u>Valeurs de consigne</u>
• pH	
- pH bas	6,7
- pH élevé	8,2
- Défaut du pH mètre	Actif
• Chlore	
- Concentration basse	0,3 mg/l
- Concentration élevée	0,5 m/l <sup>(1)</sup>
- Débit d'échantillonnage	Actif
- Défaut analyseur de chlore	Actif

(1) Cette valeur dépend des conditions du réseau de distribution et de la proximité du premier usager.

Les signaux d'alarmes activées sont acheminés au signaleur automatique. L'opérateur doit se rendre au poste de chloration pour identifier le problème et corriger la situation.

#### 5.1.2.4.2 Turbidimètre

##### a) Fonction

Mesurer en continu le nombre d'unités de turbidité néphélobométrique (UTN) présente dans l'eau traitée.

##### b) Caractéristiques

Le système de mesures en continu se compose des trois (3) principaux éléments suivants :

- une chambre de mesures de la turbidité;
- un module d'alimentation électrique;
- un interface d'affichage et de programmation.

##### Chambre de mesures

Marque : HACH  
Modèle : N° 1720D  
Plage : 0-100 unités de turbidité néphélobométriques (UTN)

Particularités : le temps de réponse dépend du débit d'échantillonnage;  
le débit d'échantillonnage peut varier de 250 à 750 ml/min;  
le signal de sortie 4-20 mA est programmable sur une partie prédéterminée de la plage 0-100 UTN;  
deux (2) alarmes de turbidité;  
une (1) alarme de fonctionnement de l'appareil.

##### Module d'alimentation électrique

Marque : HACH  
Modèle : PS1201

##### Interface d'affichage et de programmation

Module de programmation du système, d'étalonnage de la chambre de mesures et mémorisation des données.

Marque : HACH  
Modèle : Aquatrend 51200

Particularités : Signal de sortie 4-20 mA vers l'enregistreur de données.

c) *Fonctionnement*

La turbidité est mesurée dans la chambre de mesures en dirigeant un faisceau lumineux, de la tête de la chambre vers le bas, dans l'échantillon d'eau.

La lumière dispersée à 90° par les particules en suspension dans l'échantillon est détectée par une phot cellule immergée.

La quantité de lumière dispersée est proportionnelle à la turbidité de l'échantillon. Une faible dispersion de la lumière se traduit par une faible turbidité et inversement.

L'eau pénètre à l'intérieur du corps du turbidimètre et circule dans un système de chicanes périphériques destinées à piéger et éliminer les bulles d'air présentes dans l'échantillon. Les bulles remontent à la surface pour s'échapper par un évent. L'échantillon pénètre au centre de la base de la chambre pour la mesure, puis remonte et déborde vers le drain.

La précision des mesures dépend principalement de l'entretien et de l'étalonnage régulier de l'appareil.

Les consignes à cet effet sont clairement indiquées au manuel du fournisseur.

Le système est configuré et programmé pour générer les signaux d'alarmes suivants :

<u>Alarme</u>	<u>Valeur de consigne</u>
Turbidité élevée	5 UTN
Défaut du débitmètre	Actif

5.1.2.4.3 Enregistreur de données

a) *Fonction*

Enregistrer en continu les paramètres suivants :

- chlore libre;
- pH;
- température;
- turbidité;
- débit;
- niveau du bassin de contact.

*b) Caractéristiques*

Marque : CHESSEL  
Modèle : Série 5100 E

Particularités : enregistreur de données sans papier;  
affichage des données et courbes sur écran couleur;  
mémoire interne pour enregistrement des données ainsi que sur disquette 75 mm;  
6 entrées universelles configurables;  
logiciel permettant de transférer les données accumulées vers un PC et les gérer avec des logiciels, tels que Access, Word ou Excel.

*c) Fonctionnement*

Chaque entrée universelle est configurée en fonction du signal à traiter.

Les données de chaque canal sont accumulées sous forme de boucle fermée. Lorsque la mémoire de l'appareil est pleine, les plus anciennes données sont écrasées et perdues.

L'exploitant devra périodiquement récupérer sur disquette l'information en mémoire.

La programmation des entrées et la façon d'utiliser les différentes fonctions de l'enregistreur sont présentées au manuel du fournisseur.

#### 5.1.2.4.4 Pompe d'échantillonnage

*a) Fonction*

Compte tenu que la distribution de l'eau s'effectue gravitairement, une pompe d'échantillonnage est utilisée pour la circulation de l'échantillon d'eau dans le système de mesures en continu.

*b) Caractéristiques*

Marque : Little Giant  
Modèle : 5-MD  
Capacité : 15 l/min à 9 mètres

Particularités : Moteur de 1/8 Hp, 120 V, 2,1 A.  
Corps et impulseur en polyéthylène.

c) *Fonctionnement*

La pompe fonctionne 24h/24 et s'alimente à même le bassin de contact, à proximité de la conduite de sortie.

Un clapet et une vanne de contrôle sont situés à la sortie de la pompe.

La vanne est utilisée pour restreindre le débit et maintenir l'ampérage soutiré par le moteur inférieur à 1,8 ampère.

### 5.1.2.5 *Signaleur automatique*

a) *Fonction*

Un signaleur automatique est utilisé pour transmettre à l'exploitant les défauts ou seuils d'alarmes des principaux équipements au poste de chloration.

b) *Caractéristiques*

Marque : Dialex  
Modèle : DI-4500

Particularités : 4 canaux d'entrée (contacts secs).  
Message digital ou vocal.  
Appel en cascade avec ordre de priorité si ligne occupée ou faute de réponse.  
Connexion à la ligne téléphonique standard du poste de chloration.  
Alimentation d'urgence 12 volts.  
Programmation via un téléphone standard à clavier numérique.

c) *Fonctionnement*

Le Dialex est en mode normal si toutes les DEL rouges sont éteintes et que la DEL verte clignote 1 fois toutes les 2 secondes.

Sur activation d'un défaut ou d'un seuil d'alarme reliée à une des entrées, une séquence d'appels s'annonce jusqu'à ce que l'appel soit reçu selon les consignes dictées lors de la programmation du signaleur.

Les étapes de programmation et consignes d'opération sont décrites au manuel du fournisseur.

### 5.1.2.6 Système de contrôle

Il n'y a pas de système de contrôle global permettant l'intégration et une complète automation entre les systèmes.

Un certain nombre d'interventions manuelles de l'exploitant sont requises.

#### Demande en eau

Lorsque le niveau de consigne de demande de remplissage du réservoir d'eau potable est atteint, un signal est transmis aux puits d'alimentation pour démarrer une pompe. Simultanément, un signal est transmis au contrôleur de la vanne VPE-105 pour une ouverture progressive.

La vanne VPE-105 module pour s'ajuster à la valeur de consigne de débit maximum mesurée par le débitmètre DM-113.

Le dosage de chlore s'effectue proportionnellement au débit entrant dans le bassin de contact.

Lorsque le niveau de consigne d'arrêt de remplissage est atteint au réservoir d'eau potable, un signal est transmis au puits d'alimentation pour arrêter la pompe d'alimentation. Simultanément, un signal est transmis au poste de chloration pour la fermeture de la vanne VPE-105.

Le purgeur PA-115 sur la conduite de sortie du bassin de contact doit être maintenu opérationnel puisque celui-ci doit permettre l'admission d'air lors de la fermeture de la vanne VPE-105 puis l'expulsion de l'air lors de l'ouverture de la vanne.

#### Débit du bassin de contact

Le débit dans le bassin de contact est limité à 13,8 m<sup>3</sup>/h par le contrôleur de l'actuateur de la vanne VPE-105, via le signal provenant du débitmètre DM-113. Cette consigne peut être modifiée en changeant la valeur maximum d'échelle programmée au débitmètre.

#### Niveau du bassin de contact

Le niveau du bassin de contact s'ajuste aux conditions hydrauliques qui prévalent. Si le débit d'alimentation en eau brute au poste de chloration est supérieur à 13,8 m<sup>3</sup>/h, le surplus d'eau non chlorée sera rejeté au trop-plein situé en amont du bassin de contact. Le niveau du bassin devrait alors se maintenir à une hauteur de 1,8 mètre.

Si le débit d'alimentation est inférieur à 13,8 m<sup>3</sup>/h, le niveau du bassin s'abaissera progressivement, sans jamais être inférieur à 1,5 mètre, soit le niveau du déversoir (D-114.).

### Dosage proportionnel au débit

Le dosage de chlore s'ajuste automatiquement à l'augmentation ou la diminution du débit entrant au bassin de contact, via le signal pulsé acheminé aux pompes doseuses par le débitmètre (DM-113).

Un ajustement manuel du dosage sera nécessaire si la demande en chlore fluctue à la suite d'un changement de la qualité de l'eau ou s'il y a variation de la concentration de la solution chlorée.

L'exploitant devra périodiquement préparer manuellement la solution chlorée nécessaire au dosage.

### Mesure en continu et défaut

Une insuffisance de la concentration de chlore libre, une quantité excessive de chlore, une valeur élevée en turbidité, un bas niveau dans le réservoir chloré ou un défaut d'équipement de dosage ou de mesure seront enregistrés par le système et transmis sur téléavertisseur selon le cas, mais l'exploitant devra se rendre sur place pour identifier la nature exacte du problème et procéder manuellement aux réajustements.

#### **5.1.2.7 Alimentation et distribution électriques**

Le réseau d'Hydro-Québec fournit l'électricité au poste de chloration.

L'alimentation électrique entre le poste de chloration et la route principale est souterraine. L'entrée électrique a une capacité de 100 ampères – 120/240 V.

Il n'y a pas de groupe électrogène pour prendre la relève lors de pannes électriques.

Toutefois, compte tenu de la possibilité de maintien de l'alimentation en eau potable lors d'une panne électrique, certains équipements sont maintenus opérationnels grâce à un groupe de batteries d'urgence de type SPS (switching power supply).

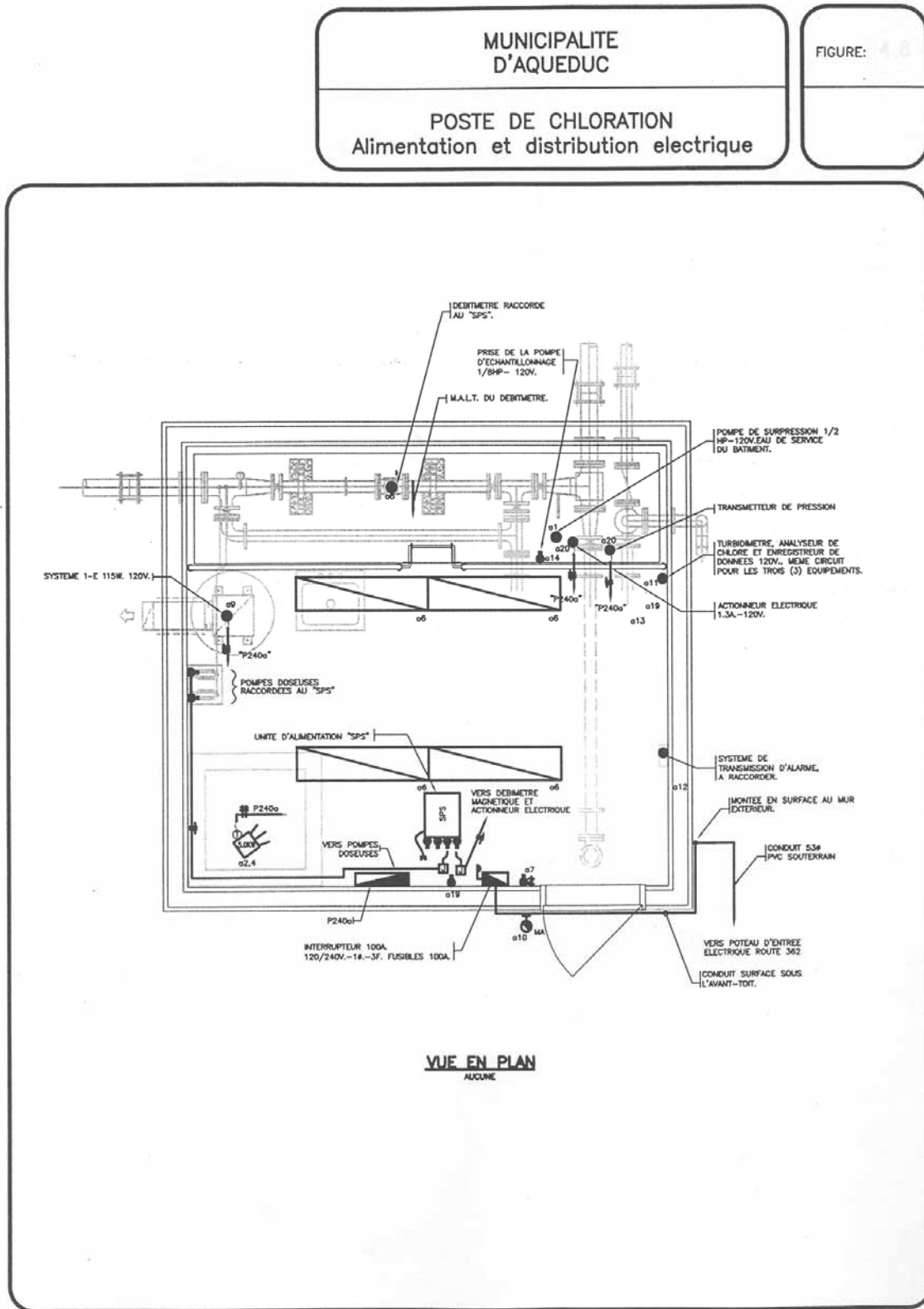
Les équipements maintenus opérationnels sont :

- le débitmètre magnétique;
- les deux (2) pompes doseuses;
- la vanne VPE-105;
- le système de mesures en continu à l'exception du turbidimètre.

Le système SPS offre une autonomie de 72 heures.

Le schéma d'alimentation et de distribution électrique est présenté à la figure 5.1.6.

Figure 5.1.6 - Poste de chloration, alimentation et distribution électrique



### 5.1.2.8 Ventilation et chauffage

Le rez-de-chaussée est chauffé à l'aide d'un aérotherme de 5,0 kW suspendu au plafond. Le thermostat de contrôle est situé sur l'aérotherme.

Un ventilateur d'évacuation d'air mural permet de ventiler la pièce. Le démarreur du ventilateur est muni d'un variateur de vitesse et d'une horloge programmable.

En position « marche », le ventilateur fonctionne continuellement. En position « auto », le ventilateur démarre selon les consignes de programmation de l'horloge.

L'opérateur prendra soin d'ajuster la vitesse et la fréquence de ventilation pour éviter d'évacuer l'air chaud en hiver sans toutefois favoriser l'accumulation d'air trop humide due à une insuffisance de ventilation.

### 5.1.3 Contrôle du procédé

Le système de désinfection du poste de chloration a des limites en terme de capacité à désinfecter efficacement l'eau destinée à la consommation.

Le système doit donc être exploité en deçà de ces limites pour atteindre les objectifs de traitement et fournir une eau de qualité.

L'exploitant doit maintenir une désinfection en continu par le chlore et ajuster les dosages de façon à avoir une concentration en chlore résiduel libre d'au moins 0,3 mg/l à la sortie du bassin de contact.

L'atteinte des objectifs dépend des principaux éléments suivants :

- le respect du temps de contact pour la désinfection;
- le dosage adéquat de chlore, en tenant compte des variations du débit et de la qualité de l'eau à traiter;
- la représentativité des valeurs mesurées par le système de mesures en continu;
- un bon entretien préventif des composantes;
- la tenue d'un registre tel que stipulé dans le *Règlement sur la qualité d'eau potable*;
- la tenue d'un journal d'exploitation;
- l'analyse des paramètres d'opération.

#### 5.1.3.1 Temps de contact

Les conditions critiques de désinfection prévalent lorsque le niveau du bassin de contact est au plus bas, lorsque le débit de traitement est au maximum et/ou que la température de l'eau brute est la plus basse au cours de l'année.

### 5.1.3.2 Débits associés au dosage de chlore

Le dosage de chlore dépend des facteurs suivants :

- la demande en chlore pour désinfecter et atteindre une concentration de chlore résiduel libre de 0,3 mg/l à la sortie du bassin de contact;
- le débit d'eau brute à désinfecter;
- la concentration de la solution chlorée utilisée pour le dosage;
- la capacité des pompes doseuses;
- l'autonomie requise de la réserve de solution chlorée.

#### *Demande en chlore*

Le dosage de chlore requis pour maintenir un résiduel de 0,3 mg/l de chlore libre varie entre 1,5 et 2,7 mg/l. Ces valeurs ont été obtenues à la suite d'essais sur l'eau brute à différentes périodes de l'année.

#### *Volume de la réserve et autonomie recherchée*

La réserve de solution chlorée a une capacité de 300 litres. L'objectif consiste à renouveler régulièrement cette solution pour minimiser la réduction de concentration de la solution dans le temps.

Une autonomie de trois (3) jours est visée pour la réserve de solution chlorée correspondant au débit d'eau brute de 13,8 m<sup>3</sup>/h.

#### *Ajustement de la pompe doseuse*

La fréquence des pulsations de la pompe doseuse est un aspect important à considérer. En effet :

- la fréquence maximum de 125 pulses/minute ne doit pas être excédée à débit maximum;
- en contrepartie, à débit minimum, la fréquence ne devrait pas être inférieure à 15 pulses/minute.

Le choix du nombre de litres par pulse programmé au débitmètre doit tenir compte de ces conditions. Ainsi, 1 pulse aux 2 litres permet de rencontrer ces conditions.

#### *Calcul de la consommation maximum*

- Dosage maximum : 2,7 mg/l.
- Débit d'eau à traiter : 13,8 m<sup>3</sup>/h.
- Concentration de la solution chlorée : 1 % (10 g/l).

- Débit requis à la pompe doseuse :

$$\frac{13,8 \text{ m}^3/\text{h} \times 2,7 \text{ mg/l}}{10,0 \text{ g/l}} = 3,73 \text{ l/h}$$

ce qui correspond à la capacité maximum de la pompe doseuse.

- Autonomie maximale de la réserve (réservoir de 300 l).

$$\frac{300 \text{ l}}{3,73 \text{ l/h}} = 80 \text{ heures}$$

soit 3,3 jours.

#### Préparation de la solution à 1 %

La solution chlorée à 1 % peut être préparée à partir de 20 litres de chlore à 10 %. L'équation suivante permet de calculer le volume final de la solution à 1 %.

$$C_1 V_1 = C_2 V_2 \quad \text{ou} \quad \begin{array}{l} C_1 = \text{concentration du chlore commerciale} = 10 \%^{(2)} \\ V_1 = \text{volume du chlore commercial} = 20 \text{ l} \\ C_2 = \text{concentration de la solution} = 1 \% \\ V_2 = \text{volume total de la solution préparée} \end{array}$$

$$V_2 = \frac{C_1 V_1}{C_2} = \frac{0,1 \times 20}{0,01}$$

$$V_2 = 200 \text{ l}$$

Le volume d'eau à ajouter est donc de  $200 \text{ l} - 20 \text{ l} = 180 \text{ litres d'eau}$ .

La dureté de l'eau de la municipalité d'Aqueduc est d'environ 100 mg/l de  $\text{CaCO}_3$ , ce qui minimise la formation de dépôts et d'entartrage des conduites de dosages et surtout de la lance d'injection.

Advenant une augmentation de la dureté, un entretien accru du système sera requis. L'ajout d'un adoucisseur devrait être envisagé si la dureté s'avérait trop élevée (par exemple  $> 200 \text{ mg/l CaCO}_3$ ).

#### **5.1.3.3** *Suivi des paramètres d'opération*

Le suivi des paramètres d'opération a pour objectif de valider l'efficacité de la désinfection sur une base continue et de doter l'exploitant d'outils de comparaison lui permettant d'identifier et d'anticiper les problèmes d'opération.

<sup>(2)</sup> Il est possible que la concentration réelle de l'hypochlorite puisse différer de la concentration théorique indiquée sur le contenant du fournisseur.

Les paramètres de suivi sont les suivants :

- la turbidité;
- le débit;
- le pH;
- la température;
- la mesure du chlore résiduel;
- l'ajustement du dosage.

#### 5.1.3.4 Qualité de l'eau brute

La désinfection au chlore a été retenue comme traitement en raison de la qualité de l'eau brute au moment de la conception des ouvrages.

Il est donc important que l'exploitant valide que les critères de qualité de l'eau brute ayant mené à un traitement par désinfection seulement continuent d'être respectés. Le cas échéant, une modification à la chaîne de traitement pourrait s'avérer nécessaire.

Ces critères sont les suivants :

- la turbidité est inférieure ou égale à 5 UTN (unité de turbidité néphélométrique) en tout temps;
- dans au moins 90 % de ces échantillons :
  - la turbidité est inférieure à 1 UTN,
  - la teneur en carbone organique total (COT) est inférieure ou égale à 3 mg/l;
  - il est dénombré moins de 20 bactéries coliformes fécales et moins de 100 coliformes totaux par 100 millilitres d'eau prélevée.
- la qualité de ces eaux n'est pas susceptible d'être altérée par des contaminants provenant de systèmes de collecte ou de traitement d'eaux usées, ou provenant d'activités agricoles, telles que l'entreposage ou l'épandage de déjections animales.

Le chlore est un oxydant qui réagit avec de nombreux composés organiques et inorganiques et son utilisation génère des sous-produits de désinfection. L'objectif de la chloration consiste à éliminer les micro-organismes pathogènes tout en limitant la production de sous-produits de désinfection.

La formation de ces sous-produits, notamment les thialométhane (THM) dépend fortement du COT, du chlore consommé et du pH.

Outre les analyses qui doivent être exécutées régulièrement par un laboratoire accrédité, l'exploitant est en mesure d'effectuer sur place un suivi :

- de la turbidité;
- du pH;
- de la température.

### 5.1.3.5 Journal d'exploitation

Le poste de chloration est doté d'équipements de suivi qui permettent d'analyser l'efficacité de la désinfection et le comportement des appareils.

Le journal d'exploitation vise à colliger les données qui ne sont pas directement recueillies par l'enregistreur de données.

Le journal a également pour objectif de servir de support d'analyse des renseignements recueillis par l'enregistreur en fonction des exigences reliées à la tenue d'un registre.

Les fiches du journal d'exploitation sont présentées à l'annexe 5-1.

Les mesures régulières qui doivent être effectuées sont :

- la date et l'heure des mesures;
- le nom de l'opérateur;
- pour chaque période de 4 heures :
  - la concentration minimum de chlore résiduel libre,
  - le débit moyen,
  - la valeur maximum de turbidité;
- quotidiennement :
  - le pH,
  - la température de l'eau à la sortie du bassin de contact.

Outre les renseignements mentionnés ci-dessus qui sont exigés pour la tenue du registre demandé par le ministère de l'Environnement, les relevés suivants devraient être répertoriés au journal d'exploitation (la fréquence est indiquée à l'annexe 5-1) :

- la hauteur d'eau du bassin de contact;
- le débit instantané;
- le volume d'eau traitée en m<sup>3</sup>;
- la pompe doseuse en opération et son ajustement;
- la quantité de solution chlorée restante dans le réservoir;
- la quantité d'eau et de chlore ajoutée dans le réservoir lors de la préparation de la solution;
- la quantité de solution présente dans le réservoir après la préparation.

Enfin, l'exploitant devrait noter sur une page un court résumé de ses constatations et interventions lors de sa visite.

## 5.1.4 Procédures d'opération particulière

### 5.1.4.1 Généralités

La présente section résume les principaux renseignements relatifs à l'opération dans des conditions particulières pouvant être rencontrées. Il est évident que la liste dressée ne peut couvrir l'ensemble des situations qui peuvent survenir éventuellement. Il s'agit plutôt des cas les plus probables.

Avant toute intervention, l'opérateur doit savoir qu'il est responsable de la bonne utilisation des équipements et du maintien de la qualité de l'eau. Par conséquent, il doit connaître parfaitement le fonctionnement et le rôle de chaque appareil et les relations directes ou indirectes des équipements entre eux et leur influence sur la qualité de l'eau.

Pour cela, l'opérateur doit :

- maintenir à jour un carnet de bord comprenant toutes les données de fonctionnement pour chaque équipement;
- maintenir en état de fonctionnement chaque équipement en assurant leur entretien régulier et les réparations éventuelles;
- maintenir à jour le dossier technique de maintenance et de réparation des équipements;
- mesurer la portée des interventions envisagées à l'égard de la qualité de l'eau;
- être diligent et prévenir les autorités compétentes de tout potentiel de risque pouvant mettre en cause la qualité de l'eau;
- aviser l'autorité publique et agir promptement pour remédier à une situation non contrôlée.

### 5.1.4.2 Calibration des équipements de procédé

La qualité de l'eau est tributaire de plusieurs facteurs et notamment, l'exactitude des informations dont dispose l'opérateur pour évaluer le procédé.

Le tableau 5.2 présente les principaux équipements de procédé et les interventions à effectuer.

Les procédures à suivre, le matériel et les produits nécessaires à ces vérifications sont énoncés dans les manuels des fournisseurs.

**Tableau 5.2 - Liste des interventions à réaliser selon les équipements de procédé**

<b><u>Équipements</u></b>	<b><u>Interventions</u></b>	<b><u>Fréquence</u></b>
Débitmètre (DM-113)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vérifier que le signal est à 0 lors de l'arrêt ou l'isolation du débitmètre</li> <li>- Contre-vérifier le volume enregistré par le DM-113, de façon volumétrique, en utilisant le bassin de contact comme volume de référence.</li> <li>- Vérifier les signaux générés par le débitmètre et la réaction des équipements contrôlés par ces signaux.</li> </ul>	<p>1 fois/mois</p> <p>1 fois/an</p> <p>1 fois/an</p>
Pompes doseuses	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valider le débit réel de dosage en utilisant le cylindre de calibration et en comparant avec la valeur théorique attendue pour ces conditions d'utilisation.</li> </ul>	1 fois/mois
Solution chlorée	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Il arrive que les solutions commerciales de chlore n'aient pas la concentration spécifiée dues à de mauvaises conditions d'entreposage ou autres. Il est pertinent d'effectuer des tests occasionnels sur les produits livrés.</li> </ul>	Selon le cas
Turbidimètre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nettoyer l'appareil.</li> <li>- Procéder à l'étalonnage à l'aide d'une solution étalon.</li> <li>- Nettoyer les conduites en amont de l'appareil.</li> <li>- Contre-vérifier les mesures à l'aide d'une analyse simultanée effectuée par un laboratoire accrédité.</li> <li>- Remplacer la lampe.</li> </ul>	<p>1 fois/semaine</p> <p>1 fois/mois</p> <p>1 fois/mois</p> <p>1 fois/an</p> <p>1 fois/an</p>
Transmetteur de pH	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nettoyer la sonde et calibrer.</li> <li>- Remplacer la sonde.</li> <li>- Contre-vérifier les lectures du pH.</li> </ul>	<p>1 fois/semaine</p> <p>12 à 24 mois</p>
Température	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contre-vérifier les lectures de température.</li> </ul>	1 fois/semaine
Analyseur de chlore	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procéder à l'étalonnage de l'équipement.</li> <li>- Nettoyage électrode, chambre de mesures et filtre.</li> <li>- Contre-vérifier la mesure de l'analyseur avec un colorimètre et/ou un spectrophotomètre, selon le cas.</li> </ul>	<p>1 fois/semaine</p> <p>1 fois/mois</p> <p>1 fois/mois</p>

### 5.1.4.3 Désinfection du bassin

Toute intervention ou activité de nettoyage à l'intérieur du bassin de contact implique une désinfection.

Avant d'accomplir la désinfection proprement dite du bassin, il faut s'assurer que toutes les interventions sont complétées et que les débris, outils, etc. ont été retirés du bassin.

Nous référons le lecteur au chapitre 8 relatif à la « Sécurité » pour prendre connaissance de toutes les démarches à entreprendre avant de procéder à une désinfection.

Selon l'AWWA (ANSI/AWWA C652-92), trois (3) méthodes de désinfection peuvent être envisagées pour le bassin. Ces méthodes peuvent être combinées ou utilisées séparément et sont présentées à l'annexe 6.2 du chapitre « Réservoir d'eau traitée ».

## 5.1.5 Entretien préventif

### 5.1.5.1 Généralités

Afin d'assurer un bon fonctionnement et une longue durée de vie des équipements mécaniques dans le but de réduire les coûts de réparation et d'exploitation, il est essentiel d'établir un programme de vérification et d'entretien préventif.

À cette fin, la tournée quotidienne pour la cueillette des divers renseignements et les relevés de compteurs devrait comporter un volet « INSPECTION » des équipements afin de détecter tout signe apparent ou audible d'une panne éventuelle.

Certains équipements sont dotés d'appareils de mesure permettant d'en apprécier les conditions de fonctionnement. La tournée quotidienne permet de recueillir cette information et de la comparer aux valeurs prévisibles. Les variations qui seront constatées peuvent être le résultat d'une condition d'opération qui est variable ou le reflet d'un problème d'opération, d'une usure prématurée ou d'un bris.

Pour faciliter l'analyse des renseignements, le journal d'exploitation a été conçu pour permettre à l'exploitant de dresser un bilan visuel quasi-instantané des conditions d'opération des principaux équipements et leur rendement.

Parallèlement à ces tournées d'inspection, un programme d'entretien préventif doit être établi selon les spécifications et instructions décrites dans les différents manuels des fournisseurs. Une bonne connaissance de ces manuels est indispensable à la préparation d'un tel programme.

Un fichier d'entretien préventif devrait être complété par l'opérateur.

### 5.1.5.2 Pièces de rechange

Le système de désinfection doit être opérationnel en tout temps, s'il y a distribution d'eau potable.

Les délais d'intervention, d'entretien et de réparation doivent être réduits au minimum.

Le système actuel offre une bonne flexibilité d'opération permettant de pallier temporairement à un bris d'équipement, même majeur comme le bris du débitmètre. Il serait toutefois arbitraire de conserver en inventaire cet équipement.

En contrepartie, un grand nombre de pièces de rechange sont fortement recommandées.

Il s'agit, entre autres, d'un kit de diaphragme de pompe doseuse, voire même une pompe complète, les unions à compression des tuyauteries flexibles de polyéthylène, la tuyauterie de dosage, joints d'étanchéité, lance d'injection, des fusibles utilisés par chacun des équipements, lampe spéciale pour le turbidimètre, sonde de rechange, pH, chlore, etc.

Une liste complète de ces pièces devrait être montée par l'exploitant à partir des manuels des fournisseurs.

### 5.1.6 Problèmes et solutions

D'un point de vue mécanique, le diagnostic et la solution efficace à un problème reposent sur une connaissance approfondie des caractéristiques de l'équipement et des particularités reliées à l'installation, au fonctionnement, à l'opération, à l'entretien et à leur réparation.

Chaque équipement doit aussi être ajusté de manière à rencontrer les exigences du procédé pour obtenir un rendement satisfaisant.

Une bonne connaissance de l'information contenue dans les manuels des fournisseurs, des capacités et limites des équipements ainsi qu'une bonne connaissance du procédé sont essentielles.

Certaines interventions suggérées peuvent être appliquées par l'exploitant. Toutefois, l'exploitant devra utiliser son bon jugement, des moyens adéquats, sécuritaires et à la mesure de ses connaissances et compétences et, le cas échéant, recourir au service de spécialistes en la matière.

Les principaux problèmes rencontrés au niveau d'un système de chloration sont présentés au tableau 5.3.

**Tableau 5.3 - Problèmes, solutions et/ou causes**

<b>Problèmes</b>	<b>Solutions et/ou causes</b>
Fluctuation du chlore résiduel malgré un débit constant.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concentration non uniforme de la solution chlorée. Vérifier la concentration de la solution préparée.</li> <li>- Lance d'injection obstruée.</li> <li>- Mauvaise alimentation de l'eau de transport.</li> <li>- Mauvais ajustement des soupapes de relâche de pression.</li> <li>- Composantes défectueuses de la pompe doseuse (clapet, diaphragme, etc.).</li> </ul>
Capacité insuffisante de la pompe doseuse.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmenter la concentration de la solution chlorée.</li> </ul>
Présence de dépôts dans le réservoir de chlore.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vérifier la dureté de l'eau utilisée pour la préparation de la solution. Si la dureté excède 200 mg/l de CaCO<sub>3</sub>, il y a lieu d'envisager un moyen pour adoucir l'eau (adoucisseur ou polyphosphates).</li> <li>- Si le chlore est transféré d'un baril commercial de 200 litres, il arrive qu'il y ait des dépôts présents dans les barils. Vérifier la qualité du produit du fournisseur.</li> </ul>
Valeur de pH négative.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise à la terre déficiente ou fil mal branché.</li> </ul>
Transmetteur de pH hors d'usage.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- À l'analyseur de chlore, programmer temporairement une valeur de pH représentative.</li> </ul>



**Annexe 5-1 - Fiches du journal d'exploitation**

**Municipalité d'AQUEDUC**

**Désinfection au chlore**

Date	Heure	Débitmètre		Sortie du réservoir		Opérateur (initial)	Alarmes		Remarques générales
		000 000	,000 m <sup>3</sup>	Temp.	pH		Heure	Description	
31				°C					
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									

**Municipalité d'AQUEDUC**  
**Désinfection au chlore**

Date	Heure	Caractéristiques de l'eau distribuée par période															Opérateur (initial)						
		Période (heures)			0-4			4-8			8-12			12-16				16-20			20-24		
		Chlore libre (mg/l) <sup>(1)</sup>	Turbidité (UTN)	Débit (m³/h)	Chlore libre (mg/l) <sup>(1)</sup>	Turbidité (UTN)	Débit (m³/h)	Chlore libre (mg/l) <sup>(1)</sup>	Turbidité (UTN)	Débit (m³/h)	Chlore libre (mg/l) <sup>(1)</sup>	Turbidité (UTN)	Débit (m³/h)	Chlore libre (mg/l) <sup>(1)</sup>	Turbidité (UTN)	Débit (m³/h)		Chlore libre (mg/l) <sup>(1)</sup>	Turbidité (UTN)	Débit (m³/h)			
1																							
2																							
3																							
4																							
5																							
6																							
7																							
8																							
9																							
10																							
11																							
12																							
13																							
14																							
15																							
16																							
17																							
18																							
19																							
20																							
21																							
22																							
23																							
24																							
25																							
26																							
27																							
28																							
29																							
30																							
31																							

(1) Concentration minimale durant la période.

**Municipalité d'AQUEDUC**

**Désinfection au chlore - Bassin de contact**

Date	Heure	Débitmètre		Pompe doseuse		Opérateur (initial)	Eau chlorée			Remarques générales
		Q inst.	Volume traité	# en fonction	Ajustement		Volume restant	Qté eau ajoutée	Qté chlore ajoutée	
31										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										

## 5.2 DÉSINFECTION PAR RAYONNEMENT ULTRAVIOLET

*Note :*

*Cette section est basée sur un projet d'ajout de désinfection par UV à une usine existante qui comprendra les éléments énumérés ci après.*

- *Prise d'eau dans la rivière l'Achigan*
- *Pompage d'eau brute*
- *Chambre de contact pour la floculation*
- *Deux décanteurs dynamiques à lit de boues de type Pulsator*
- *Deux filtres à sable*
- *Pompage des eaux filtrées*
- ***Désinfection par rayonnement UV***
- *Chambre de contact d'ozone*
- *Chambre de dégazage*
- *Possibilité de chloration.*
- *Réserve haute (utilisation des anciens décanteurs statiques non utilisés)*
- *Possibilité de chloration*
- *Réserve basse et pompage vers le réseau d'aqueduc de la municipalité*

*{Il s'agit donc d'un projet qui s'écarte des objectifs initialement visés (eau souterraine pour une petite municipalité). La raison en est très simple : il s'agit du seul projet dont la conception était terminée en date de la fin de janvier 2003.*

*On retrouvera ci-après 2 exemples de manuels d'exploitation basés sur les 2 modèles d'équipement qui ont été envisagés dans ce projet soit Wedeco et Trojan.}*

### 5.2.1 Système WEDECO

Un schéma de la chaîne de traitement est présenté à la figure 5.2.1.1

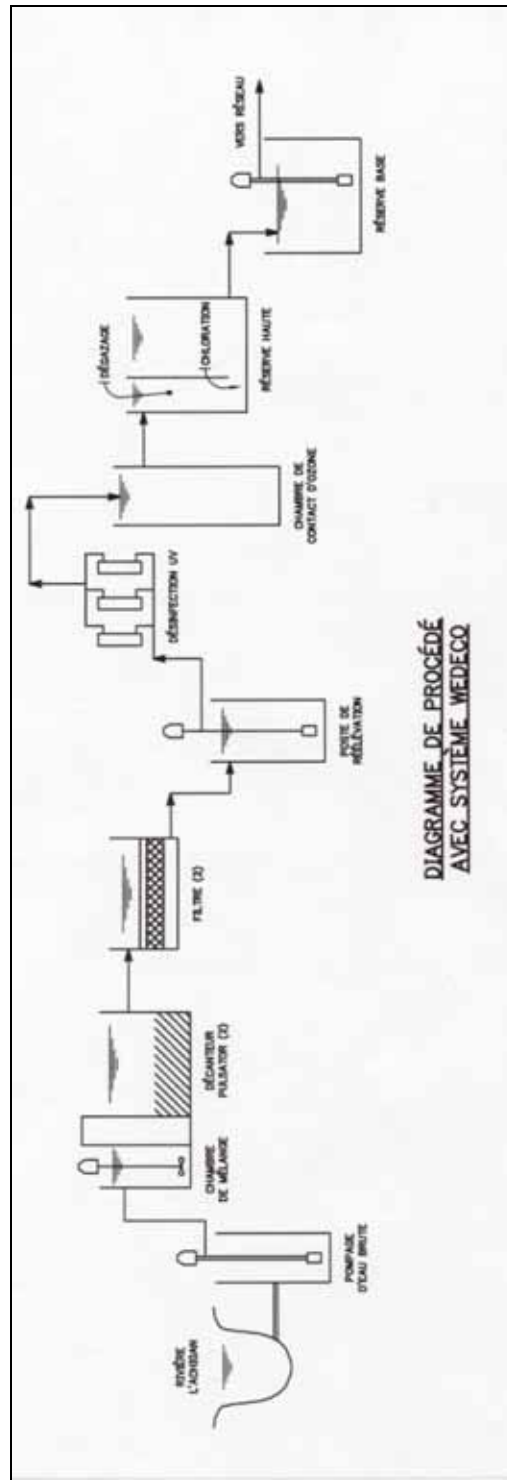
#### 5.2.1.1 Paramètres de conception

##### 5.2.1.1.1 Débits et qualité de l'eau

La capacité retenue pour les réacteurs UV est la même que celle des filtres soit 4 540 m<sup>3</sup>/d correspondant au débit journalier maximum à l'horizon de conception. Pour respecter cette capacité, 3 unités ayant chacune une capacité de 2 280 m<sup>3</sup>/d ont été installées.

On notera que la capacité des réserves en aval des UV est telle qu'il est possible d'arrêter le traitement plusieurs heures et de continuer à alimenter le réseau d'aqueduc. En cas d'urgence ou pour effectuer des travaux lors des périodes propices, l'exploitant doit prendre les mesures nécessaires pour protéger la santé des utilisateurs en l'absence d'UV.

Figure 5.2.1.1 - Chaîne de traitement WEDECO



La conception a été faite sur la base d'une transmittance de 88 % et une température de l'eau de 1°C . Nous reviendrons plus loin sur les aspects qualité de l'eau.

#### 5.2.1.1.2 Paramètres influençant la désinfection par rayonnement UV

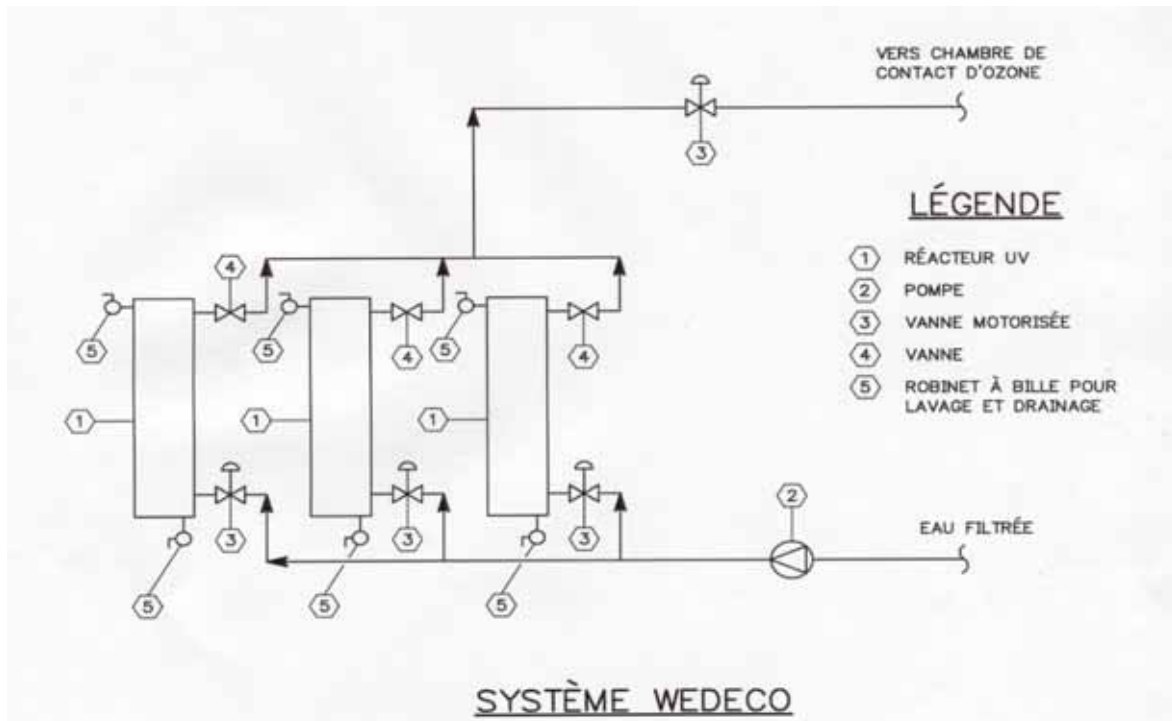
La nouvelle réglementation québécoise et le *Guide de conception des installations de production d'eau potable* ont introduit plusieurs notions qui, à leur tour, conduisent à l'ajout de systèmes de désinfection aux UV. Le rôle de la désinfection UV dans cette chaîne de traitement est d'assurer l'enlèvement complémentaire (1 log) des *Cryptosporidium* et de ce fait, le système UV devient nécessaire pour respecter les obligations du *RQEP*.

La demande en UV dépend de plusieurs facteurs. L'ozone dissous, le fer, les sulfites, les nitrites et les phénols, par exemple, absorbent tous la lumière UV ce qui réduit l'intensité disponible pour désactiver les parasites. La demande en UV se mesure à l'aide d'un spectrophotomètre réglé à une longueur d'onde de 254 nm, sur un échantillon d'eau d'un centimètre d'épaisseur. La mesure qui en résulte permet d'établir le pourcentage de transmittance. Comme cette transmittance peut varier selon la qualité de l'eau brute et du traitement en amont, la conception a été basée sur les conditions les plus critiques c'est à dire lorsque la transmittance est basse. Une valeur de 88 % a ainsi été retenue.

#### 5.2.1.2 Description détaillée des équipements

La figure 5.2.1.2 suivante présente le schéma détaillé du procédé.

**Figure 5.2.1.2 - Schéma détaillé du système WEDECO**



## 5.2.1.2.1 Les réacteurs UV WEDECO

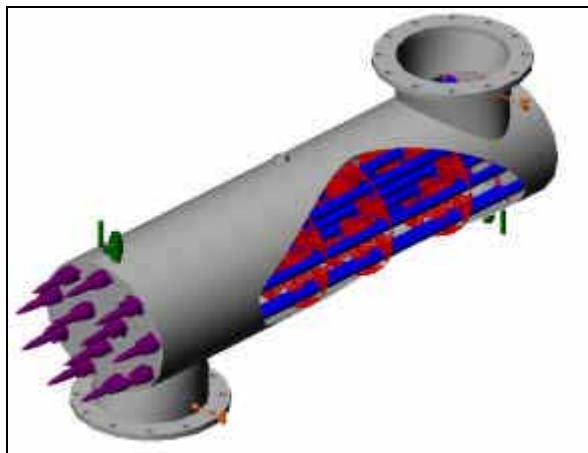
## a) Fonction :

En tout temps, les UV **complètent** la désinfection (ozone et chlore) en inactivant les micro-organismes pour atteindre les objectifs d'enlèvements (log) expliqués plus haut.

## b) Caractéristiques

• Manufacturier :	WEDECO
• Modèle :	B220
• Nombre de réacteurs :	3
• Nombre de lampes par réacteur :	9
• Type de lampes :	basse pression à haute intensité
• Longueur d'onde UV des lampes :	254 nm
• Durée de vie des lampes :	10 000 heures
• Diamètre de raccordement :	
• entrée	250 mm
• sortie	250 mm
• Diamètre de l'unité :	340 mm
• Puissance électrique de l'unité :	1,71 kW
• Mesure d'intensité du rayonnement	Sonde interne de marque WEDECO raccordée au contrôleur local

**Figure 5.2.1.3 - Éclaté du système WEDECO B220**



## c) Fonctionnement

Les réacteurs B220 de WEDECO sont conçus pour opérer à intensité constante pour le débit de conception ( $Q_{jmax}$ ) quel que soit le débit réel. Étant donné que chacun des trois réacteurs a une capacité de 50 % de la capacité maximum de filtration ( $190 \text{ m}^3/\text{h}$ ), c'est donc dire que jusqu'au débit de conception de  $95 \text{ m}^3/\text{h}$  (pour chacun des réacteurs) et moins il est possible d'opérer avec un seul réacteur. Lorsque le débit de filtration dépasse le  $95 \text{ m}^3/\text{h}$ , l'automate central de gestion met en marche un deuxième réacteur suivant la procédure programmée.

## 5.2.1.2.2 Les panneaux de contrôle

## a) Fonction :

Chaque unité d'UV est suivie et commandée par un panneau de contrôle qui assure également le lien avec l'ordinateur central. Le panneau peut être opéré de façon manuelle (localement) ou en automatique. Les principales fonctions peuvent être programmées localement par l'opérateur.

## b) Caractéristiques

- Alimentation électrique : 600V, 3 phases, 60 Hz
- Type de ballast des lampes : électromagnétiques
- Type de contrôle : contrôleur local avec interface opérateur dans chaque panneau.

Le panneau de contrôle est ventilé en continu. La température à l'intérieur du panneau ne doit pas dépasser  $50^\circ\text{C}$ .

## c) Fonctionnement

Le panneau de contrôle contient les bornes de contact pour les renseignements pouvant être transférés à l'ordinateur central. Ces fonctions sont les suivantes :

- « départ/arrêt » à distance;
- système en opération;
- alerte de basse intensité UV;
- défaillance des lampes;
- haute température à l'intérieur du panneau;
- contact 4-20 mA correspondant à l'intensité UV mesurée par la sonde.

Toute l'information et les fonctions mentionnées plus haut sont accessibles sur le panneau local correspondant à un réacteur.

### 5.2.1.2.3 Les vannes d'isolation des réacteurs

#### a) Fonction

Permettre d'alimenter les unités en opération et d'isoler les unités à l'arrêt.

#### b) Caractéristiques

Pour chaque unité :

1 vanne électrique de type papillon, commandée localement ou à distance.

marque de la vanne :	Keystone
modèle de la vanne	AR-2
dimension de la vanne :	250 mm Ø
marque de l'actionneur :	Keystone
modèle de l'actionneur :	F777-44-013
caractéristiques électriques :	alimentation 120V, 1 phase

1 vanne manuelle de type papillon

marque de la vanne :	Keystone
modèle de la vanne :	AR-2
dimension de la vanne :	250 mm Ø

#### c) Fonctionnement

Chaque réacteur est muni de deux vannes papillon, une à l'entrée et une à la sortie. Les vannes papillon à l'entrée des réacteurs sont munis d'actionneurs électriques raccordés au panneau central de gestion de l'usine. Les vannes papillon à la sortie des réacteurs sont munies d'un actionneur manuel à engrenage avec roue. **En fonctionnement normal, la vanne aval d'une unité à l'arrêt reste ouverte pour permettre de démarrer l'unité à partir de l'ordinateur central.**

### 5.2.1.3 Contrôle du procédé

#### 5.2.1.3.1 Contrôle local

Le panneau de contrôle est fourni par le manufacturier de l'unité d'UV. Il contient toutes les fonctions pour l'opération et la supervision du système UV soit :

- la séquence de démarrage des lampes;
- la surveillance de l'opération des lampes UV;
- le suivi de l'intensité UV;
- la température à l'intérieur du panneau;

- les lampes pilotes (rouge et verte) indiquant que le réacteur est en marche ou à l'arrêt;
- une lampe pilote indiquant les alarmes.

L'interface opérateur affiche en continu l'état du système UV. Il contient plusieurs menus qui permettent de varier le fonctionnement du système à partir des clés de fonctions. Les manuels d'opération et d'entretien fournis par le manufacturier indiquent toute l'information pour programmer les fonctions.

#### 5.2.1.3.2 Ordinateur central

Tous les contacts secs et analogiques des panneaux de contrôle des trois réacteurs UV sont raccordés à l'automate programmable central de la station. L'acquisition des états et des fonctions des trois réacteurs est programmée à l'aide du programme Intouch de Wonderware en place. L'opérateur peut donc suivre l'opération et l'évolution des trois réacteurs UV à partir de l'ordinateur central.

L'ordinateur est programmé pour produire les rapports d'opération de toute la station incluant l'opération des réacteurs UV. Les alarmes sont enregistrées. En cas de défaillance d'un réacteur UV, l'ordinateur central transfèrera le débit du réacteur en défaut vers un réacteur en attente en ouvrant ou fermant les vannes papillon à actionneur électrique des réacteurs concernés suivant les séquences programmées et requises.

#### 5.2.1.3.3 Journal d'exploitation et registre

La fiche de suivi à l'annexe 5-2 accumulera les données par période de quatre heures. Les données seront fournies et transmises par l'ordinateur central. La donnée d'intensité pourra être celle enregistrée à la fin de chaque période de quatre heures.

### 5.2.1.4 Procédures d'opération particulières

#### 5.2.1.4.1 Généralités

Lorsqu'un réacteur UV est mis en marche, il faut s'assurer qu'il est plein d'eau et que tout l'air a été évacué. L'opération manuelle de la vanne à bille de 12,7 mm de diamètre dans le haut du réacteur permet de s'assurer que tout l'air a été évacué (elle est identifiée par le numéro 5 dans la Figure 5.2.1.2). Les coups de bélier qui en résulteraient pourraient causer des dommages aux composantes du réacteur et au système de suivi d'intensité UV.

Lorsque le débit est interrompu, le système UV doit être mis également à l'arrêt en moins de 30 minutes. Après plus de 30 minutes sans débit, il peut y avoir une augmentation excessive de la température qui pourrait être dommageable.

Il faut s'assurer que les lampes d'un réacteur ne restent pas allumées plus de cinq (5) minutes lorsque le réacteur est à sec. Les dépôts sur les manchons de quartz doivent être enlevés pour éviter l'effet de cuisson lors des essais à sec.

#### 5.2.1.4.2 Séquences de mise en marche

Les séquences de mise en marche de chaque réacteur sont contrôlées par son contrôleur local. Les séquences programmées sont les suivantes :

- phase de démarrage : activation des éléments de pré-chauffage des lampes (120 secondes);
- phase d'allumage : allumage des lampes (20 secondes);
- phase de chauffage final : les lampes sont en opération et l'intensité augmente pour quelques minutes.

Le système UV est maintenant prêt pour l'opération.

#### 5.2.1.4.3 Alternance

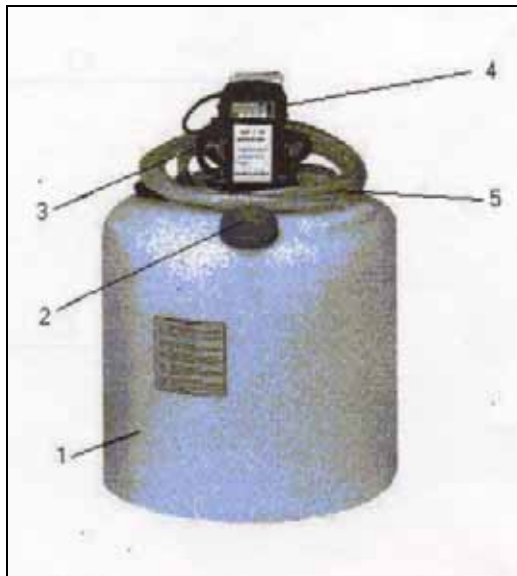
Les lampes sont garanties pour une vie utile de 10 000 heures et au prorata après 1 000 heures d'opération. Il est donc important de faire fonctionner chacun des réacteurs en alternance. Comme les trois réacteurs doivent être opérationnels en tout temps, il est important que les temps de marche des lampes des trois réacteurs se suivent, mais avec un petit décalage pour permettre la commande et la livraison.

Le nombre de départ/arrêt excessif (> 5/24 h) aussi bien que l'opération à sec peuvent réduire considérablement la vie des lampes. Il est préférable que le temps minimum d'opération d'un réacteur soit d'au moins une semaine.

### 5.2.1.5 *Entretien préventif*

#### 5.2.1.5.1 Lavage chimique

Le système de lavage chimique fournit par WEDECO est un système portatif pour laver sur place l'intérieur des réacteurs et les manchons de quartz (figure 5.2.1.4). Une procédure le lavage doit être effectuée lorsque l'entartrage des manchons entraîne une baisse d'intensité UV de 20 %.

**Figure 5.2.1.4 - Réservoir du système de lavage**

L'unité de lavage comprend un réservoir de solution de nettoyage (1) avec son bouchon de remplissage et de ventilation (2), un interrupteur départ/arrêt (3), une pompe de circulation (4) et des boyaux flexibles de raccordement (5).

Le réacteur à nettoyer doit être à l'arrêt. Avant de commencer le nettoyage, la vanne à opérateur électrique à l'entrée est fermée. La vanne manuelle à la sortie du réacteur doit être fermée. Le réacteur est alors vidé de son eau en ouvrant la vanne de drain à la base du réacteur et la vanne d'évacuation d'air au sommet du réacteur.

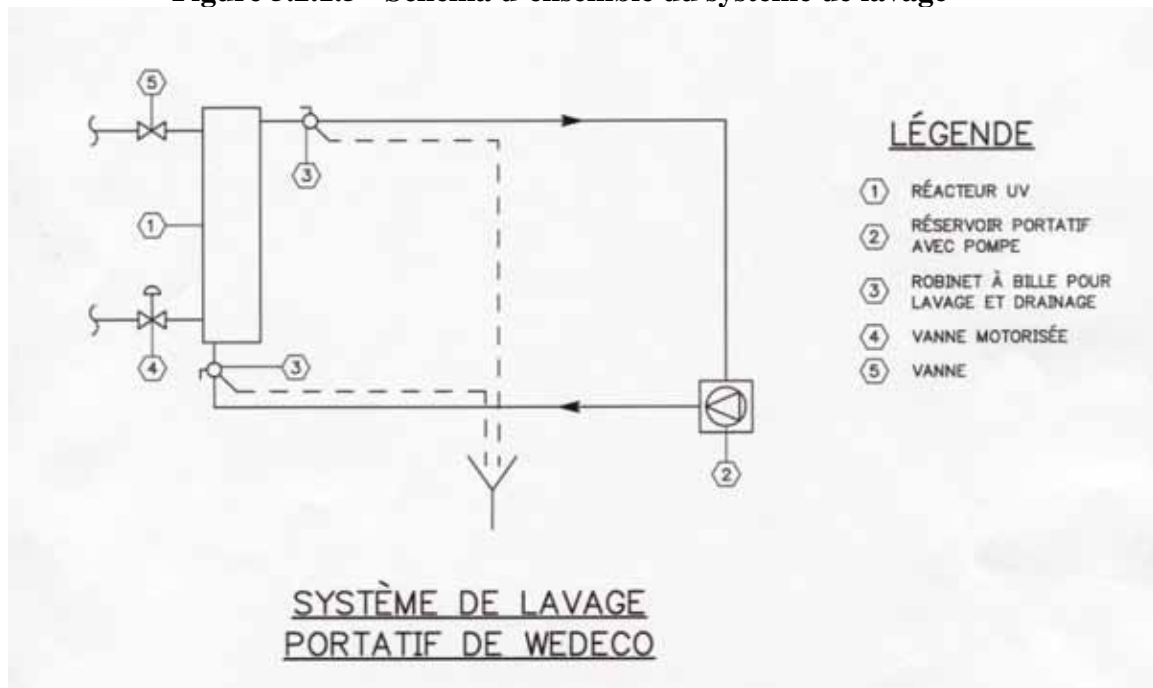
L'opérateur doit se référer aux procédures de sécurité du chapitre 8.

Les boyaux flexibles sont alors raccordés aux vannes de drain et d'évacuation d'air du réacteur. La solution de nettoyage biodégradable acide et de qualité alimentaire est circulée à travers le réacteur. Les dépôts organiques et inorganiques sont éliminés à l'intérieur du réacteur et sur les manchons de quartz. Lorsque le nettoyage est complet, la solution de nettoyage est retournée dans le réservoir de solution et peut être utilisée plusieurs fois.

L'intervalle entre les nettoyages est fonction de la qualité de l'eau traitée et s'établit en fonction de la variation de la lecture d'intensité. Une durée de nettoyage de 20 minutes est recommandée par la manufacturier. Elle sera ajustée avec l'expérience en suivant les lectures d'intensité avant et après un nettoyage et en suivant la variation de la qualité de l'eau à chaque saison.

La figure 5.2.1.5 présente l'installation et les raccordements à faire pour un lavage chimique.

Figure 5.2.1.5 - Schéma d'ensemble du système de lavage



Les caractéristiques du système de nettoyage sont les suivantes :

- modèle : C 120
- volume du réservoir : 100 litres
- volume utilisable : 92 litres
- capacité de la pompe : 5,4 m<sup>3</sup>/h max.
- diamètre des boyaux : 12,7 mm
- alimentation : 120 V, 1 phase, 60 Hz

Les réacteurs WEDECO modèle B 220 installés ne sont pas équipés d'un lavage mécanique. Le fabricant mentionne que le lavage chimique est suffisant. Si en fonction de l'âge des lampes, la baisse d'intensité est plus grande que prévue, il faut alors procéder à un lavage manuel. Il faut alors enlever les lampes UV et retirer les manchons scellés dans les réacteurs. Les manchons sont alors lavés manuellement et sont ensuite remis en place et scellés suivant la procédure recommandée par le fabricant dans son manuel d'opération et d'entretien.

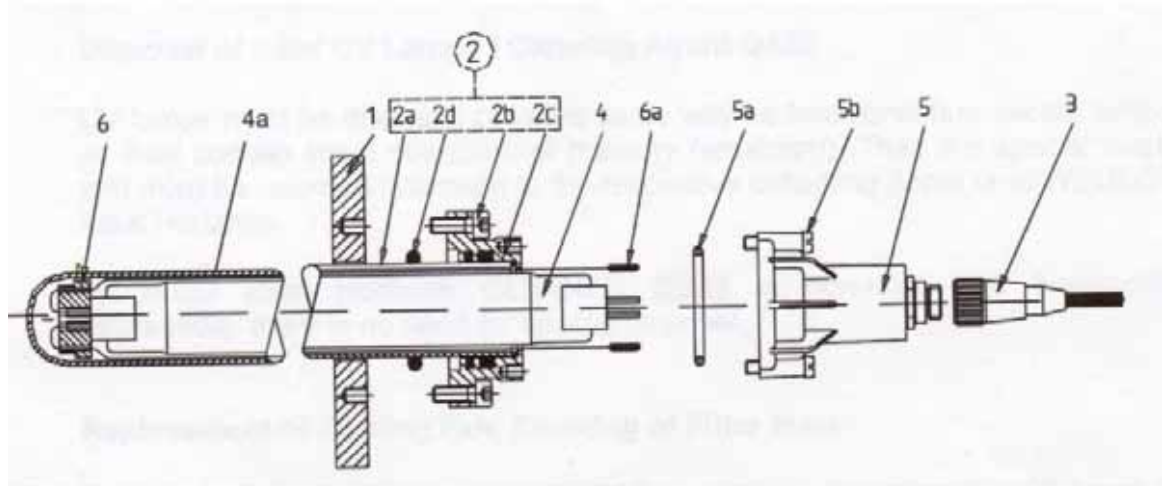
#### 5.2.1.5.2 Renouvellement des lampes

Les lampes doivent être remplacées lorsqu'elles ne donnent plus l'intensité UV minimum requise. Avec le temps, l'intensité UV diminue sous le seuil minimum spécifié et demandé par le *Guide de conception* après 8 000 à 10 000 heures d'opération dépendant des conditions d'opération.

Si une lampe près de la sonde d'intensité doit être changée, il faut la remplacer par une autre lampe du réacteur et placer la lampe neuve plus loin de la sonde pour éviter qu'elle donne des valeurs d'intensité trop hautes pour l'ensemble du système.

Pour inspecter les lampes lorsqu'elles sont en opération, il faut éviter d'exposer les yeux et la peau. Il faut porter des lunettes de sécurité. Le croquis 5.2.1.6 montre les composantes d'une lampe.

**Figure 5.2.1.6 - Composantes d'une lampe**



La procédure de changement d'une lampe est la suivante :

- s'assurer que les vannes à l'entrée et à la sortie du réacteur sont fermées et que le réacteur est à l'arrêt;
- débrancher le câble d'alimentation (3) de la lampe;
- les lampes peuvent être chaudes et il faut alors les manipuler en les tenant à chaque extrémité pour éviter les bris;
- retirer délicatement l'ensemble de la lampe [lampe UV (4) incluant le support de la lampe (5) et la douille (6)] du manchon [ module en quartz (2) qui comprend les items 2a à 2c];
- déposer l'ensemble de la lampe sur une table et tirer les broches de contact (6a) du support de la lampe (à l'aide d'une paire de pince pointue);
- enlever le support ainsi que la douille de la lampe;
- inspecter le manchon de quartz (un manchon craqué doit être remplacé immédiatement) et le nettoyer, si nécessaire, avec un tissu doux imbibé d'un alcool dénaturé;
- lorsqu'une nouvelle lampe est mise en place, s'assurer qu'il n'y a pas de trace de doigts sur celle-ci et, si nécessaire, la laver avec un alcool dénaturé;
- avant de monter une nouvelle lampe, vérifier l'état et la position des joints toriques (5a) et (2d); si nécessaire, lubrifier les joints toriques avec un film mince de Vaseline pour améliorer l'étanchéité;
- insérer avec soin la nouvelle lampe en suivant les instructions ci-haut mentionnées, mais à l'inverse [l'amalgame (4a) doit être orienté vers le haut, si applicable], mais ne pas trop serrer les supports de lampe;

- vérifier le fonctionnement des nouvelles lampes en alimentant pour quelques secondes (porter des lunettes de sécurité) et serrer les vis (5b);
- remettre le réacteur UV en marche et mettre à zéro le compteur d'heures de marche si nécessaire.

Les lampes UV contiennent des petites quantités de mercure comme les tubes fluorescents ordinaires et on doit en disposer de la même manière. Il s'agit de déchets spéciaux et ils doivent être retournés à un dépôt de déchets approprié ou chez WEDECO Ideal Horizons.

#### 5.2.1.5.3 Sonde de mesure d'intensité

La sonde de marque WEDECO est calibrée en usine. La sonde lit l'intensité en  $\text{mW}/\text{cm}^2$ , et l'automate calcule la dose en  $\text{mJ}/\text{cm}^2$ . Il est donc possible de lire en tout temps la dose sur l'écran tactile du panneau de contrôle du réacteur en opération ou sur l'ordinateur central de gestion.

Si l'automate donne des valeurs « confuses » d'intensité UV, il faut vérifier les raisons possibles indiquées au tableau de l'article 5.2.1.6. Si c'est la sonde qui fait défaut, il faut l'envoyer chez WEDECO pour une calibration ou en commander une nouvelle.

## 5.2.1.5.4 Inspections

Les vérifications énumérées au tableau 5.2.1.1 doivent être effectuées à la fréquence indiquée.

**Tableau 5.2.1.1 : Vérification et fréquences proposées**

Vérification ou intervention	Fréquence			Remarques
	Jour	Sem.	Mois	
Débits <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ moyen journalier</li> <li>➤ moyen de nuit</li> <li>➤ Pointe horaire sur chaque plage de 4 heures</li> </ul>	X X X			
Réacteurs UV <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ vérification visuelle et auditive</li> <li>➤ lecture et compilation des temps de marche</li> <li>➤ vérification ampérage et voltage</li> <li>➤ consommation électrique</li> </ul>	X X		X X	La lecture des temps de marche permet de planifier les cycles de lavage chimique, l'alternance de marche de chacun des réacteurs et le changement des lampes
Panneau de contrôle <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ vérification de l'opération de l'interface opérateur</li> <li>➤ vérification intérieure</li> </ul>		X	X	Surveiller la présence de traces de condensation, de câble débranché ou de surchauffe.

## 5.2.1.6 Problèmes et solutions

Le manufacturier présente à la fin de son manuel d'installation, d'entretien et d'opération un tableau donnant les principaux problèmes qui peuvent être rencontrés et les solutions possibles. L'opérateur est tenu de le consulter. Les problèmes et leurs causes les plus fréquentes sont indiqués dans le tableau 5.2.1.2.

Tableau 5.2.1.2 Problèmes et causes les plus courants

Problème	Causes possibles
Aucune fonction lorsque le commutateur est à la position ESSAI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas de voltage à l'alimentation</li> <li>• Disjonction en position <i>arrêt</i></li> </ul>
Lumière pilote jaune ou rouge allumée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Câble (fiche) de la sonde d'intensité coupé ou défectueux</li> <li>• Sonde d'intensité défectueuse</li> <li>• Lampe (s) UV mal insérée ou non alimentée</li> </ul>
Lampes UV ne s'allument pas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lampe UV défectueuse (manchon de quartz brisé, électrodes défectueuses, etc.), vie de lampe dépassée ou départ/arrêt trop fréquent.</li> <li>• Mauvais contact (fiche de raccordement, douille, etc.)</li> <li>• Dispositifs d'alimentation de lampe (ballaste, transformateur, etc.) défectueux</li> <li>• Voltage d'alimentation à moins de 200 volts</li> <li>• Température de l'eau trop basse</li> </ul>
Intensité UV trop faible	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absorption UV trop haute (mauvaise qualité de l'eau)</li> <li>• Lampes UV ont atteint la fin de la vie utile</li> <li>• Nettoyage chimique nécessaire</li> <li>• Humidité ou poussière à l'intérieur du manchon de quart</li> <li>• Sonde d'intensité ou tube de la sonde défectueux</li> </ul>
Réactions « confuses » du lecteur UV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bulles d'air dans l'eau</li> <li>• Signal analogique de sortie surchargé</li> <li>• Voltage d'alimentation ou qualité de l'eau (absorption UV) en variation permanente</li> <li>• Signal de la sonde ou l'électronique influencé par une forte source externe d'interférence (fréquence variable ou courant pulsé)</li> </ul>
« HAUTE TEMPÉRATURE » affichée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Température de la pièce à plus de 30°C</li> <li>• Filtre du système de refroidissement du panneau de contrôle à nettoyer</li> <li>• Ventilateur ou interrupteur de température défectueux</li> </ul>

Certaines fonctions de contrôle ont déjà été programmées en usine par le manufacturier, telle la séquence de mise en marche. Le manuel fourni par le manufacturier donne les procédures de changement de points de consignes.

## 5.2.2 Système TROJAN

Un schéma de la chaîne de traitement est présenté à la figure 5.2.2.1.

### 5.2.2.1 Paramètres de conception

#### 5.2.2.1.1 Débits et qualité de l'eau

La capacité retenue pour les réacteurs UV est la même que celle des filtres soit 4 540 m<sup>3</sup>/d correspondant au débit journalier maximum à l'horizon de conception. Pour respecter cette capacité, 2 unités ayant chacune une capacité de 4 540 m<sup>3</sup>/d ont été installées.

On notera que la capacité des réserves en aval des UV est telle qu'il est possible d'arrêter le traitement plusieurs heures et de continuer à alimenter le réseau d'aqueduc. De la même façon, en cas d'urgence ou pour effectuer des travaux lors des périodes propices, il est possible de déverser directement l'eau filtrée dans la réserve basse.

La conception a été faite sur la base d'une transmittance de 88 % et une température de l'eau de 1°C . Nous reviendrons plus loin sur les aspects qualité de l'eau.

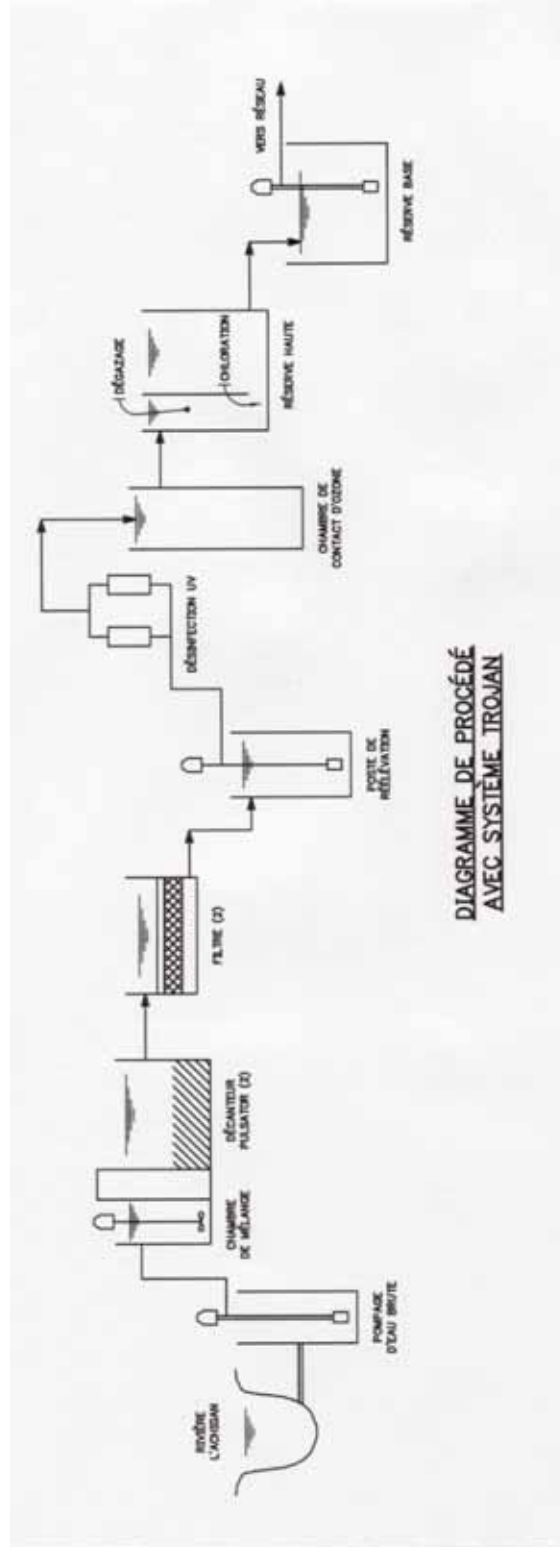
#### 5.2.2.1.2 Paramètres influençant la désinfection par rayonnement UV

La nouvelle réglementation québécoise et le *Guide de conception des installations de production d'eau potable* ont introduit plusieurs notions qui, à leur tour, conduisent à l'ajout de systèmes de désinfection aux UV. On retrouve ci-dessous quelques-unes des notions les plus importantes :

- les organismes à considérer sont les *Giardia*, les *Cryptosporidium* et les virus. Les 2 premiers sont des parasites dangereux pour les humains et qui résistent au chlore;
- par rapport à ces organismes, le *Règlement sur la qualité de l'eau potable* prévoit respectivement que des minimums d'enlèvement de 3, 2 et 4 log sont requis pour une eau brute d'excellente qualité;
- si l'eau brute est de moins bonne qualité microbiologique, des log d'enlèvement supplémentaires sont requis; dans le cas présent, les exigences sont respectivement de 6, 4,5 et 7 log d'enlèvement;
- la filière conventionnelle de traitement comprenant coagulation, floculation, décantation et filtration opérée selon les normes reçoit des crédits respectifs de 2, 1,5 et 2 log. Ces crédits peuvent monter respectivement jusqu'à 3,5, 3 et 2 log lorsque la turbidité est maintenue en tout temps à son strict minimum; dans le cas de la municipalité d'Aqueduc, des crédits de 3, 2,5 et 2 log ont été accordés à cette filière;

- le chlore permet, avec un temps de contact suffisant, de régler le problème des virus et d'aller chercher 2 log d'enlèvement de *Giardia* et 1,9 log d'enlèvement de virus; l'ozone, avec un résiduel suffisant, règle le problème de *Giardia* et permet d'aller chercher 1 log d'enlèvement de *Cryptosporidium*; ceci n'est cependant pas suffisant et il manque encore au moins 1 log d'enlèvement de *Cryptosporidium* : c'est ce que l'on attend des UV;
- notons que la problématique d'enlèvement de *Cryptosporidium* est habituellement plus aiguë en hiver, lorsque le rendement de l'ozone est le plus faible.

Figure 5.2.2.1 – Schéma de la chaîne de traitement



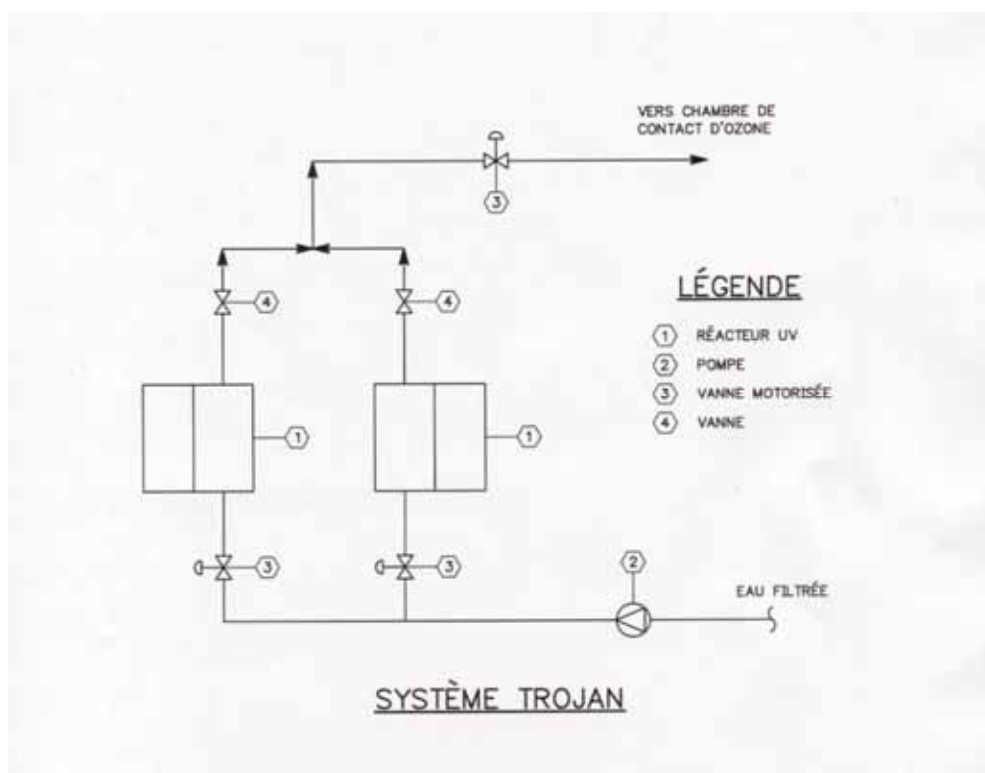
Selon le *Guide*, la dose requise pour l'enlèvement des *Cryptosporidium* et des *Giardia* est de 40 mJ/cm<sup>2</sup>. Elle serait de 150 mJ/cm<sup>2</sup> pour les virus s'il n'y avait pas d'autre désinfection (chlore et ozone). Comme ces 2 procédés sont déjà présents, on retient la dose de 40 mJ/cm<sup>2</sup> et l'on se souviendra que les UV ne pourront remplacer les 2 autres procédés.

Notons que, selon le *Guide*, il s'agit des doses minimales que les réacteurs UV doivent fournir au débit de traitement maximal et ce à la fin de la vie utile des lampes.

La demande en UV dépend de plusieurs facteurs. L'ozone dissous, le fer, les sulfites, les nitrites et les phénols, par exemple, absorbent tous la lumière UV ce qui réduit l'intensité disponible pour désactiver les parasites. La demande en UV se mesure à l'aide d'un spectrophotomètre réglé à une longueur d'onde de 254 nm, sur un échantillon d'eau d'un centimètre d'épaisseur. La mesure qui en résulte permet d'établir le pourcentage de transmittance. Comme cette transmittance peut varier selon la qualité de l'eau brute et du traitement en amont, la conception a été basée sur les conditions les plus critiques, c'est-à-dire lorsque la transmittance est basse. Une valeur de 89 % a ainsi été retenue.

### 5.2.2.2 Description détaillée des équipements

**Figure 5.2.2.2 – Schéma détaillé**



## 5.2.2.2.1 Les réacteurs UV TROJAN

## a) Fonction :

En tout temps, les UV complètent la désinfection (ozone et chlore) en inactivant les micro-organismes pour atteindre les objectifs d'enlèvements (log) expliqués plus haut.

## b) Caractéristiques

- Manufacturier : TROJAN
- Modèle : UVSwift 2L12 (voir figure 5.2.2.3)
- Nombre de réacteurs : 2
- Nombre de lampes par réacteur : 2
- Type de lampes : moyenne pression à haute intensité
- Longueur d'onde UV des lampes : 254 nm
- Durée de vie des lampes : 5 000 heures
- Diamètre de raccordement : entrée  
sortie : 300 mm
- Diamètre de l'unité : 300 mm
- Puissance électrique de l'unité : 6,65 kW
- Mesure d'intensité du rayonnement : Sonde interne de marque TROJAN raccordée au contrôleur local

**Figure 5.2.2.3 – Modèle UVSwift 2L12**



## c) Fonctionnement

Les réacteurs UVSwift 2L12 de TROJAN sont conçus pour opérer à intensité variable en fonction du débit réel et de l'intensité mesurée. Étant donné que chacun des deux réacteurs a une capacité de 100 % de la capacité maximum de filtration (190 m<sup>3</sup>/h), c'est donc dire qu'il y a toujours un réacteur en marche.

## 5.2.2.2.2 Les panneaux de contrôle

## a) Fonction :

Chaque unité d'UV est suivie et commandée par un panneau de contrôle qui assure également le lien avec l'ordinateur central. Le panneau peut être opéré de façon manuelle (localement) ou en automatique. Les principales fonctions peuvent être programmées localement par l'opérateur.

## b) Caractéristiques

- Alimentation électrique : 600V, 3 phases, 60 Hz
- Type de ballast des lampes : électroniques
- Type de contrôle : automate programmable local avec écran tactile dans chaque panneau

Le panneau de contrôle est ventilé en continu. La température à l'intérieur du panneau ne doit pas dépasser 50°C.

## c) Fonctionnement

Le panneau de contrôle local avec son automate programmable contrôle les fonctions suivantes :

- « départ/arrêt » d'un réacteur;
- système en opération;
- alerte de basse intensité UV;
- défaillance des lampes;
- haute température à l'intérieur du panneau;
- contact 4-20 mA correspondant à l'intensité UV mesurée par la sonde.

L'automate programmable de chaque réacteur est raccordé à l'automate central de gestion de la station qui récupère toutes les informations et fonctions pour produire les rapports d'opération de la station.

### 5.2.2.2.3 Les vannes d'isolation des réacteurs

#### a) Fonction

Permettre d'alimenter les unités en opération et d'isoler les unités à l'arrêt.

#### b) Caractéristiques

Pour chaque unité :

1 vanne électrique de type papillon, commandée localement ou à distance :

marque de la vanne :	Keystone
modèle de la vanne :	AR-2
dimension de la vanne :	250 mm Ø
marque de l'actionneur :	Keystone
modèle de l'actionneur :	F777-44-013
caractéristiques électriques :	alimentation 120V, 1 phase

1 vanne manuelle de type papillon :

marque de la vanne :	Keystone
modèle de la vanne :	AR-2
dimension de la vanne :	250 mm Ø

#### c) Fonctionnement

Chaque réacteur est muni de deux vannes papillon, une à l'entrée et une à la sortie. Les vannes papillon à l'entrée des réacteurs sont munies d'actionneurs électriques raccordés au panneau central de gestion de l'usine. Les vannes papillon à la sortie des réacteurs sont munies d'un actionneur manuel à engrenage avec roue. **En fonctionnement normal, la vanne en aval d'une unité à l'arrêt reste ouverte pour permettre de démarrer l'unité à partir de l'ordinateur central.**

### 5.2.2.3 Contrôle du procédé

#### 5.2.2.3.1 Contrôle local

Le panneau de contrôle est fourni par le manufacturier de l'unité d'UV. Il contient toutes les fonctions pour l'opération et la supervision du système UV soit :

- la séquence de démarrage des lampes;
- la surveillance de l'opération des lampes UV;
- le compteur d'heures de marche de chacune des lampes;
- le suivi de l'intensité UV;
- la température à l'intérieur du panneau.

L'écran tactile affiche en continu l'état du système UV. Il contient plusieurs menus qui permettent de varier le fonctionnement du système. Les manuels d'opération et d'entretien fournis par le manufacturier indiquent toute l'information pour programmer les fonctions.

#### 5.2.2.3.2 Ordinateur central

Les automates programmables des panneaux de contrôle des deux réacteurs UV sont raccordés à l'automate programmable central de la station. L'acquisition des états et des fonctions des deux réacteurs est programmée à l'aide du programme Intouch de Wonderware en place. L'opérateur peut donc suivre l'opération et l'évolution des deux réacteurs UV à partir de l'ordinateur central.

L'ordinateur central est programmé pour produire les rapports d'opération de toute la station incluant l'opération des réacteurs UV. Les alarmes sont enregistrées. En cas de défaillance d'un réacteur UV, l'ordinateur central transférera le débit du réacteur en défaut vers le réacteur en attente en ouvrant ou fermant les vannes papillon à actionneur électrique des réacteurs concernés suivant les séquences programmées et requises.

#### 5.2.2.3.3 Journal d'exploitation et registre

La fiche de suivi à l'annexe 5-2 accumulera les données par période de quatre heures. Les données seront fournies et transmises par l'ordinateur central. La donnée d'intensité (ou la dose appliquée) pourra être celle enregistrée à la fin de chaque période de quatre heures.

### 5.2.2.4 Procédures d'opération particulières

#### 5.2.2.4.1 Généralités

Lorsqu'un réacteur UV est mis en marche, il faut s'assurer qu'il est plein d'eau et que tout l'air a été évacué. L'opération manuelle de la vanne à bille de 12,7 mm de diamètre dans le haut du réacteur permet de s'assurer que tout l'air a été évacué. Les coups de bélier qui en résulteraient pourraient causer des dommages aux composantes du réacteur et au système de suivi d'intensité UV.

Lorsque le débit est interrompu, le système UV doit être mis également à l'arrêt en moins de 30 minutes. Après plus de 30 minutes sans débit, il peut y avoir une augmentation excessive de la température qui pourrait être dommageable.

Il faut s'assurer que les lampes d'un réacteur ne restent pas allumées plus de cinq (5) minutes lorsque le réacteur est à sec. Les dépôts sur les manchons de quartz doivent être enlevés pour éviter l'effet de cuisson lors des essais à sec.

#### 5.2.2.4.2 Séquences de mise en marche

Les séquences de mise en marche de chaque réacteur sont contrôlées par son automate programmable local. Les séquences programmées sont les suivantes :

- phase de démarrage : activation des éléments de préchauffage des lampes (120 secondes);
- phase d'allumage : allumage des lampes (20 secondes);
- phase de chauffage final : les lampes sont en opération et l'intensité augmente pour quelques minutes.

Le système UV est maintenant prêt pour l'opération.

#### 5.2.2.4.3 Alternance

Les lampes sont garanties pour une vie utile de 5 000 heures et au prorata après 3 000 heures d'opération. Il est donc important de faire fonctionner chacun des réacteurs en alternance. Comme les deux réacteurs doivent être opérationnels en tout temps, il est important que les temps de marche des lampes des deux réacteurs se suivent, mais avec un petit décalage pour permettre la commande et la livraison.

Le nombre de départ/arrêt excessif (>5/24h) aussi bien que l'opération à sec peuvent réduire considérablement la vie des lampes. Il est préférable que le temps minimum d'opération d'un réacteur soit d'au moins une semaine.

### 5.2.2.5 *Entretien préventif*

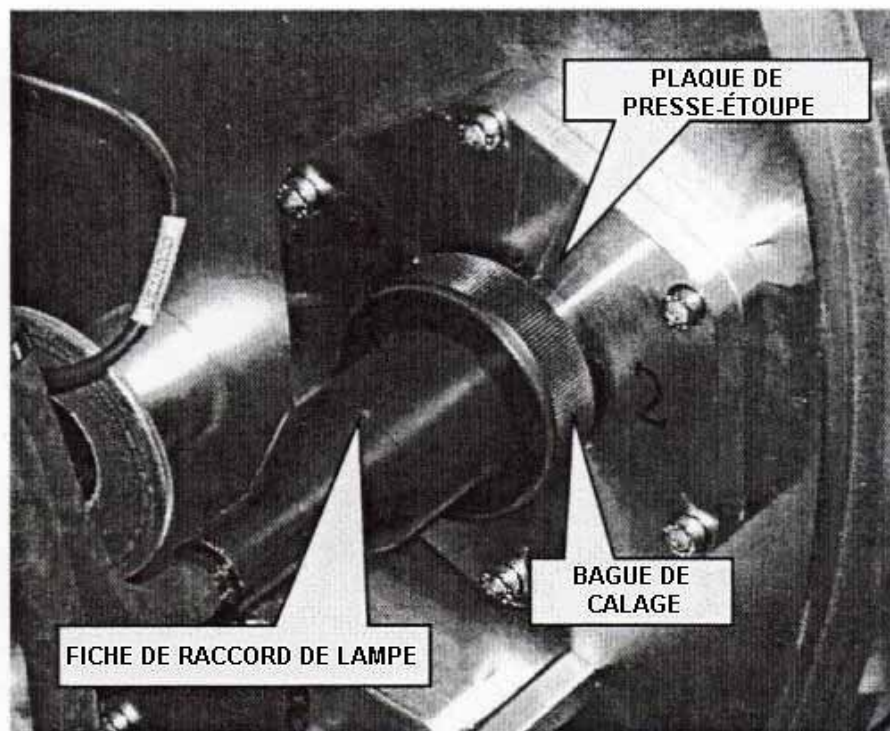
#### 5.2.2.5.1 Lavage chimique et mécanique

L'opération de lavage automatique, chimique et mécanique, se fait pendant le processus de désinfection sans interruption de traitement. Le produit de détartrage est de grade alimentaire. Il s'agit d'un gel placé dans une chambre entre les anneaux de nettoyage mécanique. Le système peut être opéré par minuterie ou sur un signal de basse intensité UV sans intervention de l'opérateur. Le remplissage de gel dans la chambre se fait deux à trois fois par année, suivant la filière de traitement de l'eau et la qualité chimique de l'eau

#### 5.2.2.5.2 Renouvellement des lampes

Les lampes doivent être remplacées lorsqu'elles ne donnent plus l'intensité UV minimum requise. Avec le temps, l'intensité UV diminue sous le seuil minimum spécifié et demandé au Guide de conception après 3 000 à 5 000 heures d'opération dépendant des conditions d'opération.

Pour inspecter les lampes lorsqu'elles sont en opération, il faut éviter d'exposer les yeux et la peau. Il faut porter des lunettes de sécurité. La figure suivante montre les composantes du raccordement d'une lampe.

**Figure 5.2.2.4 – Composantes du raccordement d'une lampe**

La procédure de changement d'une lampe est la suivante :

- s'assurer que les vannes à l'entrée et à la sortie du réacteur sont fermées;
- mettre l'interrupteur de marche du réacteur sur le panneau de contrôle à la position « arrêt »;
- utiliser un tournevis pour retirer les vis qui retiennent le chapeau de service externe du réacteur;
- utiliser une clé à molette et un tournevis Philips pour desserrer les boulons qui retiennent le chapeau interne de service du réacteur;
- dévisser manuellement la bague de calage de la lampe à remplacer;
- retirer de 25 à 50 mm la fiche de raccord de la lampe; la douille et l'ensemble de la lampe vont suivre;
- débrancher la fiche de la lampe et la retirer en portant des gants propres en coton ou en vinyl;
- les lampes peuvent être chaudes et il faut alors les manipuler en les tenant à chaque extrémité pour éviter les bris;
- déposer l'ensemble de la lampe sur une table;
- si le temps entre l'enlèvement de la lampe et la mise en place de la nouvelle lampe est long, boucher le manchon en quartz avec un linge doux qui ne mousse pas;

- inspecter le manchon de quartz (un manchon craqué doit être remplacé immédiatement) et le nettoyer, si nécessaire avec un tissu doux imbibé d'un alcool dénaturé;
- lorsqu'une nouvelle lampe est mise en place, s'assurer qu'il n'y a pas de trace de doigts sur celle-ci et, si nécessaire, la laver avec un alcool dénaturé;
- insérer avec soin la nouvelle lampe dans le manchon de quartz;
- replacer la fiche de raccord de la lampe et visser la bague de calage en prenant soin d'avoir la bonne orientation du raccord;
- vérifier le fonctionnement des nouvelles lampes en alimentant pour quelques secondes (porter des lunettes de sécurité) et serrer les vis;
- remettre le réacteur UV en marche et mettre à zéro le compteur d'heures de marche si nécessaire.

Les lampes UV contiennent des petites quantités de mercure comme les tubes fluorescents ordinaires et on doit en disposer de la même manière. Il s'agit de déchets spéciaux et ils doivent être retournés à un dépôt de déchets approprié ou chez TROJAN.

#### 5.2.2.5.3 Sonde de mesure d'intensité

La sonde de marque TROJAN est calibrée en usine. La sonde lit l'intensité en  $\text{mW}/\text{cm}^2$ , et l'automate calcule la dose en  $\text{mJ}/\text{cm}^2$ . Il est donc possible de lire en tout temps la dose sur l'écran tactile du panneau de contrôle du réacteur en opération ou sur l'ordinateur central de gestion.

Si l'automate donne de valeurs « confuses » d'intensité UV, il faut vérifier les raisons possibles indiquées au tableau 5.2.2.2. Si c'est la sonde qui fait défaut, il faut l'envoyer chez TROJAN pour une calibration ou en commander une nouvelle.

## 5.2.2.5.4 Inspections

Les vérifications énumérées au tableau suivant doivent être effectuées à la fréquence indiquée.

**Tableau 5.2.2.1 - Vérification et fréquences proposées**

Vérification ou intervention	Fréquence			Remarques
	Jour	Sem.	Mois	
Débit <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ moyen journalier</li> <li>➤ moyen de nuit</li> <li>➤ pointe horaire sur chaque plage de 4 heures</li> </ul>	X X X			
Réacteurs UV <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ vérification visuelle et auditive</li> <li>➤ lecture et compilation des temps de marche</li> <li>➤ vérification ampérage et voltage</li> <li>➤ quantité de gel dans la chambre</li> <li>➤ consommation électrique</li> <li>➤ mécanisme de nettoyage</li> </ul>	X X	X X	X X	La lecture des temps de marche permet de planifier les cycles de lavage chimique, l'alternance de marche de chacun des réacteurs et le changement des lampes
Panneau de contrôle <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ vérification de l'opération de l'interface opérateur</li> <li>➤ vérification intérieure</li> </ul>		X	X	Surveiller présence de traces de condensation, de câble débranché ou de surchauffe.

## 5.2.2.6 Problèmes et solutions

Le manufacturier présente à la fin de son manuel d'installation, d'entretien et d'opération un tableau donnant les principaux problèmes qui peuvent être rencontrés et les solutions possibles. L'opérateur est tenu de le consulter. Les problèmes et leurs causes les plus fréquentes sont indiqués dans le tableau 5.2.2.2.

**Tableau 5.2.2.2 – Problèmes et solutions**

<b>Problèmes</b>	<b>Causes possibles</b>
Impossible de mettre en marche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas de voltage à l'alimentation</li> <li>• Disjonction en position <i>arrêt</i></li> <li>• Filage défectueux</li> </ul>
« HAUTE TEMPÉRATURE » panneau de contrôle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Température de la pièce à plus de 30°C</li> <li>• Filtre du système de refroidissement du panneau de contrôle à nettoyer</li> <li>• Ventilateur ou interrupteur de température défectueux</li> </ul>
« HAUTE TEMPÉRATURE » réacteur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développement de bulles d'air dans le réacteur</li> <li>• Pas de débit dans le réacteur</li> <li>• Température de l'eau trop haute</li> </ul>
Lampes UV ne s'allument pas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lampe UV défectueuse (manchon de quartz brisé, électrodes défectueuses, etc.), vie de lampe dépassée ou départ/arrêt trop fréquent.</li> <li>• Mauvais contact (fiche de raccordement, douille, etc.)</li> <li>• Dispositifs d'alimentation de lampe (ballaste, transformateur, etc.) défectueux</li> <li>• Température de l'eau trop basse</li> </ul>
Intensité UV trop faible	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absorption UV trop haute (mauvaise qualité de l'eau)</li> <li>• Lampes UV ont atteint la fin de la vie utile</li> <li>• Augmenter la fréquence des nettoyages chimiques-mécaniques</li> <li>• Débit trop grand</li> <li>• Vérifier le point de consigne du dosage</li> <li>• Sonde d'intensité ou tube de la sonde défectueux</li> </ul>
Réactions « confuses » du lecteur UV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bulles d'air dans l'eau</li> <li>• Signal analogique de sortie surchargé</li> <li>• Voltage d'alimentation ou qualité de l'eau (absorption UV) en variation permanente</li> <li>• Signal de la sonde ou de l'électronique influencé par une forte source externe d'interférence (fréquence variable ou courant pulsé)</li> <li>• Envoyer le senseur d'intensité chez Trojan pour une recalibration</li> </ul>

Certaines fonctions de contrôle ont déjà été programmées en usine par le fabricant, telle la séquence de mise en marche. Le manuel fourni par le fabricant donne les procédures de changement de points de consignes.

**ANNEXE 5-2**  
**Fiche du journal d'exploitation**

**Municipalité d'AQUEDUC**  
**Désinfection au U.V.**

Date	Caractéristiques de l'eau distribuée par période																		Heure	Alarmes	Opérateur (initial)			
	Période (heures)			0-4 h			4-8 h			8-12 h			12-16 h			16-20 h				20-24 h			Description	
	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Unité en opération	Intensité	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Unité en opération	Intensité	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Unité en opération	Intensité	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Unité en opération	Intensité	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Unité en opération	Intensité	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Unité en opération	Intensité						
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								
11																								
12																								
13																								
14																								
15																								
16																								
17																								
18																								
19																								
20																								
21																								
22																								
23																								
24																								
25																								
26																								
27																								
28																								
29																								
30																								
31																								

## CHAPITRE 6

<b>6.</b>	<b>RÉSERVOIR D’EAU TRAITÉE .....</b>	<b>6-3</b>
6.1	Paramètres de conception .....	6-3
6.1.1	Dimensionnement .....	6-3
6.1.2	Volume utile.....	6-3
6.1.3	Conditions d’incendie.....	6-3
6.1.4	Temps de rétention.....	6-3
6.2	Description détaillée .....	6-3
6.2.1	Caractéristique du réservoir .....	6-5
6.2.2	Équipement de procédé.....	6-5
6.2.2.1	Aménagement .....	6-5
6.2.2.2	Conduites d’amenée.....	6-5
6.2.2.3	Conduites de trop-plein.....	6-5
6.2.2.4	Système de vidange.....	6-5
6.2.2.5	Accès aux cellules.....	6-6
6.2.2.6	Évent .....	6-6
6.2.3	Système de contrôle .....	6-6
6.2.3.1	Équipement de mesure en continu du niveau .....	6-6
6.2.3.2	Téléométrie .....	6-7
6.2.4	Variations de la qualité de l’eau dans le réservoir .....	6-7
6.2.5	Journal d’exploitation .....	6-8
6.2.6	Registre du MENV .....	6-8
6.3	Procédures particulières d’opération .....	6-8
6.3.1	Vidange d’une cellule .....	6-9
6.3.2	Nettoyage des cellules .....	6-9
6.3.3	Désinfection des cellules .....	6-10
6.3.4	Remise en opération.....	6-10
6.4	Entretien et vérification .....	6-11
6.4.1	Équipements mécaniques.....	6-11
6.4.2	Équipements de contrôle.....	6-12
6.4.3	Équipements de mesure en continu.....	6-12
6.5	Problèmes et solutions.....	6-12
Annexe 6-1	Journal d'exploitation.....	6-15
Annexe 6-2	Procédures de désinfection de l'AWWA.....	6-19



## 6. RÉSERVOIR D'EAU TRAITÉE

*{Le présent document est basé sur un projet qui comprend l'ajout d'un puits, de 2 pompes et de contrôles à un réservoir existant. Par ailleurs, le présent exemple ne comporte pas de désinfection au chlore.}*

### 6.1 PARAMÈTRES DE CONCEPTION

Le réservoir est alimenté par 4 puits (3 anciens et 1 nouveau) qui peuvent produire 2 160 m<sup>3</sup>/d. La demande journalière de conception est de 840 m<sup>3</sup>/jour en moyenne et, au maximum, de 1 250 m<sup>3</sup>/jour. La demande horaire maximum de conception est de 115 m<sup>3</sup>/h.

#### 6.1.1 Dimensionnement

Nombre de cellules :	2
Largeur de chaque cellule:	10 515 mm
Longueur de chaque cellule :	21 336 mm
Profondeur de chaque cellule :	5 791 mm
Capacité de chaque cellule:	1 299 m <sup>3</sup>

Les cellules sont reliées par 2 vannes qui sont normalement ouvertes.

#### 6.1.2 Volume utile

Le volume utile de chaque cellule est de 1 060 m<sup>3</sup> pour un total de 2 120 m<sup>3</sup>.

#### 6.1.3 Conditions d'incendie

En cas d'incendie majeur, lorsque le niveau du réservoir atteint 2,75 m (1 235 m<sup>3</sup>), le responsable de la station doit aviser le chef pompier de la situation et ce dernier doit entamer des procédures pour trouver une autre source d'eau. En aucun temps, le niveau de la réserve ne doit descendre en dessous de 2,1 m (il reste alors 945 m<sup>3</sup>).

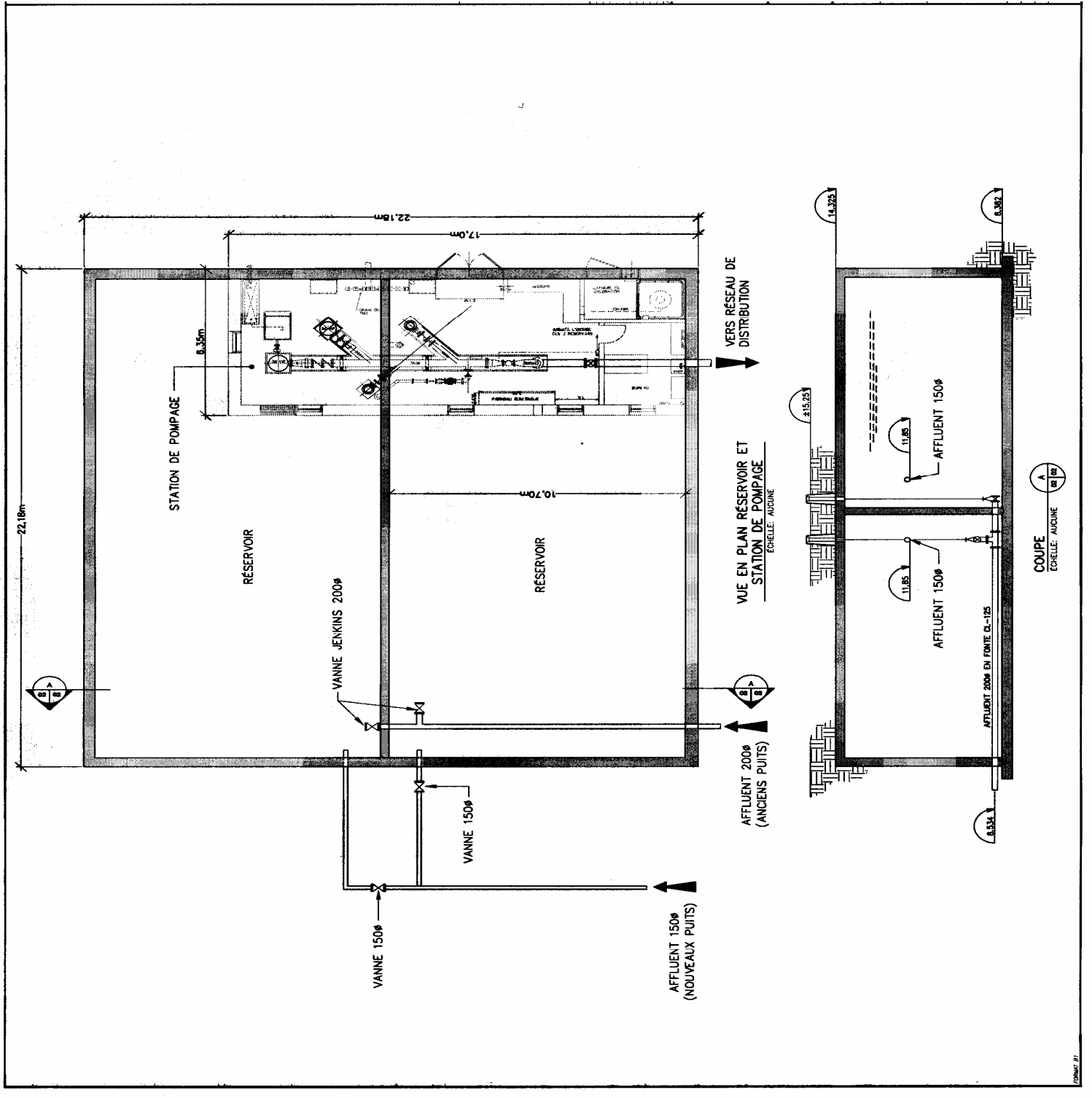
#### 6.1.4 Temps de rétention

Le temps de rétention théorique moyen est d'environ 2,5 jours au débit journalier moyen et d'environ 1,7 jours au débit journalier maximum.

### 6.2 DESCRIPTION DÉTAILLÉE

Les figures 6.1 et 6.2 présentent des vues d'ensemble des 2 cellules, du poste de pompage et des senseurs de niveaux.

Figure 6.1 - Réservoir et station de pompage



### 6.2.1 Caractéristiques du réservoir

Le réservoir est construit hors sol avec un recouvrement de sable sur les côtés et sur le dessus pour la partie non recouverte par le bâtiment. Les cloisons extérieures de la réserve sont en béton armé d'une épaisseur de 406 mm, le dessus ainsi que la base du réservoir sont également en béton armé d'épaisseurs respectives de 300 mm et 457 mm.

### 6.2.2 Équipement de procédé

#### 6.2.2.1 Aménagement

Les 2 cellules sont séparées par un mur mitoyen de 300 mm en béton. En fermant les 2 vannes qui relient les 2 cellules, on peut nettoyer une cellule sans interrompre la distribution.

#### 6.2.2.2 Conduites d'amenée

Chaque cellule est alimentée par deux conduites installées aux élévations 8 534 mm pour les anciens puits et 11 925 mm pour le nouveau puits.

	<b>Anciens puits</b>	<b>Nouveau puits</b>
Diamètre :	200 mm	150 mm
Matériau :	Fonte CL 125	CPV DR-18

#### 6.2.2.3 Conduites de trop-plein

Elles permettent de déborder si le niveau dépasse 13 716 mm.

Nombre :	1 par cellule
Diamètre :	Conduite 150 mm
	Admission : réduit excentrique 200 à 150 mm
Type :	Gravitaire
Évacuation :	Conduite 200 mm, fonte.
	Niveau 10 668 m dans un fossé de drainage (en pierre) avec grillage à la sortie.

#### 6.2.2.4 Système de vidange

Pour effectuer la vidange du réservoir, les pompes de distribution sont utilisées pour abaisser le niveau d'eau jusqu'à environ 1 m. Pour compléter le reste de la vidange, une pompe submersible portative est installée dans l'une ou l'autre des sections du réservoir dans un puits de pompage de 1,0 m X 1,5 m sur une profondeur de 0,6 m. L'eau ainsi pompée est acheminée à l'extérieur du bâtiment à l'aide d'un boyau flexible de 50 mm.

### 6.2.2.5 Accès aux cellules

L'entrée dans les cellules s'effectue par des trappes d'accès aménagées sur le dessus de celles-ci à l'intérieur du bâtiment; des échelles fixées en permanence aux murs de chacune des sections de réserve permettent aux opérateurs d'y descendre jusqu'au fond.

Trappe :	amovible et en acier
Nombre :	1 par cellule
Dimensions :	558 mm X 914 mm
Poteau de sécurité (échelle) :	1 par cellule

### 6.2.2.6 Évent

Nombre :	4 par cellule
Diamètre :	100 mm
Matériel :	fonte
Localisation :	sur le toit du réservoir à l'extérieur du bâtiment
Élévation :	1,7 m excédant le toit et 0,8 m excédant le remblais sur le toit
Accessoires :	- coude à 180° pour prise d'air vers le bas - moustiquaire en fil de cuivre - treillis métallique en cuivre

## 6.2.3 Système de contrôle

### 6.2.3.1 Équipement de mesure en continu du niveau

#### a) Fonction :

Dans chaque cellule, la sonde émet en continu un signal proportionnel au niveau vers l'automate qui contrôle l'ensemble puits, réserves et pompage à la distribution. L'automate utilise le signal pour contrôler le départ et l'arrêt des pompes des puits et la transmission d'alarmes de haut ou de bas niveau.

#### b) Spécifications des sondes

Nombre :	2
Fabricant :	Endress & Hauser
Modèle :	FMX167-E2AMD1C3
Sortie :	4 à 20 mA

#### c) Caractéristiques de fonctionnement

La sonde émet une impulsion ultrasonique qui est réfléchiée à la surface de l'eau et captée par la sonde; le temps requis pour l'aller-retour de l'impulsion est proportionnel au niveau d'eau. Les niveaux suivants sont considérés dans le contrôle :

<b>Élévation (mm)</b>	<b>Rôle</b>
13 716	Alarme haut niveau, trop plein
13 513	Arrêt des pompes de puits
13 259	Départ des pompes de puits
11 125	Alarme bas niveau
10 515	Bas niveau extrême, arrêt des pompes distribution

### 6.2.3.2 Télémétrie

En cas de dépassement des seuils critiques (bas ou haut niveau) ou d'événements perturbateurs (par exemple, problème de fonctionnement des sondes de niveau) le système communique immédiatement avec le composeur téléphonique de marque Delta Vision DI 4500 (Digital / Voice dialer à 4 canaux) qui, à son tour, transmettra un message sur le téléavertisseur de l'opérateur.

### 6.2.4 Variations de la qualité de l'eau dans le réservoir

Le réservoir doit être entretenu et opéré de façon à ce qu'il n'y ait pas de dégradation de la qualité de l'eau emmagasinée.

En usage normal, les deux cellules du réservoir doivent être en écoulement libre. De plus, il doit y avoir un transfert régulier des pompes en opération pour déplacer le soutirage de l'eau d'une cellule à l'autre; cela afin d'assurer une bonne circulation de l'eau dans l'ensemble du réservoir et d'éviter toute dégradation de la qualité de l'eau due à un temps de rétention trop long (développement microbien, augmentation de la turbidité, etc.).

Il faut également s'assurer régulièrement de l'absence de toute matière flottante à la surface de l'eau et de la propreté des parois et du fond du réservoir; la présence de tels dépôts ou matières pouvant entraîner une dégradation de la qualité de l'eau, particulièrement à la suite des changements de conditions d'opération (augmentation de la vitesse de circulation de l'eau dans le réservoir, bas niveau d'eau, etc.).

### 6.2.5 Journal d'exploitation

L'opération d'un réservoir d'eau potable nécessite des visites régulières pour effectuer :

- des observations;
- des vérifications;
- des lectures;
- des commentaires;
- des interprétations;
- des ajustements.

Tous ces renseignements doivent être compilés sous forme de rapports hebdomadaires et mensuels dans un journal d'exploitation. Ainsi, l'inscription de ces données fournit à l'opérateur des références sur l'opération du réservoir, les problèmes saisonniers et autres. Ce journal d'exploitation est la référence principale pour la préparation du rapport annuel. Il aide également lors de situations problématiques où il faut trouver les conséquences d'un mauvais fonctionnement et des solutions appropriées. Voir l'annexe 6-1.

### 6.2.6 Registre du MENV

La désinfection n'étant pas reliée au réservoir, on ne retrouve ici aucun paramètre d'opération visé par la réglementation et devant être inclus dans le registre.

## 6.3 PROCÉDURES PARTICULIÈRES D'OPÉRATION

La présente section résume les principales informations relatives à l'opération dans des conditions particulières pouvant être rencontrées. Il est évident que la liste dressée ne peut couvrir l'ensemble des situations qui peuvent survenir éventuellement. Il s'agit plutôt des cas les plus fréquents et les plus probables.

Aux prises avec une situation d'urgence, l'opérateur doit toujours consulter son supérieur immédiat ou, du moins, l'aviser après coup si une action immédiate s'impose. Le texte de cette section doit être lu, discuté et complété en groupe par toutes les personnes concernées pour s'assurer d'un minimum de cohérence lors de prise de décision rapide. De plus, il devrait être approuvé par le responsable des mesures d'urgence de la municipalité.

Avant toute intervention de l'opérateur, celui-ci doit savoir qu'il est entièrement responsable de la bonne utilisation des équipements. Par conséquent, il doit connaître parfaitement le fonctionnement et le rôle de chaque équipement et les relations directes ou indirectes entre eux.

Pour cela, l'opérateur doit :

- détenir la formation requise par le *Règlement sur la qualité de l'eau potable*;

- prendre connaissance des installations du présent manuel d'opération et des guides de fonctionnement et d'entretien des équipements;
- maintenir à jour un carnet de bord comprenant toutes les données de fonctionnement pour chaque équipement;
- maintenir en état de fonctionnement chaque équipement en assurant leur entretien régulier et les réparations éventuelles;
- maintenir à jour le dossier technique de maintenance et de réparation des équipements mécaniques et électriques.

### 6.3.1 Vidange d'une cellule

Pour procéder à l'entretien ou à des réparations d'équipements dans une cellule, telles vannes, pompes, tuyauteries, etc. ou tout simplement pour nettoyer une cellule, il est possible de fermer l'alimentation de l'une des deux cellules et de fonctionner seulement avec l'autre. À cette fin, voici les étapes à suivre pour vidanger une cellule :

- fermer les deux entrées d'eau de la cellule à nettoyer et désinfecter;
- fermer les deux vannes d'isolement des cellules pour empêcher le passage de l'eau d'une cellule à l'autre (vannes situées aux extrémités du mur mitoyen);
- s'assurer que le retour d'eau provenant de la vanne de régulation de pression soit acheminé dans la cellule qui demeurera en opération;
- utiliser une pompe de distribution pour abaisser le niveau d'eau de la cellule isolée jusqu'à environ 1,2 m;
- mettre en marche une pompe de distribution dont l'aspiration est localisée dans l'autre cellule ;
- mettre à l'arrêt toutes les pompes de distribution localisées dans la cellule à vidanger;
- installer la pompe submersible portative dans le puits de pompage et compléter la vidange de la cellule en acheminant l'eau sur le terrain à l'extérieur du bâtiment.

### 6.3.2 Nettoyage des cellules

De façon générale, le nettoyage et la désinfection de chaque cellule seront effectués au moins une fois par année ou à la suite de tout événement pouvant perturber la qualité de l'eau qui y circule.

Afin de rendre les accès et la circulation sécuritaires dans les réservoirs, se référer au chapitre 8, plus spécifiquement à la section 8,6 qui traite des aspects de la santé et de la sécurité du travail reliés au pompage et à la distribution de l'eau à partir de réservoirs souterrains.

Le nettoyage de la cellule sera effectué à l'aide d'un pulvérisateur à pression, de brosses et/ou de racloirs en référence avec la section 2 de la norme relative à la désinfection des réservoirs d'eau (ANSI/AWWA C652-92) provenant de l'*American Water Works Association* (voir annexe 6-2).

### 6.3.3 Désinfection des cellules

La désinfection des cellules sera également effectuée en référence avec l'une des trois méthodes de chloration proposées dans la section 4 de la norme relative à la désinfection des réservoirs d'eau (ANSI/AWWA C652-92) provenant de l'*American Water Works Association* (voir annexe 6-2). Nous privilégions cependant la méthode n° 3 décrite à la section 4.3, et ce, pour sa simplicité d'utilisation et sa convivialité avec les installations en place.

À noter que lors de la vidange de l'eau fortement chlorée sur le terrain à l'extérieur du bâtiment, il est nécessaire de neutraliser le chlore résiduel pour éviter ses effets néfastes sur le milieu naturel. Pour ce faire, prévoir le dosage d'une solution de sulfite de sodium ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) à raison de 1,8 mg/l de sulfite pour 1,0 mg/l de chlore résiduel.

#### 6.3.4 Remise en opération

Une fois la désinfection complétée et la cellule vidangée de son eau fortement chlorée, le réservoir est remis en opération en procédant comme suit :

- retirer la pompe portative et sa tuyauterie de la cellule nettoyée;
- fermer la vanne sur la conduite d'entrée d'eau provenant des anciens puits et entrant dans la cellule toujours en usage;
- ouvrir la vanne sur la conduite d'entrée d'eau provenant des anciens puits et entrant dans la cellule nettoyée ;
- mettre les anciens puits en marche et remplir la cellule jusqu'au niveau du trop-plein avec de l'eau prête pour la distribution.

Une fois la cellule remplie, tel que décrit à la section 4.4 de la norme de désinfection de l'AWWA, procéder à un échantillonnage pour vérifier s'il y a présence de coliformes. Si les résultats démontrent la présence de bactéries coliformes, des échantillons supplémentaires pourront être repris et, si nécessaire toute la procédure de désinfection sera reprise. Si les résultats d'analyses sont négatifs, poursuivre comme suit :

- ouvrir les deux vannes d'isolement sur le mur mitoyen entre les deux cellules;
- ouvrir la vanne sur la conduite d'entrée d'eau provenant des anciens puits et entrant dans la cellule toujours en usage;
- ouvrir la vanne sur la conduite d'entrée d'eau provenant des nouveaux puits et entrant dans la cellule nettoyée.

Le réservoir est maintenant en opération normale.

## 6.4 ENTRETIEN ET VÉRIFICATION

Afin d'assurer le bon fonctionnement et une longue durée de vie des équipements civils, mécaniques et électriques et de minimiser les coûts de réparation, il est essentiel d'établir un programme d'entretien préventif.

Pour ce faire, des fiches d'information seront complétées pour y inclure les renseignements suivants :

### *Données sur l'équipement*

- Description de l'équipement
- Date de l'installation
- Numéro de modèle et de série
- Emplacement
- Spécifications électriques et mécaniques
- Coordonnées du fournisseur
- Remarques particulières

### *Calendrier d'entretien*

- Entretien recommandé
- Code d'intervention (établi par l'opérateur)
- Produit et quantité nécessaires
- Fréquence des tâches
- Référence au manuel des fournisseurs

### *Historique des réparations*

- Date
- Description des travaux effectués
- Pièces
- Coûts
- Heures de travail
- Initiales de l'opérateur

#### 6.4.1 Équipements mécaniques

Les quatre vannes d'entrée aux cellules et les deux vannes d'isolement entre les deux cellules sont les seuls équipements mécaniques nécessitant des suivis particuliers. En ce sens, un cycle complet de fermeture/ouverture est effectué sur ces vannes à raison de deux fois par année.

De plus, lors des opérations de nettoyage et désinfection des cellules, des inspections visuelles seront effectuées sur toutes les vannes accessibles et sur toute la tuyauterie circulant à l'intérieur des cellules.

### 6.4.2 Équipements de contrôle

La lecture des sondes de mesure du niveau d'eau dans les cellules sera vérifiée au moins une fois à tous les trois mois ; une validation des niveaux d'alarme sera également effectuée lors de cette vérification.

### 6.4.3 Équipements de mesure en continu

Une validation des données enregistrées en continu par le système d'acquisition HYDRO EXPERT, en comparaison avec les valeurs apparaissant sur l'afficheur de chaque sonde, sera également effectuée à tous les trois mois.

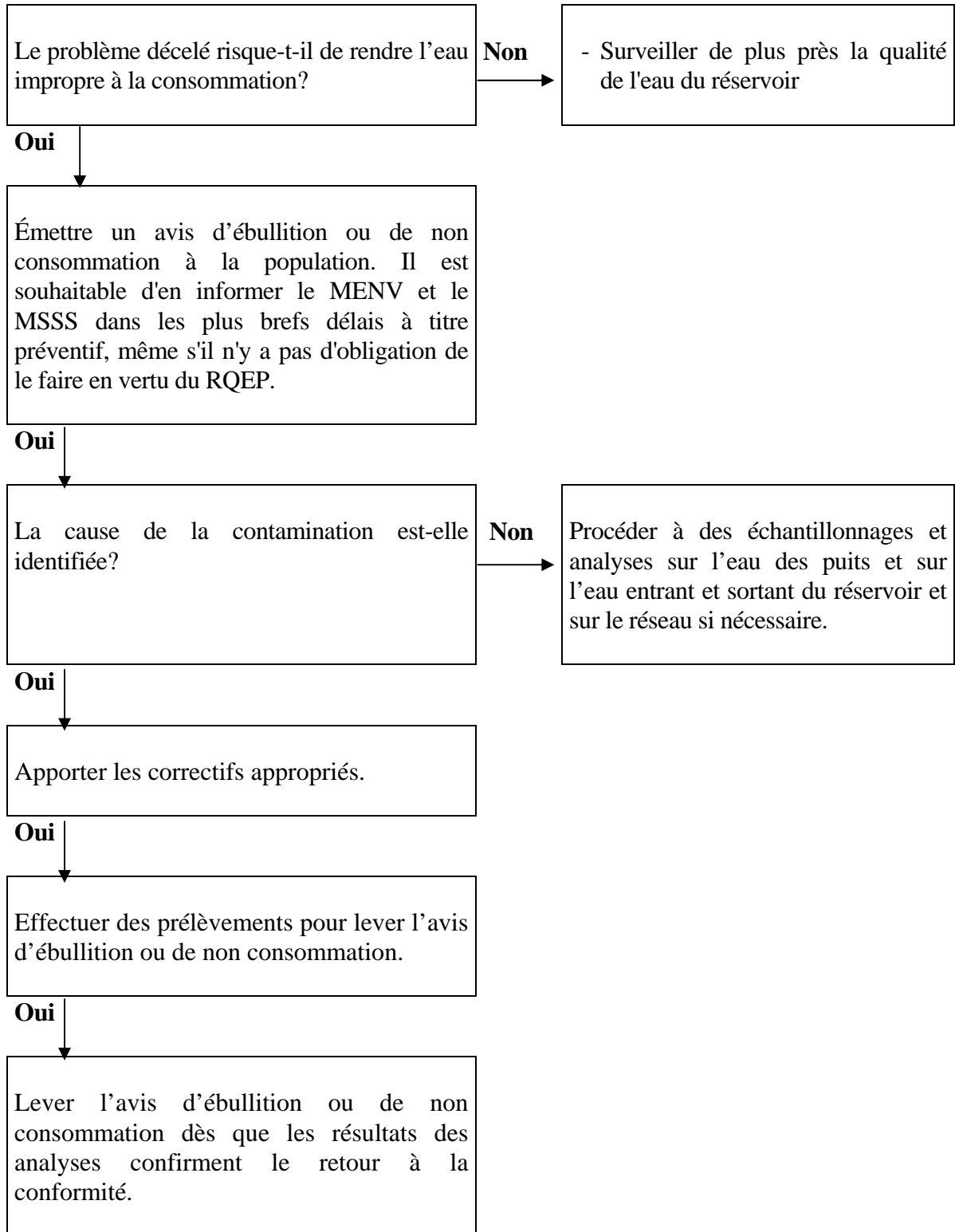
## 6.5 PROBLÈMES ET SOLUTIONS

Les sondes de mesure de niveau constituent le seul élément mécanique ou électrique pouvant occasionner des pannes et ces dernières sont faciles à diagnostiquer.

Des problèmes de dégradation de la qualité de l'eau se sont déjà produits dans des réservoirs. Il faut surveiller en particulier :

- les zones mortes où l'eau peut stagner et amener la formation d'un film verdâtre ou brun propice au développement de micro-organismes; la solution consiste alors à vidanger, nettoyer et désinfecter la cellule en question;
- contamination par des animaux ayant pu s'introduire par exemple par les évents; sitôt qu'une telle situation se présente, il y a lieu de vérifier la qualité microbiologique de l'eau et de procéder selon les exigences de la réglementation en matière d'avis.

Dès qu'une dégradation de la qualité de l'eau est décelée au niveau du réservoir, un processus de questionnement visant à identifier la ou les causes de la dégradation de la qualité de l'eau doit être entrepris et des mesures correctives doivent être appliquées, si nécessaire. Le tableau ci-après résume le cheminement à suivre.



**ANNEXE 6-1**  
**Fiche du journal d'exploitation**

					MOIS	ANNÉE
Jour	Heure	Initiales	Niveau Cellule 1	Niveau Cellule 2	Commentaires	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						

## ANNEXE 6-2

### NORME RELATIVE À LA DÉSINFECTION DES RÉSERVOIRS D'EAU

**Traduction et adaptation du document « A standard for disinfection of water-storage facilities »**

**American Water Works Association**

**ANSI/AWWA C652-02**

**(Revision of ANSI/AWWA C652-92)**

#### SECTION 1 - GÉNÉRALITÉS

La présente norme sur la désinfection des réserves d'eau décrit les matériaux nécessaires, la préparation des surfaces, l'application du désinfectant sur les surfaces intérieures du réservoir, ainsi que le prélèvement d'échantillons pour la détection de bactéries coliformes. Toute nouvelle installation de stockage devra être désinfectée avant d'être mise en service. Tout réservoir mis hors service pour inspection, réparation, travaux de peinture, nettoyage ou toute autre activité qui pourrait mener à la contamination de l'eau devra être désinfecté avant qu'il ne soit remis en service. Ce document ne couvre pas les procédures de désinfection lors de l'inspection sous-marine des réservoirs (se référer à la section 4,4 de la norme ANSI/AWWA C652-02).

#### SECTION 2 - RÉFÉRENCES

La norme fait référence à la dernière édition des documents suivants :

ANSI/AWWA B300-Standard for Hypochlorites.

ANSI/AWWA B301-Standard for Liquid Chlorine.

*Standard methods for the Examination of Water and Wastewater.* APHA, AWWA, and WEF. Washington, D.C.(20<sup>th</sup>. Ed.,1998).

*Chlorine Manual*-Chlorine Institute Inc.

*Introduction to Water Treatment.* WSO Series, Vol.2, AWWA, Denver (1994)

Material safety data sheets for forms of chlorine used (provided by suppliers)

*Safety Practice for Water Utilities.* AWWA Manual M3. AWWA, Denver (2002)

*Water chlorination principles and practices.* AWWA Manual M20. AWWA, Denver (1973)

*Water Quality and Treatment.* AWWA, Denver (5<sup>th</sup> ed.)

#### 1.3 Certificat de Conformité

Un certificat d'analyse bactériologique attestant que l'eau contenue dans le réservoir est exempté de bactéries coliformes constituera le certificat de conformité.

## SECTION 3 - DÉFINITIONS

Sans objet

## SECTION 4 - NETTOYAGE

### 4.1 MATÉRIELS ET NETTOYAGE

#### 4.1.1 Les matériaux dans le réservoir

Tous les échafaudages, planches, outils, chiffons et toutes autres pièces d'équipements ne faisant pas partie de la structure du réservoir doivent être enlevés. Par la suite, les surfaces des murs, du plancher et des équipements du réservoir seront nettoyées minutieusement au jet d'eau à haute pression, à l'aide d'un balais et d'une brosse, ou de tout autre moyen jugé aussi efficace. L'eau, le sable, la saleté ou tout corps étranger accumulés lors de ce nettoyage, doit être enlevés par pompage ou tout autre méthode.

#### 4.1.2 Les autres matériaux

Suivant l'opération de nettoyage, l'état des grillages de ventilation, du trop-plein et de toute autre ouverture sera vérifié afin d'assurer qu'aucun oiseau, insecte, ou tout autre contaminant ne pourra entrer dans le réservoir. Tout matériel devant se retrouver à l'intérieur du réservoir à la suite de la procédure de nettoyage devra être propre et désinfecté avant d'être introduit dans l'installation. Dans un tel cas, des précautions seront prises pour réduire au minimum l'introduction de saleté ou de tout autre corps étranger. Par exemple, lors de l'application d'une couche de pierre à chaux sur le fond du réservoir non-peint pour empêcher la corrosion.

### 4.2 FORMES DE CHLORE POUR LA DÉSINFECTION DES RÉSERVOIRS

Les formes de chlore qui pourront être utilisées lors de la procédure de désinfection sont le chlore gazeux, les solutions d'hypochlorite de sodium et les granules ou comprimés d'hypochlorite de calcium.

#### 4.2.1 Chlore gazeux

Le chlore gazeux conforme à la norme ANSI/AWWA B301 contient 100 pour cent de chlore libre et est habituellement emmagasiné en bonbonnes d'acier de 45,4 kilogrammes, 68 kilogrammes, et 907,2 kilogrammes en poids net de chlore.

Le chlore gazeux ne devra être utilisé seulement :

- qu'avec des chlorateurs et éjecteurs appropriés capables de fournir une solution d'alimentation constante et concentrée à l'eau de désinfection;
- sous la surveillance directe d'une personne familière avec les propriétés physiologiques, chimiques, et physiques du chlore, et qui est entraînée et équipée pour faire face à toute situation d'urgence pouvant survenir;

- lorsque toutes les mesures de prévention en matière de santé et sécurité auront été prises afin de protéger les travailleurs et le public.

#### 4.2.2 Hypochlorite de sodium

L'hypochlorite de sodium conforme à la norme ANSI/AWWA B300 se trouve sous forme liquide en contenants de verre, de plastique, ou en récipients avec revêtement de caoutchouc, et en formats allant de 0,95 litres à 18,92 litres (5 gallons). Des contenants de 113,6 litres (30 gallons) ou plus pourront aussi être disponibles dans certaines régions. L'hypochlorite de sodium contient approximativement de 5 à 15 % de chlore libre par volume. Les recommandations du fabricant concernant la durée d'entreposage et les conditions d'entreposage devront être suivies pour réduire au minimum la dégradation du produit.

#### 4.2.3 Hypochlorite de calcium

L'hypochlorite de calcium conforme à la norme ANSI/AWWA B300 est disponible sous forme de granules ou de petits comprimés, et contient approximativement 65 % de chlore libre par poids. Le produit devrait être stocké dans un environnement frais, sec, et à l'abri de la lumière pour réduire au minimum sa détérioration.

### 4.3 MÉTHODES UTILISANT LE CHLORE

Trois méthodes de chloration sont décrites dans la présente section. Habituellement, une seule méthode sera utilisée lors de la procédure de désinfection, mais une combinaison de plusieurs méthodes pourra aussi être employée.

La chloration pourra s'effectuer :

- 1) par le remplissage de l'installation de telle façon que, l'eau du réservoir aura une concentration en chlore résiduel libre supérieure à 10 mg/l après une période de rétention déterminée;
- 2) en pulvérisant ou en peignant toutes les surfaces entrant en contact avec l'eau du réservoir avec une solution de 200 mg/l en chlore libre;
- 3) par une méthode en deux étapes où une solution de 50 mg/l est injectée dans la partie inférieure du réservoir suivi par le remplissage de l'installation de telle façon que, l'eau du réservoir aura une concentration en chlore résiduel libre supérieure à 2 mg/l après une période de rétention de 24 heures.

**Pendant toute la durée de l'intervention, il est primordial qu'il n'y ait aucune demande en eau, autre que celle voulue dans le cadre de la procédure.**

En effet, il faut s'assurer que la solution chlorée ne soit pas acheminée vers le réseau de distribution. La consommation ou l'utilisation d'une eau fortement chlorée peut occasionner des

cas d'intoxication, de blessures aux yeux ou à la peau ou encore endommager les composantes internes de certains équipements domestiques, commerciaux ou industriels.

S'il y a un risque que des dommages soient causés au milieu récepteur dans lequel l'eau chlorée doit être vidangée, alors un agent réducteur devra être ajouté pour neutraliser complètement le chlore résiduel de l'eau. Des règlements municipaux, provinciaux ou fédéraux peuvent exiger un certificat d'autorisation avant le rejet d'une eau fortement chlorée. Les autorités compétentes devraient être contactées avant le rejet d'une eau fortement chlorée au milieu récepteur.

#### 4.3.1 Méthode n° 1

Elle consiste à ajouter un des agents désinfectants énumérés ci-après, lors du remplissage du réservoir à partir d'eau potable, afin d'obtenir une concentration en chlore libre de **10 mg/l** après un temps de rétention de 6 heures à 24 heures selon l'application retenue.

- *Le chlore gazeux* : son ajout peut se faire à l'aide de doseurs déjà en place ou à l'aide d'un chlorateur portatif de façon à assurer une concentration constante en chlore pendant la durée de l'opération de remplissage. Le dosage doit se faire proportionnellement au débit d'eau traitée alimentant le réservoir. Le temps de trempage requis n'est alors que de 6 heures. L'équipement portatif de chloration sera opéré attentivement et comprendra une bonbonne de chlore gazeux, un chlorateur, un éjecteur de chlore, un équipement de sécurité, et un tuyau pour injecter la solution concentrée de chlore dans l'eau de remplissage. Le tuyau d'injection sera connecté via une valve au tuyau d'amené d'eau à proximité du réservoir de façon à assurer un bon mélange entre la solution de chlore et l'eau.
- *L'hypochlorite de sodium* : l'hypochlorite de sodium peut être dosé de façon proportionnelle au débit de l'eau entrant dans le réservoir avec l'utilisation d'une pompe doseuse qui maintiendra une concentration constante de chlore pendant la durée de l'opération de remplissage. Le temps de trempage requis n'est alors que de 6 heures.

Lorsque l'hypochlorite de sodium est additionné manuellement, l'opération doit se faire comme suit :

- ✓ Ajouter toute la quantité nécessaire dans la réserve lorsque le niveau de l'eau se situera entre 0,3 m (1 pi) et 0,9 m (3 pi) ou aussi près de cette profondeur que l'emplacement des regards le permet. Verser le liquide par un regard de nettoyage, un regard d'inspection localisé dans la partie inférieure du réservoir, dans la canalisation verticale d'un réservoir surélevé, ou par un regard sur le toit. Refermer la trappe d'accès. Le temps de trempage requis est alors de 24 heures.

Le calcul du volume d'eau du bassin et de la quantité de désinfectant s'établit comme suit :

le volume d'eau du bassin rempli jusqu'au trop-plein est de 175 000 litres;

on recommande une concentration de 10 mg/l de chlore libre pour assurer une désinfection efficace sur 24 heures;

le calcul de la quantité de chlore 10 % (100 000 mg/l) à injecter se calcule comme suit :

$$C1 \times V1 = C2 \times V2$$

avec C1 = concentration du chlore commercial : 100 000 mg/l (10 %);

**V1 = volume à ajouter en litre;**

C2 = concentration de désinfection désirée : 10 mg/l;

V2 = volume du bassin en litre : 175 000 litres;

$$V1 = \frac{C2 \times V2}{C1}$$

$$V1 = \frac{10 \times 175\,000}{100\,000}$$

$$= 17,5 \text{ litres de chlore à } 10 \%$$

- *L'hypochlorite de calcium* : Les granules ou les particules de comprimés seront placées dans le réservoir avant d'y introduire l'eau et seront disposées de façon à assurer une circulation de l'eau à travers l'hypochlorite de calcium, permettant sa dissolution durant l'opération de remplissage. L'hypochlorite de calcium ne sera seulement déversé que sur des surfaces sèches à moins que des précautions ne soient prises pour fournir une ventilation adéquate ou un équipement de protection respiratoire. Le temps de trempage requis est alors de 24 heures.

Après le temps de rétention spécifié, vider partiellement le réservoir à l'aide d'une pompe d'appoint. Il faut abaisser le niveau d'eau de manière à ce que la concentration en chlore libre ne dépasse pas 2 mg/l lorsqu'il sera rempli à nouveau. En faisant abstraction de la concentration en chlore présente dans l'eau servant au remplissage, on peut utiliser la formule suivante :

$$V1 \times C1 = V2 \times C2$$

V1 = Volume d'eau chlorée à 10 mg/l à conserver dans le réservoir.

V2 = Capacité du réservoir (175 000 litres).

C1 = Concentration initiale de l'eau chlorée.

C2 = Concentration finale désirée de l'eau chlorée.

$$V1 \times 10 \text{ mg/l} = V2 \times 2 \text{ mg/l}$$

$$V1 = \frac{175\,000 \text{ l} \times 2 \text{ mg/l}}{10 \text{ mg/l}} = 35\,000 \text{ l d'eau chlorée à } 10 \text{ mg/l à conserver dans le réservoir}$$

### 4.3.2 Méthode no 2

Cette méthode consiste à appliquer à l'aide d'une brosse ou d'un vaporisateur une solution d'une concentration en chlore de 200 mg/l directement sur toutes les surfaces en contact avec l'eau potable, incluant l'intérieur et l'extérieur des tuyaux.

**Un respirateur autonome alimenté par un système d'adduction en air ainsi que des vêtements de protection étanches sont requis pour cette opération. Suivre la procédure pour une intervention en espace clos présentant un risque immédiat pour la vie et la santé des travailleurs telle que détaillée au chapitre 8 sur la sécurité.**

Les surfaces désinfectées demeureront en contact avec la solution de chlore concentrée pendant au moins 30 minutes.

Ensuite, remplir le réservoir d'eau traitée jusqu'à l'obtention d'une concentration en chlore libre supérieure à 10 mg/l, laisser tremper 30 minutes. Cette deuxième opération vise à désinfecter les séparations et les tuyaux situés entre les compartiments du réservoir. Si la concentration en chlore résiduel libre est sous les 10 mg/l, utiliser la méthode n° 1 pour corriger le dosage (correction manuelle = temps de trempage de 24 heures).

Après les 30 minutes écoulées, vider complètement le réservoir à l'aide d'une pompe d'appoint. Prendre soin de neutraliser la solution d'eau chlorée avant de la rejeter à l'égout pluvial ou unitaire.

Remplir le réservoir avec l'eau traitée.

### 4.3.3 Méthode n° 3

Le désinfectant doit être ajouté proportionnellement au débit avant son entrée dans le réservoir de manière à ce que la concentration en chlore libre soit égale à 50 mg/l.

Remplir 5 % du volume total du réservoir avec ce mélange et laisser tremper pendant 6 heures.

Par la suite, le réservoir doit être rempli jusqu'au trop-plein avec l'eau traitée. La concentration obtenue doit y demeurer pour une période de 24 heures sans que le résiduel ne baisse sous les 2 mg/l. Corriger au besoin selon la méthode manuelle n° 1.

Vider complètement le réservoir à l'aide d'une pompe d'appoint. Prendre soin de neutraliser la solution d'eau chlorée avant de la rejeter à l'égout pluvial ou unitaire.

Remplir le réservoir avec l'eau traitée.

#### **SECTION 4 – PROCÉDURE POUR L'INSPECTION SOUS-MARINE**

Sans objet

#### **SECTION 5 – VÉRIFICATION**

##### **5 ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSE BACTÉRIOLOGIQUE**

Peu importe la méthode utilisée, il faudra prélever un échantillon pour effectuer un contrôle bactériologique et obtenir un résultat confirmant l'absence de coliformes, avant que l'installation ne soit mise en service.

Note : Les analyses bactériologiques doivent être réalisées par un laboratoire accrédité.

Dans le cas où une analyse bactériologique ne respecte pas les normes de consommation, répéter les étapes de désinfection.

Les échantillons seront pris à partir d'un robinet branché sur le tuyau de sortie de l'installation ou d'un robinet relié directement à la réserve. Dans un cas ou l'autre, on devra s'assurer que l'échantillon recueilli est réellement de l'eau qui était dans le réservoir.

Il est recommandé que des échantillons de l'eau brute soient pris durant la procédure de désinfection et pendant l'échantillonnage de l'eau du réservoir, pour déterminer s'il y a présence de coliformes.

## CHAPITRE 7

<b>7.</b>	<b>POMPAGE DE DISTRIBUTION .....</b>	<b>7-3</b>
7.1	Paramètres de conception .....	7-3
7.2	Description détaillée des équipements.....	7-3
7.2.1	Équipements de procédé.....	7-3
7.2.1.1	Pompes à vitesse variable .....	7-5
7.2.1.2	Pompe à vitesse fixe à moteur électrique.....	7-8
7.2.1.3	Pompe à moteur diesel.....	7-10
7.2.1.4	Vannes de contrôle de pression .....	7-12
7.2.1.5	Purgeur d'air.....	7-14
7.2.1.6	Manomètre .....	7-14
7.2.1.7	Débitmètre magnétique.....	7-14
7.2.2	Équipement de contrôle.....	7-15
7.2.2.1	Description du panneau de contrôle.....	7-15
7.2.2.2	Séquence de fonctionnement des pompes .....	7-15
7.2.2.3	Interrupteurs haute et basse pression.....	7-16
7.2.2.4	Enregistrement des données .....	7-16
7.2.3	Alimentation et distribution électriques.....	7-16
7.2.4	Ventilation et chauffage.....	7-17
7.3	Contrôle du procédé.....	7-17
7.3.1	Généralités .....	7-17
7.3.2	Tournée d'inspection .....	7-18
7.3.3	Débits distribués .....	7-19
7.3.4	Pression d'opération .....	7-19
7.3.5	Journal d'exploitation .....	7-19
7.3.6	Visites journalières .....	7-20
7.3.7	Procédures de vérification .....	7-20
7.4	Procédures particulières d'opération .....	7-20
7.4.1	Généralités .....	7-20
7.4.2	Arrêt de la distribution.....	7-21
7.4.3	Incendie.....	7-21
7.5	Entretien préventif .....	7-22
7.6	Problèmes et solutions .....	7-24
7.6.1	Généralités .....	7-24
7.6.2	Alarme de basse pression.....	7-24
7.6.3	Alarme de haute pression.....	7-25
7.6.4	La pompe ne démarre pas .....	7-25
7.6.5	La pompe démarre mais le disjoncteur saute.....	7-26
7.6.6	La pompe vibre anormalement .....	7-26
Annexe 7-1	Journal d'exploitation.....	7-27



## 7. SYSTÈME DE POMPAGE DE DISTRIBUTION

*{Le projet qui a servi à monter ce chapitre comprend l'ajout de pompes entraînées par un moteur à vitesse variable à un système qui comprend déjà une pompe à vitesse fixe ainsi qu'une pompe entraînée par un moteur diesel.*

*Les interrupteurs de niveau contrôlant le fonctionnement des pompes sont présentés dans le chapitre sur le réservoir.*

### 7.1 PARAMÈTRES DE CONCEPTION

En fonctionnement normal : Débit maximum : 2,1 l/s (560 USGPM)

Débit incendie : 3 l/s (750 USGPM).

Généralités sur l'utilisation des pompes :

- chacune des 2 pompes à vitesse variable assure le fonctionnement en condition normale de débit;
- ces 2 pompes alternent périodiquement de façon automatique ou manuelle;
- sur alarme de basse pression, la seconde pompe démarre automatiquement; cette condition peut se produire en cas de défaillance de la pompe en opération;
- la pompe à vitesse fixe entraînée par un moteur électrique sert de relève à l'une des 2 pompes précédentes; le transfert s'effectue manuellement;
- la pompe mue par le moteur diesel démarre automatiquement en cas de perte du réseau électrique.

### 7.2 DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES ÉQUIPEMENTS

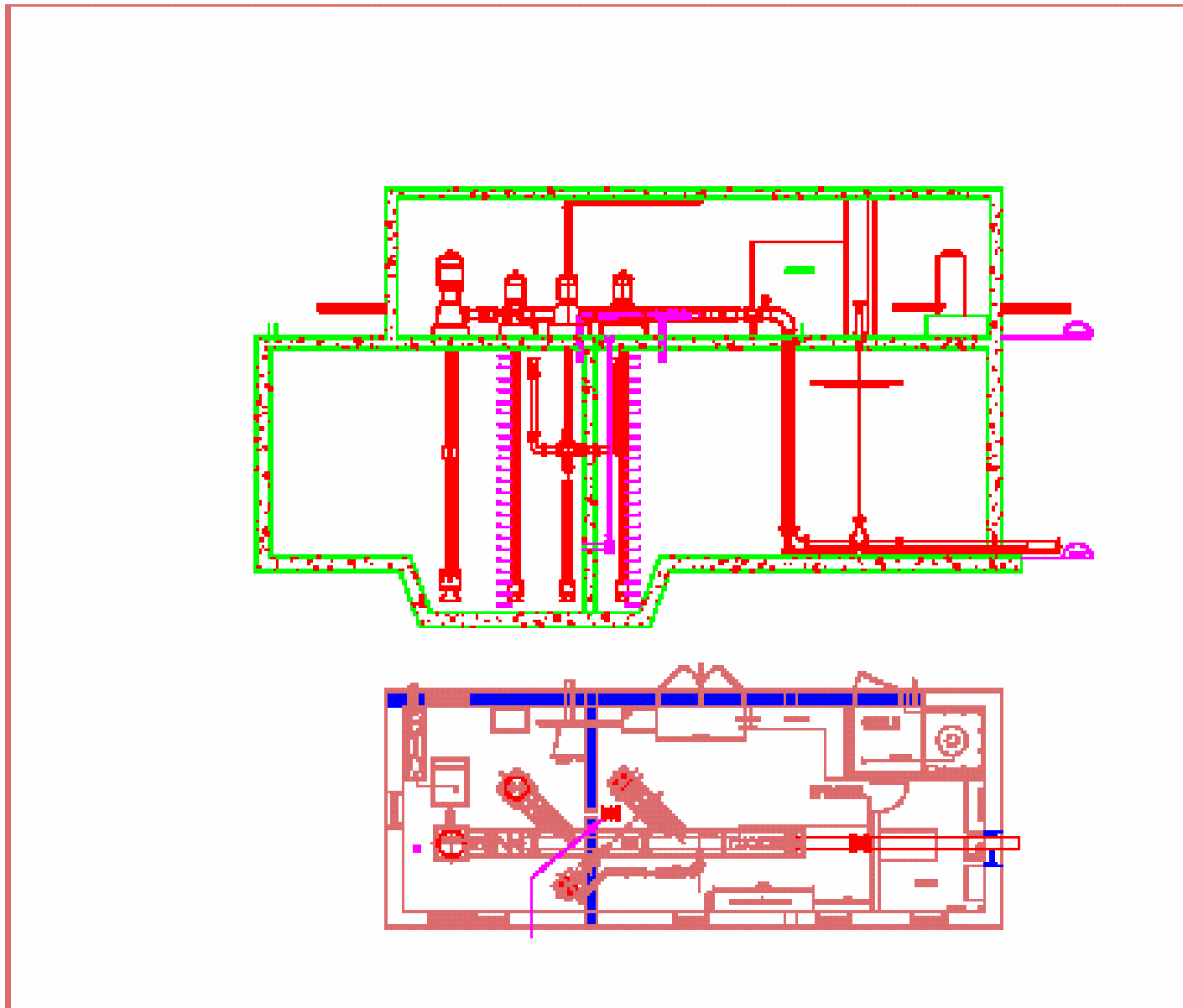
Les équipements composant le poste de pompage sont décrits ci-dessous. Nous retrouvons pour chacun d'eux sa fonction, ses caractéristiques, ainsi que son mode de fonctionnement. La figure 7.1 présente la disposition d'ensemble.

#### 7.2.1 Équipements de procédé

Les pompes puisent l'eau traitée dans le réservoir pour la distribuer dans le réseau de distribution via une conduite de refoulement commune. La séquence de fonctionnement des pompes est décrite en détail à la section 7.2.2.2.



Figure 7.1 – Dessin d'ensemble



### 7.2.1.1 Pompes à vitesse variable (figure 7.1, équipements installés, item 1)

#### a) Fonction

Les deux (2) pompes à turbine verticale à vitesse variable assurent l'alimentation normale. Une seule des pompes est toujours en fonction.

#### b) Caractéristiques des pompes

Marque : Fairbanks - Morse  
Type : à turbines verticales  
Modèle : 10M7000 AW  
Nombre d'étages : 5

La courbe présentée à la figure 7.2 définit les performances lorsque le moteur qui l'entraîne tourne à la vitesse nominale de 1 770 RPM. Le point de fonctionnement de garantie est fixé à 2,1 l/s (560 USGPM) pour 547 kPa (183 pi d'eau). Lorsque la vitesse d'entraînement diminue, la courbe  $P = f(Q)$  se déplace vers le bas.

#### Caractéristiques des moteurs

Marque : Inverter Duty  
Puissance : 51,5 kW (40 HP)  
Vitesse : 1 770 RPM  
Alimentation : 575 V / 3 phases / 60 Hz

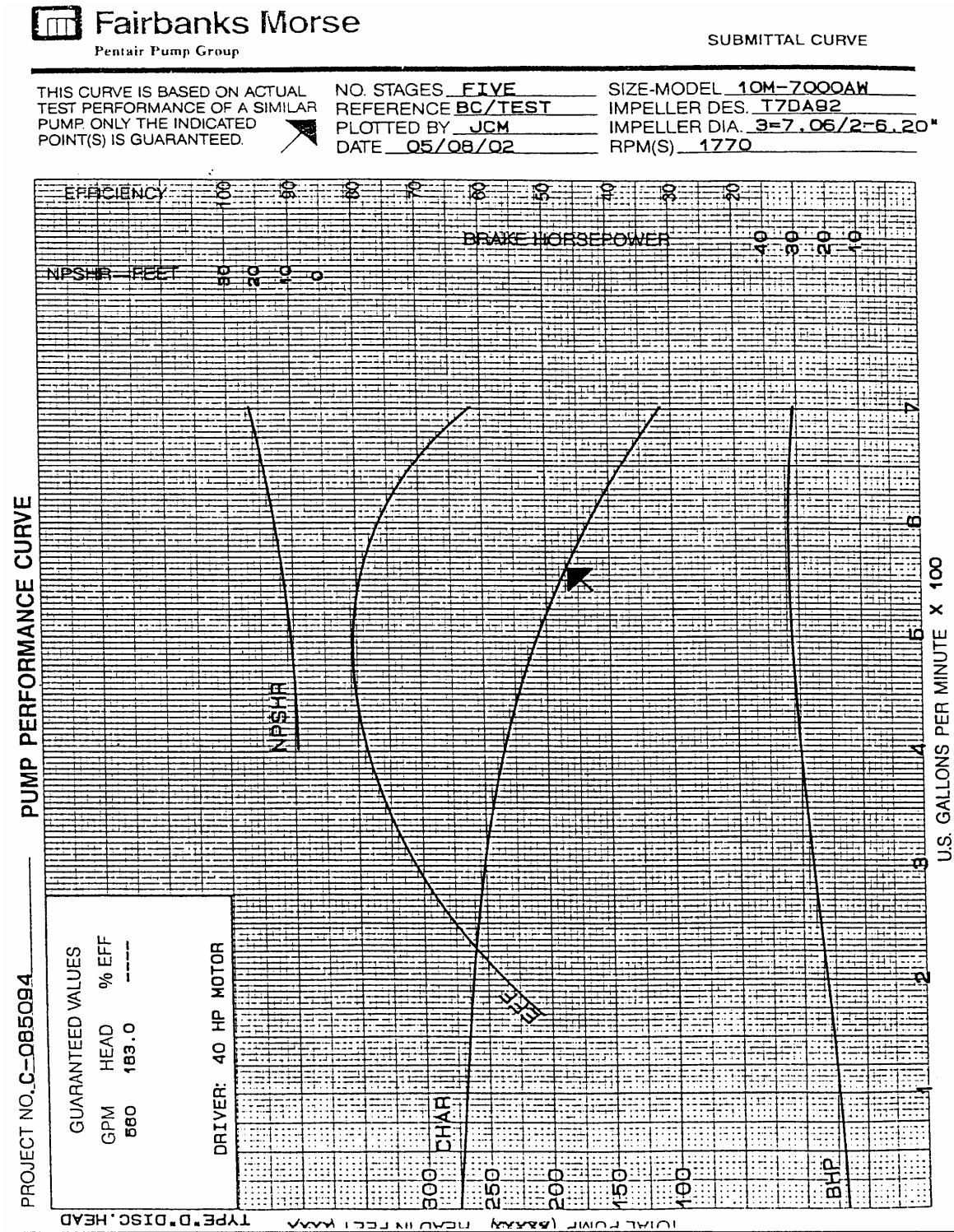
#### c) Fonctionnement

La vitesse de la pompe est contrôlée par l'automate qui cherche à maintenir une pression fixe même si le débit varie. De cette façon, si la pression fournie par la pompe est trop élevée, l'automate va baisser la vitesse de rotation de la pompe. Inversement, lorsque la pression baisse trop, l'automate va commander une augmentation de la vitesse de rotation. De plus, pour stabiliser la pression, on retrouve, en aval de la pompe, la vanne VCP-301 qui est réglée pour réduire la pression à 480 kPa (70 psi). L'arrangement permet ainsi de fournir une pression constante tout en réduisant le pompage.

Chacune des deux sections du réservoir loge une pompe à turbine verticale à vitesse variable. Le niveau de submersion de la pompe doit être supérieur à 280 mm au-dessus de la crépine (correspondant à l'élévation 27,830 m dans le réservoir). À cette fin, la flotte de bas niveau doit donc toujours être maintenue à l'élévation 27,830 m. Si le niveau baisse en dessous de cette valeur, la pompe va caviter, ce qui va entraîner des vibrations, des problèmes de joints et, éventuellement, des dommages au rotor.

Pour la conception d'un nouveau réservoir, il est toujours préférable de prévoir un puits de pompage pour installer la crépine de chaque pompe. De cette façon, le volume requis pour la submersion de chaque pompe peut être réduit considérablement.

Figure 7.2 – Courbes de performances des pompes à vitesses variable



**7.2.1.2** *Pompe à vitesse fixe à moteur électrique (figure 7.1, équipements installés, item 27)**a) Fonction*

La pompe existante à turbine verticale entraînée par un moteur électrique à vitesse fixe est utilisée uniquement en cas de défaut d'une des deux pompes à vitesse variable.

*b) Caractéristiques de la pompe :*

Marque : Johnston  
Type : à turbine verticale  
Modèle : TK-28001  
Nombre d'étages : 4  
Vitesse : 1 770 RPM

La figure 7.3 donne la caractéristique de la pompe.

*Caractéristiques du moteur*

Marque : Westinghouse, type HSB, bâti 256TP  
Puissance : 14,7 kW (20 HP)  
Vitesse : 1 750 RPM  
Alimentation : 575 V / 3 phases / 60 Hz / 20,6 A.

*c) Fonctionnement*

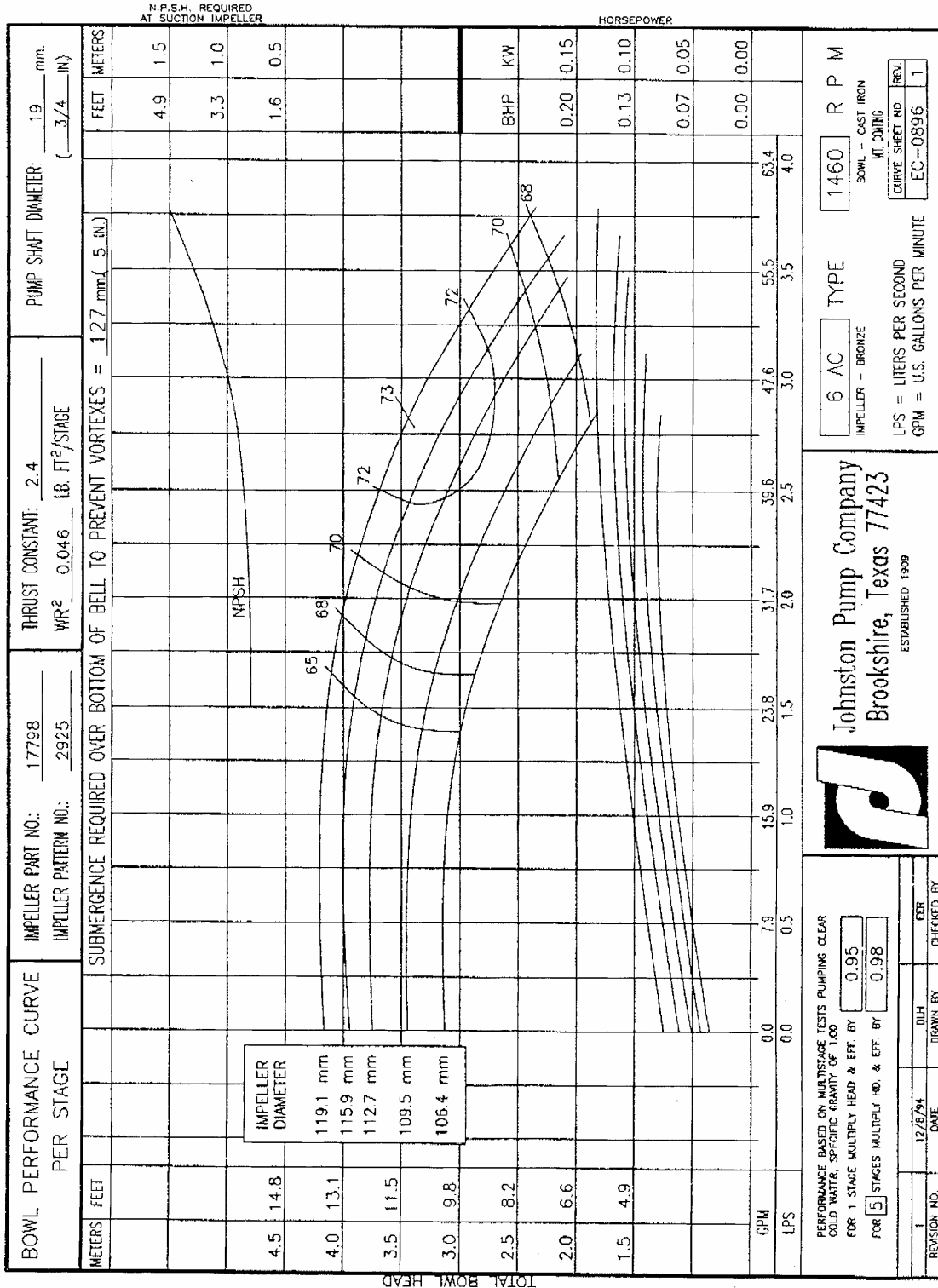
Cette pompe a été relocalisée dans la section 2 du réservoir.

La pression développée par la pompe est réduite à 480 kPa (70 psi) par la vanne de contrôle de pression VCP-302 située à la sortie de la pompe.

Le niveau de submersion de la pompe doit être supérieur à 280 mm au-dessus de la crépine (correspondant à l'élévation 27,830 m dans le réservoir). À cette fin, la flotte de bas niveau doit donc toujours être maintenue à l'élévation 27,830 m. Si le niveau baisse en dessous de cette valeur, la pompe pourrait caviter.

**Figure 7.3 – Courbe de la pompe mue par le moteur électrique à vitesse fixe**

{La courbe présentée ci-dessous n'est qu'un exemple. La courbe de la pompe en question n'était pas disponible à la date de tombée du document}



### 7.2.1.3 Pompe à moteur diesel (figure 7.1, équipements à conserver, item 1)

#### a) Fonction

L'ancienne pompe incendie à turbine verticale entraînée par moteur diesel est maintenant utilisée uniquement en cas de panne électrique.

#### b) Caractéristiques de la pompe

Marque : Johnston Fire pump  
Type : à turbine verticale  
Modèle : BAA Fire pump TK 28000  
Nombre d'étages : 4  
Capacité théorique : 47 l/s (750 USGPM) à 690 kPa (100 PSI)

La figure 7.4 présente la courbe de fonctionnement de la pompe.

#### Caractéristiques du moteur

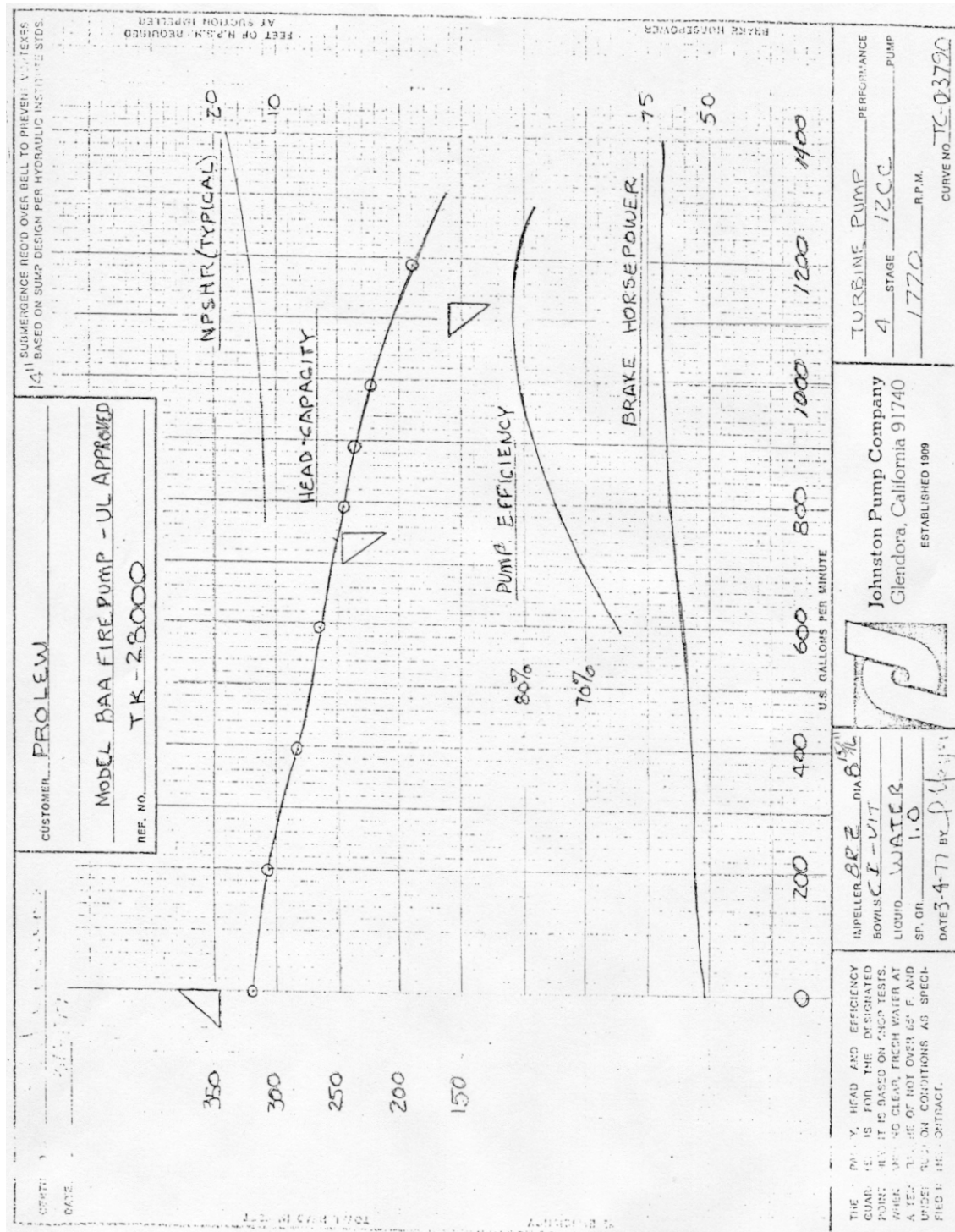
Marque : Westinghouse, USB 364TP  
Puissance : 44 kW (60 HP)  
Vitesse : 1775 RPM

#### c) Fonctionnement

La pompe peut fournir une pression maximale de 790 kPa (115 psi). La pression est réduite à 480 kPa (70 psi) grâce à la vanne VCP-303.

Le niveau de submersion de la pompe doit être supérieur à 280 mm au-dessus de la crépine (correspondant à l'élévation 27,830 m dans le réservoir). À cette fin, la flotte de bas niveau doit donc toujours être maintenue à l'élévation 27,830 m. Si le niveau baisse en dessous de cette valeur, la pompe pourrait caviter.

**Figure 7.4 – Courbe de la pompe entraînée par moteur diesel**



7.2.14 Vannes de contrôle de pression (figure 7.1, équipements installés, item 7)

*a) Fonction*

Réduire et régulariser la pression quelque soit le débit, ainsi que servir de clapet.

*b) Caractéristiques*

Marque : Singer  
Modèle : 106 (AC) RPS  
n° série : 702-34-1  
no d'inventaire : VCP 301, VCP 302 et VCP 303  
Avec  
- Vanne d'isolement  
- Tamis  
- Stabilisateur de débit  
- Cage anti-cavitation  
- Pilote de réduction de pression


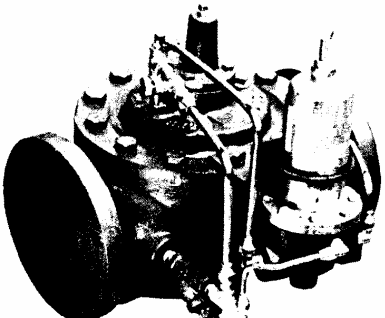
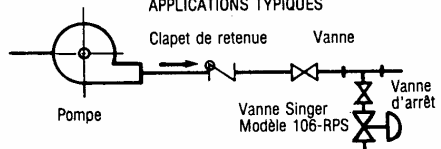
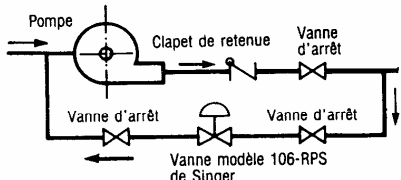
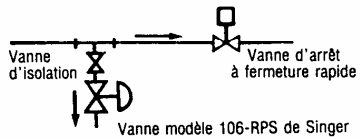
*c) Fonctionnement*

La vanne module pour réduire la pression à 480 kPa (70 psi). L'excédant d'eau est retourné au réservoir.

Il est possible d'augmenter la pression à la sortie de la vanne en cas d'incendie par exemple ou, au contraire, de la réduire pour limiter la pointe de consommation. La figure 7.4 offre un minimum de renseignements sur cette vanne. Le manuel du fournisseur sera consulté pour plus de détails.

**Figure 7.5 - Notice des vannes de contrôle de pression**

BULLETIN 106-510-F  
REV. 07 - 86

 <b>SINGER VALVE</b>	<b>SOUPAPE DE SURETE ET ET DE CONTRE-PRESSION SINGER MODELE 106-RPS</b>																											
<p><b>DESCRIPTION</b></p> <p>Le Modèle 106-RPS de Singer est du type à soupape à opération hydraulique, munie d'un siège, contrôlée à l'aide d'une vanne pilote à ressort et membrane. Ce modèle est disponible avec un corps droit ou d'équerre. Pendant l'opération, la soupape est activée par la pression de la ligne qui passe à-travers le système pilote. Lors du contrôle de la surpression, l'ouverture est rapide et la fermeture est ajustable à l'aide d'un robinet à aiguille. Cette caractéristique est prévue afin d'empêcher les secousses. Pour obtenir le contrôle de la contre-pression dans les stations de pompage, lorsque le débit retourne à l'aspiration de la pompe, la vanne modulera afin de maintenir la pression de débit prédéterminée à la sortie de la pompe.</p> <p><b>OPERATION</b></p> <p>La vanne est normalement ouverte lorsque la pression est appliquée à l'entrée de la vanne. Lorsque cette pression est appliquée au chapeau, la vanne ferme étanche car la surface de la membrane ou du piston est supérieure à celle du siège. La position de la soupape - qu'elle soit ouverte, fermée ou en position intermédiaire, est déterminée par le contrôle de la pression au-dessus de la membrane ou du piston.</p> <p>Le contrôle pilote est une vanne à membrane à action directe, ajustable, munie d'un ressort, conçue pour permettre l'écoulement lorsque la pression de contrôle excède le réglage du ressort. L'ajustement disponible est de 10 à 350 psi, utilisant une gamme de ressorts.</p> <p>La vanne, lorsqu'elle est en opération, est activée par la pression de la ligne à-travers le système de contrôle pilote. A ouverture rapide, la décharge peut être à l'atmosphère ou à une zone de basse pression. Dans le cas d'une station de pompage, le débit peut être retourné à l'aspiration de la pompe afin de garder une pression de ligne stable. Afin de prévenir des surpressions secondaires, la vitesse de fermeture est ajustable de 10 à 60 sec.</p>	<p><b>SPÉCIFICATIONS</b></p> <p><b>DIMENSIONS ET RACCORDEMENTS DE BOUT</b> 3/4" - 3" filetés 1-1/2" - 16 Brides D'après les normes ANSI, BS10 ou DIN. Voir l'endos pour type d'équerre.</p> <p><b>PLAGE DE PRESSIONS</b> - 10 à 40 PSI - 25 à 100 PSI - 50 à 150 PSI - 100 à 225 PSI - 200 à 350 PSI</p> <p><b>MATERIEL:</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;"><b>SOUPAPE</b></td> <td style="width: 30%;">STANDARD Acier haute résistance</td> <td style="width: 30%;">OPTIONNEL Bronze</td> </tr> <tr> <td><b>CORPS ET</b></td> <td>Fonte</td> <td>Acier (autres matériaux disponibles)</td> </tr> </table> <p><b>GARNITURE:</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;"><b>SIEGE</b></td> <td style="width: 30%;">Acier inoxydable</td> <td style="width: 30%;">Bronze</td> </tr> <tr> <td><b>TIGE</b></td> <td>Acier inoxydable</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>DISQUE</b></td> <td>Polyuréthane</td> <td>Caoutchouc synthétique</td> </tr> <tr> <td><b>MEMBRANE</b></td> <td>Caoutchouc synthétique renforcé.</td> <td></td> </tr> </table> <p><b>VANNE PILOTE</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;"><b>CORPS</b></td> <td style="width: 30%;">Fonte</td> <td style="width: 30%;">Bronze ou acier inoxydable</td> </tr> <tr> <td><b>SIEGE</b></td> <td>Acier inoxydable</td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>DISQUE ET MEMBRANE</b></td> <td>Caoutchouc synthétique</td> <td></td> </tr> </table>	<b>SOUPAPE</b>	STANDARD Acier haute résistance	OPTIONNEL Bronze	<b>CORPS ET</b>	Fonte	Acier (autres matériaux disponibles)	<b>SIEGE</b>	Acier inoxydable	Bronze	<b>TIGE</b>	Acier inoxydable		<b>DISQUE</b>	Polyuréthane	Caoutchouc synthétique	<b>MEMBRANE</b>	Caoutchouc synthétique renforcé.		<b>CORPS</b>	Fonte	Bronze ou acier inoxydable	<b>SIEGE</b>	Acier inoxydable		<b>DISQUE ET MEMBRANE</b>	Caoutchouc synthétique	
<b>SOUPAPE</b>	STANDARD Acier haute résistance	OPTIONNEL Bronze																										
<b>CORPS ET</b>	Fonte	Acier (autres matériaux disponibles)																										
<b>SIEGE</b>	Acier inoxydable	Bronze																										
<b>TIGE</b>	Acier inoxydable																											
<b>DISQUE</b>	Polyuréthane	Caoutchouc synthétique																										
<b>MEMBRANE</b>	Caoutchouc synthétique renforcé.																											
<b>CORPS</b>	Fonte	Bronze ou acier inoxydable																										
<b>SIEGE</b>	Acier inoxydable																											
<b>DISQUE ET MEMBRANE</b>	Caoutchouc synthétique																											
<p><b>SERVICE: FLUIDE</b></p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p style="text-align: center;"><b>ULC LABORATOIRES DES ASSUREURS DU CANADA</b></p> <p style="text-align: center;">DIAMETRE: 1 1/4" TO 12"</p> <p style="text-align: center;"><b>APPLICATIONS TYPIQUES</b></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p><b>1. SOUPAPE DE SURETE POUR SERVICE DE STATION DE POMPAGE</b> Minimise la surpression lorsque les pompes sont mises en marche. La fermeture lente prévient les surpressions secondaires.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p><b>2. CONTROLE DE SORTIE DE POMPE</b> La vanne garde une pression constante en faisant dériver le débit en excès vers l'aspiration de la pompe.</p>																											
<div style="text-align: center;">  </div> <p><b>3. DETENDEUR DE SURPRESSION DE LA CONDUITE</b> La vanne minimisera les surpressions lors de la fermeture rapide de la vanne d'arrêt ou lors d'une diminution subite de la demande.</p>																												

7.2.1.5 Purgeur d'air (figure 7.1, équipements installés, item 22)

*a) Fonction*

Évacuer l'air qui peut pénétrer dans la conduite par les pompes.

*b) Caractéristiques*

Marque : Apco  
Modèle : 141 WD.1 ( 12 mm,)

*c) Fonctionnement*

L'air accumulé dans le purgeur entraîne le déplacement d'un flotteur. Lorsque le maximum est atteint, le flotteur libère un orifice par lequel l'air s'échappe. Le flotteur revient alors à la position normale et l'air s'accumule à nouveau.

**7.2.1.6** *Manomètre (figure 7.1, équipements installés, item 22)**a) Fonction*

Mesure la pression à la sortie des pompes et après les vannes de réduction de pression.

*b) Caractéristiques*

Marque : ASHCROFT  
Modèle : 45-1009-SS-4L-XLL-0-160

Manomètre à diaphragme et glycérine.

**7.2.1.7** *Débitmètre magnétique (figure 7.1, équipements installés, item 15)**a) Fonction*

Mesure le débit pompé vers le réseau de distribution d'eau.

*b) Caractéristiques*

Marque : Badgermeter  
Modèle : Magnetoflow  
Dimension : Ø 150 mm  
Type : électromagnétique

Isolant intérieur en téflon et peinture anti-corrosive à l'époxy. Comprend un indicateur et un transmetteur avec sortie 4-20 mA. Le signal est envoyé vers l'enregistrement.

**7.2.2** *Équipement de contrôle*

### 7.2.2.1 Description du panneau de contrôle

Le panneau de contrôle permet l'utilisation conjointe des quatre (4) pompes à turbine verticale selon la séquence décrite à la section ci-dessous. Les principales composantes du panneau de contrôle sont les suivantes :

- automate programmable;
- interface opérateur;
- modem;
- compteur d'heures;
- ampèremètres avec sélecteur de phase.

Il assure les fonctions suivantes :

- le démarrage et l'arrêt des pompes;
- l'alternance des pompes selon la régulation des interrupteurs de pression;
- le fonctionnement et la modulation des pompes à vitesse variable;
- l'enregistrement de la durée de fonctionnement de chaque pompe via un compteur d'heures mécanique;
- la transmission des alarmes sur un téléavertisseur;
- gérer les arrêts et départs des pompes des puits existants et proposés;
- enregistrement des alarmes de :
  - haut niveau;
  - bas niveau;
  - surcharge moteur;
  - surchauffe moteur;
- interface opérateur permettant de :
  - consulter les paramètres d'exploitation de la station;
  - entrer des données pour configurer la station;
  - afficher les alarmes;
  - consulter le registre d'alarme.

### 7.2.2.2 Séquence de fonctionnement des pompes

- En condition normale, une pompe à vitesse variable est maintenue en opération continue. L'ajustement de la pompe à vitesse variable doit permettre de suffire à la demande avec la meilleure efficacité énergétique.
- Les pompes à vitesse variable alternent automatiquement à toutes les semaines ou de façon manuelle.
- La deuxième pompe à vitesse variable démarre sur un signal de basse pression et après un délai de trente (30) secondes en cas de chute momentanée de la pression. La pompe s'arrête sur un signal de haute pression et après un délai de marche minimum de dix (10) minutes.

- La pompe à vitesse fixe relocalisée sert de pompe de remplacement aux pompes à vitesse variable.
- La pompe entraînée par un moteur diesel démarre lors d'une perte de réseau électrique. Au retour de l'alimentation, une pompe à vitesse variable est démarrée et la pompe diesel est arrêtée.

### 7.2.2.3 Interrupteurs haute et basse pression

Nombre : 4  
Marque : Ashcroft  
Modèle : LPD-N4-GG-S-25-100

L'interrupteur ferme un contact à une pression déterminée et ajustable.

### 7.2.2.4 Enregistrement des données (figure 7.1, équipements installés, item 25)

Un enregistreur numérique, modèle Hanna Screen de HANNA Instruments, permet de stocker et compiler les données suivantes :

- le débit mesuré par le débitmètre magnétique (débit d'eau distribuée);
- la pression à la distribution;
- le niveau des réserves (voir chapitre réservoir).

### 7.2.3 Alimentation et distribution électriques

Depuis le dernier poteau d'Hydro-Québec, le poste est alimenté via un conduit souterrain. Le système est composé des parties suivantes :

- un interrupteur principal de 600 A à fusible à une tension de 347/600V, 3 phases, 4 fils;
- un panneau 120/208V;
- 2 panneaux de contrôle avec variateurs de vitesse pour les pompes à vitesse variable;
- des panneaux avec interrupteur pour les pompes à vitesse fixe, la ventilation et les aérothermes.

L'éclairage intérieur 120 volts est contrôlé par les interrupteurs dans chacune des pièces. L'éclairage extérieur est contrôlé par une cellule photoélectrique. Un système d'éclairage d'urgence est aussi en place.

### 7.2.4 Ventilation et chauffage

#### a) Fonction

Le poste de surpression possède un système de ventilation afin d'assurer l'échange d'air et le contrôle de la température dans le bâtiment. Le système (V-1) est composé d'un ventilateur, volets motorisés, d'un serpentin électrique et de volets à feu.

### *b) Caractéristiques*

Ventilateur :

Marque : Greenheck  
Modèle : BSQ-7,5  
Capacité : 165 L/s (350 PCM)  
Accessoires : Filtres à air, manomètres, contrôles de régulation

Serpentin :

Marque : P.M. Wright  
Spécifications : 575V/3/60, 7,5 kW

Volets motorisés :

Nombre : 3  
Marque : Tempco  
Modèle : série 9000

En condition normale d'opération (mode automatique), le ventilateur fonctionne continuellement en basse vitesse. Les volets ouvrent au départ du ventilateur et le thermostat module le serpentin électrique afin de maintenir la température d'alimentation à son point de consigne. Le ventilateur peut aussi fonctionner en continu en mode manuel.

## **7.3 CONTRÔLE DU PROCÉDÉ**

### **7.3.1 Généralités**

Afin d'assurer le bon fonctionnement et une longue durée de vie des équipements mécaniques, électriques et civils et de minimiser les coûts de réparation, il est essentiel d'établir le programme de vérification et ainsi permettre une distribution et une qualité constantes de l'eau.

À cette fin, une tournée d'inspection quotidienne doit être effectuée systématiquement afin de détecter tout signe apparent ou audible d'une panne éventuelle. Un problème mineur, s'il n'est pas détecté ou corrigé à temps, peut dégénérer en un problème grave et coûteux.

Parallèlement à ces tournées d'inspection, un programme d'entretien préventif doit être établi selon les spécifications et instructions décrites dans les différents manuels des fournisseurs, tel que présenté à la section 7.5 du présent module.

### **7.3.2 Tournée d'inspection**

Les vérifications énumérées au tableau 7.1 doivent être effectuées lors de la tournée quotidienne d'inspection.

**Tableau 7.1 - Vérification et fréquences proposées**

Vérification ou intervention	Fréquence			Remarques
	Jour	Sem.	Mois	
Débits <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Consommation journalière</li> <li>➤ Consommation de nuit</li> <li>➤ Pointe horaire sur chaque plage de 4 heures</li> </ul>	X X X			
Pression de distribution	X			
Pompes de distribution <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ vérification visuelle et auditive</li> <li>➤ lecture et compilation des temps de marche</li> <li>➤ vérification ampérage et voltage</li> <li>➤ cycles manuels</li> <li>➤ consommation électrique</li> </ul>	X X		X X X	La lecture des temps de marche permet de diagnostiquer rapidement les problèmes de colmatage de pompes ou conduites, de mauvaise alternance des pompes et des débits anormaux.
Vanne de régulation de pression <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ nettoyage du tamis</li> <li>➤ simulation manuelle</li> </ul>		X X		
Panneau de contrôle <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ vérification intérieure</li> </ul>			X	Surveiller la présence de traces de condensation, de câble débranché ou de surchauffe.
Éclairage <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ vérification</li> </ul>		X		Changer les ampoules brûlées

### 7.3.3 Débits distribués

L'analyse des volumes journaliers distribués, des pointes horaires et débits de nuit est indispensable afin d'assurer une bonne gestion des équipements de pompage et d'identifier et quantifier les fuites sur le réseau de distribution. Cette pratique est prévue dans le *Guide de conception des installations de production d'eau potable*. L'opérateur de la station doit ainsi, au minimum, consigner les valeurs horaires de débit distribué. Un exemple de registre est présenté à l'annexe 7-1.

### 7.3.4 Pression d'opération

La stabilité de la pression à la sortie du poste de distribution témoigne du bon fonctionnement des équipements de contrôle et de l'alimentation du réseau de distribution. Il est possible, lors de pénurie d'eau, de limiter la consommation en abaissant la pression de distribution. Cependant, la pression de distribution ne devrait pas être inférieure à 210 kPa (30 psi) afin de maintenir une pression positive dans tous les secteurs du réseau. À l'inverse, lors d'un incendie, il est possible de satisfaire un besoin supplémentaire de débit dans le réseau de distribution en augmentant celle-ci.

### 7.3.5 Journal d'exploitation

L'opération d'un poste de distribution d'eau potable nécessite des visites régulières pour effectuer :

- des analyses;
- des observations;
- des vérifications;
- des lectures;
- des commentaires;
- des interprétations;
- des ajustements.

Toute cette information doit être compilée sous forme de rapports hebdomadaires et mensuels dans un journal d'exploitation. Ainsi, l'inscription de ces données fournit à l'opérateur des références sur le rendement du poste, les problèmes saisonniers, les coûts d'exploitation et autres. Ce journal d'exploitation est la référence principale pour la préparation du rapport annuel. Il aide également lors de situations problématiques où il faut trouver les conséquences d'un mauvais fonctionnement d'un équipement de pompage. La règle générale est qu'il n'y a jamais de données superflues.

### 7.3.6 Visites journalières

- À chaque jour, l'opérateur inscrit au rapport les observations, les lectures, les vérifications et les commentaires qui sont requis.
- Les observations sont compilées selon le modèle présenté à l'annexe 7-1.

### 7.3.7 Procédures de vérification

La présente section présente les procédures de vérification particulières.

#### *Étalonnage des pompes*

À l'aide des courbes spécifiques à chacune des pompes et de la pression de distribution, vérifier régulièrement si le débit théorique correspond au débit pompé instantané enregistré au débitmètre magnétique. Les écarts importants indiqueront un problème d'usure ou de fonctionnement de la pompe, ou encore un problème de lecture du débitmètre magnétique.

#### *Alternance des pompes*

L'automate commande une alternance hebdomadaire automatique des 2 pompes à vitesse variable. La journée et l'heure de la permutation peuvent être programmées à partir de l'interface opérateur du panneau de contrôle. **L'opérateur devrait ajuster ces consignes de façon à être présent lors de cette opération.**

#### *Panneau de contrôle.*

Une série de lampes-témoins permettent de détecter les défauts du système de pompage. Un bouton d'essai permet de vérifier le bon fonctionnement des lampes.

## 7.4 PROCÉDURES PARTICULIÈRES D'OPÉRATION

### 7.4.1 Généralités

La présente section résume les principaux renseignements relatifs à l'opération dans des conditions particulières pouvant être rencontrées. Il est évident que la liste dressée ne peut couvrir l'ensemble des situations qui peuvent survenir éventuellement. Il s'agit plutôt des cas les plus fréquents et les plus probables.

Aux prises avec une situation d'urgence, l'opérateur doit toujours consulter son supérieur immédiat ou, du moins, l'aviser après coup si une action immédiate s'impose. Le texte de cette section doit être lu, discuté et complété en groupe par toutes les personnes concernées pour s'assurer d'un minimum de cohérence lors de prise de décision rapide. De plus, il devrait être approuvé par le responsable des mesures d'urgence de la municipalité.

Avant toute intervention de l'opérateur, celui-ci doit savoir qu'il est entièrement responsable de la bonne utilisation des équipements. Par conséquent, il doit connaître parfaitement le fonctionnement et le rôle de chaque appareil et les relations directes ou indirectes des équipements entre eux.

Pour cela, l'opérateur doit :

- détenir la formation requise par le Règlement sur la qualité de l'eau potable;
- prendre connaissance des installations du présent manuel d'opération et des guides de fonctionnement et d'entretien des équipements;
- maintenir à jour un carnet de bord comprenant toutes les données de fonctionnement pour chaque équipement;
- maintenir en état de fonctionnement chaque équipement en assurant leur entretien régulier et les réparations éventuelles;
- maintenir à jour le dossier technique de maintenance et de réparation des équipements mécaniques et électriques.

#### 7.4.2 Arrêt de la distribution

Pour différentes raisons, la distribution d'eau peut être interrompue. Si la durée de l'interruption est telle que la pression dans le réseau tombe à zéro, il est recommandé d'émettre un avis d'ébullition par mesure préventive jusqu'à ce que les contrôles bactériologiques confirment la qualité de l'eau et d'aviser le MENV ainsi que le MSSS. Il se peut qu'en certains endroits, le réseau se retrouve en pression négative et il y a alors possibilité d'infiltration d'eaux contaminées. À cette fin, l'opérateur doit lors de la remise en opération des équipements et du retour aux conditions normales de distribution, faire des prélèvements au centre et aux extrémités du réseau et faire effectuer les contrôles bactériologiques réguliers par le laboratoire accrédité.

#### 7.4.3 Incendie

En cas d'incendie, la demande d'eau étant plus importante, la deuxième pompe à vitesse variable démarrera sur un signal de basse pression et après un délai de trente (30) secondes en cas de chute momentanée de la pression. La pompe s'arrêtera sur un signal de haute pression et après un délai de marche minimum de dix (10) minutes. Cependant, par mesure préventive, l'opérateur devrait toujours être averti de l'incendie afin qu'il puisse porter une attention particulière sur le niveau des réservoirs et le fonctionnement des pompes.

## 7.5 ENTRETIEN PRÉVENTIF

Afin d'assurer le bon fonctionnement et une longue durée de vie des équipements mécaniques, électriques et civils et de minimiser les coûts de réparation, il est essentiel d'établir un programme d'entretien préventif. Cette section présente la liste des équipements nécessitant un entretien préventif. On y retrouve un sommaire des tâches d'entretien à effectuer sur les différents équipements. À l'aide de l'information sur les équipements donnée aux sections précédentes, l'exploitant doit compléter son fichier d'entretien préventif.

La fiche d'entretien préventif contient au minimum les informations mentionnées ci-après :

### Données sur l'équipement

- Description de l'équipement
- Date de l'installation
- Numéro de modèle et de série
- Emplacement
- Spécifications électriques et mécaniques
- Coordonnées du fournisseur

### Calendrier d'entretien

- Entretien recommandé
- Code d'intervention (établi par l'opérateur)
- Produit et quantité nécessaires
- Fréquence des tâches
- Référence au manuel des fournisseurs

### Historique des réparations

- Date
- Description des travaux effectués
- Pièces
- Coûts
- Durée du travail
- Initiales de l'opérateur

Le tableau suivant donne un exemple des travaux d'entretien et de leur fréquence.

Tableau 7.2 - Entretien préventif

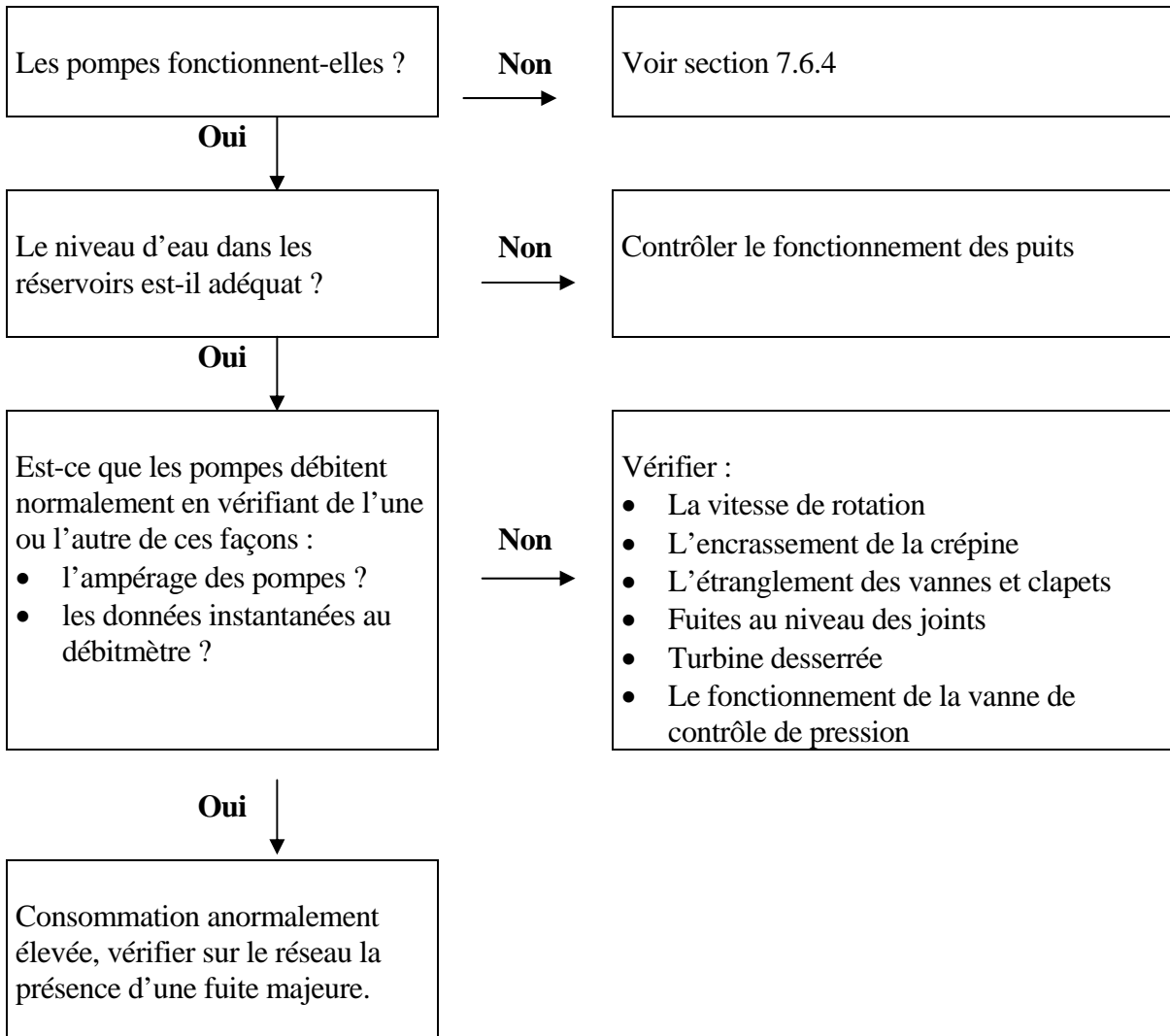
Équipement entretien préventif	Fréquence	Référence
<b>Mécanique</b> Pompes : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ vérification des turbines</li> <li>➤ vérification des anneaux d'usure</li> <li>➤ vidange d'huile</li> <li>➤ contrôle de l'état des câbles d'alimentation</li> <li>➤ serrer l'ensemble des vis et écrous</li> <li>➤ calibration pompes et combinaison des pompes (voir procédure et annexe)</li> </ul>	Première inspection après 1 semaine de fonctionnement et ensuite aux 2 000 heures ou au moins 1 fois par année.  Après 3 ans de service ou 6 000 heures de fonctionnement, vérification par une firme spécialisée.	Manuel d'opération et d'entretien (voir chapitre 1)
Panneau de contrôle : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ serrer l'ensemble des contacts</li> <li>➤ nettoyage des contacteurs</li> </ul>	1 fois / année (l'entretien doit être effectué par un électricien qualifié)	
Sonde de pression : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ vérifier l'ajustement des points de consigne</li> </ul>	3 mois	
Débitmètre magnétique : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ valider le débit</li> </ul>	1/mois	
Vannes papillons : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ manipuler manuellement</li> </ul>	1/mois	
Purgeur d'air : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ démonter et nettoyer</li> </ul>	1/4 mois	
<b>Électricité</b> <b>Remarque importante :</b> L'entretien des équipements à l'intérieur du panneau électrique doit être confié à un électricien qualifié, familier avec les équipements électriques industriels.		

## 7.6 PROBLÈMES ET SOLUTIONS

### 7.6.1 Généralités

Les solutions aux problèmes pouvant survenir au système de pompage sont présentées sous forme de guide diagnostique. Un enchaînement logique de questions est proposé afin de permettre d'accélérer le processus.

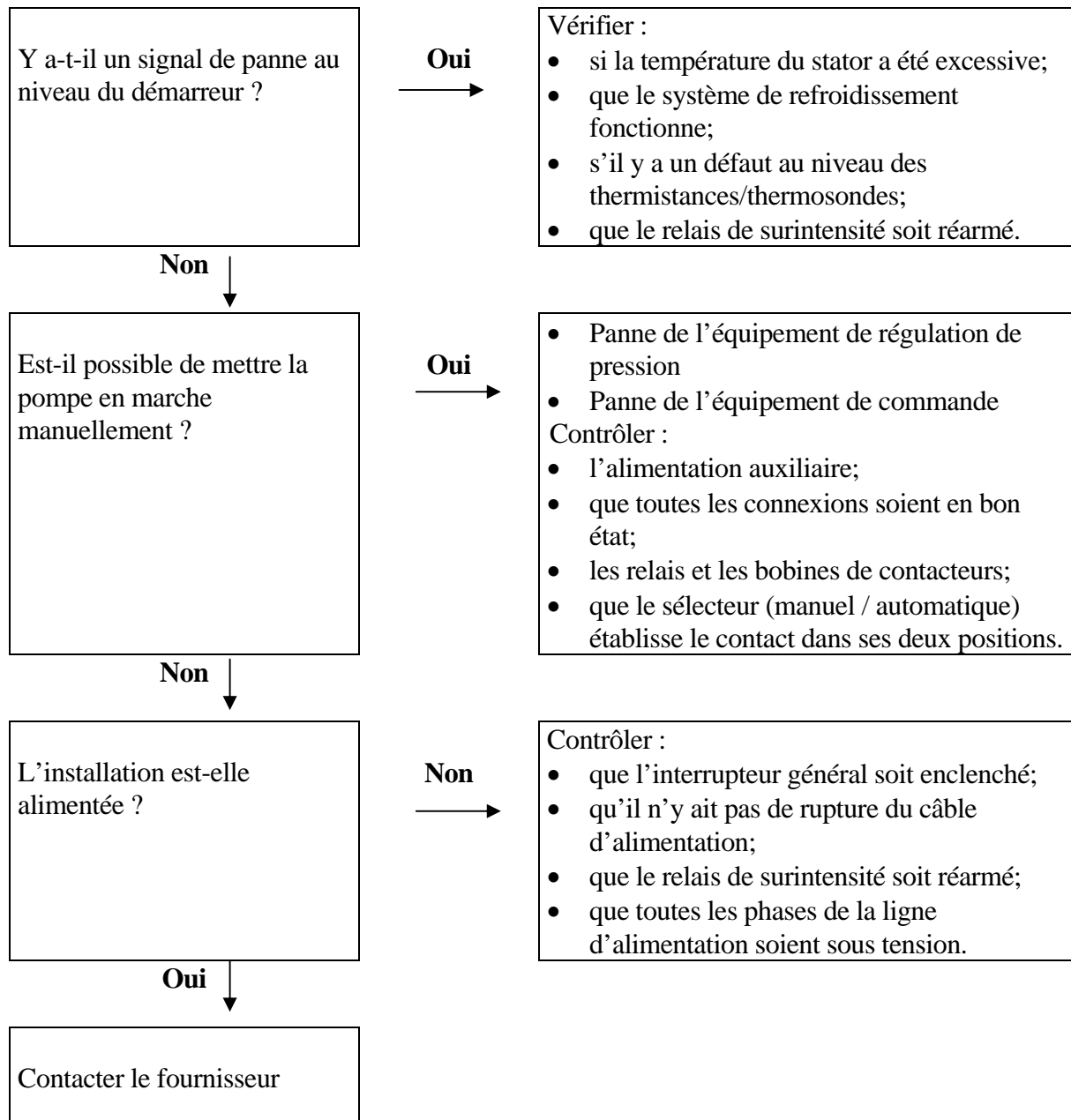
### 7.6.2 Alarme de basse pression



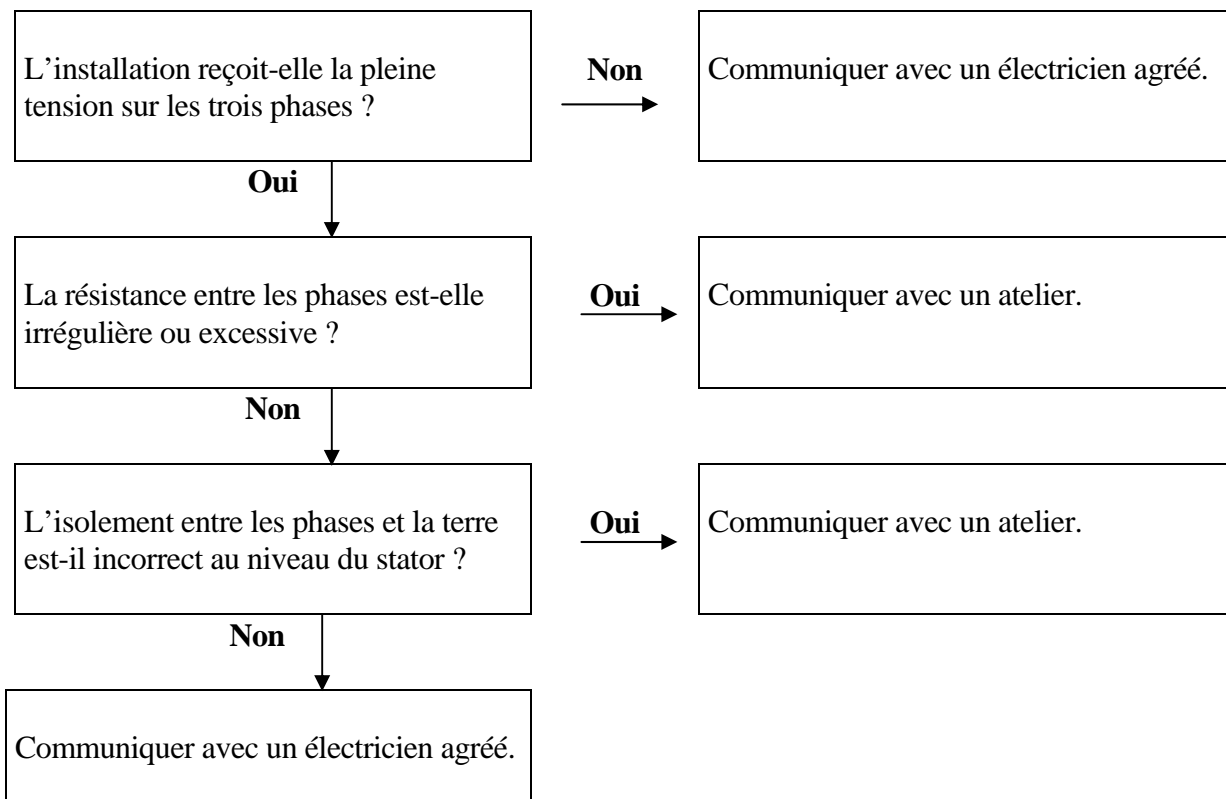
### 7.6.3 Alarme de haute pression

Vérifier le fonctionnement de la vanne de contrôle de pression

### 7.6.4 La pompe ne démarre pas



### 7.6.5 La pompe démarre mais le disjoncteur saute



### 7.6.6 La pompe vibre anormalement

#### Possibilités :

- déséquilibre du moteur;
- paliers moteur mal assis;
- raccord d'entraînement du moteur déséquilibré;
- défaut d'alignement de la pompe, des moulages, de la tête de roulement ou de la colonne;
- arbre faussé;
- paliers de pompe usés;
- turbine encrassée ou matières étrangères dans la pompe;
- niveau d'eau du réservoir insuffisant.



**ANNEXE 7-1**  
**Fiche du journal d'exploitation**







## CHAPITRE 8

<b>8.</b>	<b>LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL RELIÉES AU CAPTAGE DES EAUX SOUTERRAINES.....</b>	<b>8-3</b>
8.1	Introduction .....	8-3
8.2	Le captage des eaux souterraines .....	8-3
8.3	L'enlèvement du fer et du manganèse par filtration sous pression.....	8-5
	8.3.1 Le filtre sous pression .....	8-5
	8.3.2 Le permanganate de potassium.....	8-6
	8.3.3 La manutention des contenants de permanganate de potassium.....	8-8
	8.3.4 Le dosage du permanganate de potassium.....	8-9
8.4	La chloration via un bassin de contact .....	8-11
	8.4.1 L'hypochlorite de sodium .....	8-11
	8.4.2 La manutention d'hypochlorite de sodium .....	8-12
	8.4.3 Le dosage d'hypochlorite de sodium .....	8-13
8.5	La désinfection par rayonnement ultraviolet .....	8-14
8.6	Le pompage et la distribution à partir de réservoirs souterrains .....	8-15
8.7	Le cadénassage.....	8-18
	8.7.1 La définition du cadénassage .....	8-18
	8.7.2 La démarche d'implantation d'une méthode de cadénassage.....	8-18
Annexe 8-1	La procédure d'entrée en espace clos .....	8-23
Bibliographie	.....	8-37



## **8. LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL RELIÉES AU CAPTAGE DES EAUX SOUTERRAINES**

### **8.1 INTRODUCTION**

*{Ce chapitre regroupe tous les éléments reliés à la santé et à la sécurité au travail en relation avec l'opération et l'entretien des équipements et ouvrages présentés dans les chapitres 3 à 7. Il a été rédigé essentiellement à partir du manuel de référence de l'APSAM intitulé « La santé et la sécurité du travail reliées aux transports et aux traitements des eaux ». Pour plus d'information, consulter [www.apsam.com](http://www.apsam.com) }.*

Les auteurs ont établi comme objectifs d'amener l'opérateur qui applique le manuel à :

- interpréter les risques liés au captage des eaux souterraines;
- connaître les risques liés à la manutention, au dosage et à l'utilisation de produits chimiques comme le permanganate de potassium et l'hypochlorite de sodium;
- respecter la réglementation en matière de santé et sécurité au travail;
- mettre l'emphase sur la prévention à la source;
- mettre en pratique les données extraites des fiches SIMDUT;
- utiliser des mesures de sécurité appropriées;
- apprendre à compléter les fiches de prévention applicables aux postes de travail visés;
- respecter la procédure de cadenassage et d'entrée en espace clos.

### **8.2 LE CAPTAGE DES EAUX SOUTERRAINES**

Le captage des eaux souterraines a souvent lieu en milieu isolé par des puits pompés s'approvisionnant à même la nappe phréatique ou à plus grande profondeur. De par leur isolement, les installations peuvent donc faire l'objet de vandalisme. Il y a des risques de fuites avec dégagement de pression lors du travail sur une conduite pressurisée ou sur les accessoires s'y rapportant (vanne, clapet, régulateur de pression, pompe, etc.). Il faut en outre se méfier des dangers d'électrisation et même d'électrocution lors de l'emploi d'outillage électrique ou de travaux sur les composantes électriques des systèmes de pompage, particulièrement en présence d'eau. En outre, il peut se produire des chutes sur une surface mouillée ou rendue glissante en raison de la condensation à la surface de la tuyauterie. Enfin il y a risque de surchauffe et même d'incendie en provenance de composantes électriques (filage, transformateur, démarreur, moteur, etc.) pouvant entrer en contact avec des matériaux combustibles.

## LA PRÉVENTION À LA SOURCE

- Établir un moyen de communication efficace intermittent ou continu avec le travailleur, lorsque ce dernier se trouve dans un lieu isolé où il lui est impossible d'avoir recours facilement à de l'assistance.
- Afin d'éviter l'apparition de flaques d'eau sur les planchers, il faut corriger immédiatement toute fuite émanant des équipements et, si nécessaire, installer des goulottes et des drains alimentant un puisard.
- Procéder au cadenassage d'équipements lorsqu'il faut intervenir sur ceux-ci pour en faire la réparation ou l'entretien.
- Prévenir une fuite accidentelle en cadenassant les accessoires permettant d'isoler l'équipement, ou la portion de tuyauterie en cause, en position FERMÉE et en purgeant celle-ci.
- Les dispositions du *Code canadien de l'électricité* doivent être scrupuleusement respectées en ce qui concerne l'installation électrique alimentant l'ensemble des différents équipements.
- L'installation de tapis non conducteurs permet, dans les endroits à risques, de limiter les dangers d'électrisation.
- Pour les bâtiments se situant souvent à l'écart des installations principales, et parfois même dans des endroits éloignés, il y a lieu de toujours en verrouiller l'accès en dehors des heures de visite.

## LES PRÉCAUTIONS COMPLÉMENTAIRES

- Veiller à assécher le plancher de la station de relèvement à la suite des opérations de vidange ou d'entretien.
- Peinturer les équipements pressurisés, comme les conduites et ces accessoires, permettra de diminuer la corrosion de surface, ainsi que de localiser plus rapidement une fuite.
- Il y a lieu de suivre à la lettre les dispositions du programme d'entretien suggéré par le manufacturier des différents équipements.
- Lors d'utilisation d'accessoires portatifs actionnés à l'électricité, n'avoir recours strictement qu'à ceux qui sont munis d'une mise à la terre (*ground*) ou encore ceux qui sont doublement isolés. En outre, l'emploi d'un disjoncteur différentiel de mise à la terre (GFI) sur l'alimentation de 120/240 volts constitue en soi une protection incontournable lorsqu'il y a présence d'eau à proximité.
- Une inspection périodique des installations est de mise afin de s'assurer du bon état des équipements.
- Munir le bâtiment d'extincteurs de type ABC en nombre suffisant.

## 8.3 L'ENLÈVEMENT DU FER ET DU MANGANÈSE PAR FILTRATION SOUS PRESSION

### 8.3.1 Le filtre sous pression

Dans des installations servant à l'enlèvement du fer et du manganèse contenus dans les eaux souterraines, il est courant de recourir à l'utilisation de filtres sous pression. Ceux-ci permettent de réaliser un procédé compact qui utilise généralement la tête d'eau générée par les pompes des puits pour approvisionner le contenant du média filtrant. Comme le média filtrant est dans un vase clos, il a l'avantage d'être complètement isolé du reste des installations. Par contre, pour y pénétrer, il faudra appliquer la procédure d'entrée en espaces clos. C'est donc à ce moment qu'apparaissent les principaux risques pour la santé et la sécurité du travailleur comme :

- glissade sur une surface mouillée, lors des travaux d'inspection et d'entretien;
- émanation de vapeurs des produits dosés avant cette étape du procédé;
- remplissage accidentel lors de travaux de nettoyage ou d'entretien;
- infection contractée au contact des eaux non désinfectées ou encore d'équipements rouillés et souillés;
- électrisation et même électrocution lors de l'emploi d'outillage électrique ou de travaux sur des équipements électriques, particulièrement en présence d'eau;
- cognement sur les conduites des filtres et leurs composantes (vanne, clapet, opérateur, etc.);
- blessures accidentelles occasionnées par la manutention des mécanismes actionnant les vannes;
- irritation des yeux et de la peau à la suite d'un contact avec un produit chimique servant au traitement du fer et du manganèse ou au nettoyage des installations.

### LA PRÉVENTION À LA SOURCE

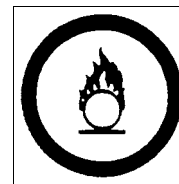
- Procéder au cadenassage des équipements permettant l'approvisionnement du filtre, son lavage ou tout retour d'eau dans le filtre, lorsqu'il faut intervenir sur ces composantes.
- Afin d'éviter tout remplissage accidentel d'un filtre, au moment où du personnel y travaille, fermer les vannes et la pompe de lavage pouvant l'alimenter en les cadenassant.
- Identifier adéquatement les conduites et leurs accessoires en indiquant leur sens d'écoulement ou de fonctionnement.
- Installer les gardes appropriées sur des mécanismes de transmission externes.
- Entretien, rebâtir et, si nécessaire, remplacer les vannes servant à opérer le filtre et dont la manipulation exige une force excessive.
- Les dispositions du *Code canadien de l'électricité* doivent être scrupuleusement respectées en ce qui concerne l'installation électrique alimentant l'ensemble des équipements desservant un filtre.

### LES PRÉCAUTIONS COMPLÉMENTAIRES

- Veiller à bien assécher le plancher situé sur le pourtour du filtre à la suite des opérations d'entretien ou d'un débordement accidentel.
- Lors de la lubrification des divers mécanismes auxiliaires, porter des gants, lunettes de sécurité ainsi qu'un tablier ou sarrau de travail.
- Lors de travaux de nettoyage ou encore d'entretien nécessitant de pénétrer à l'intérieur du filtre, revêtir un casque de sécurité, des bottes avec embouts protecteurs, des gants caoutchoutés ou enduits de CPV ainsi qu'un imperméable et des lunettes de sécurité monocoques. Utiliser la protection respiratoire indiquée (masque filtrant à membrane et/ou à cartouche, respirateur autonome, etc.) sur la fiche signalétique du produit utilisé comme agent nettoyant.
- Il y a lieu de suivre à la lettre les dispositions du programme d'entretien suggéré par le manufacturier des différents équipements.
- L'emploi d'un percuteur conçu ou adapté à cette fin ou encore d'un bras de force peut faciliter la manipulation de vannes requérant une force physique appréciable.
- Lors d'utilisation d'accessoires portatifs actionnés à l'électricité, n'utiliser strictement que ceux qui sont munis d'une mise à la terre (*ground*) ou encore ceux qui sont doublement isolés. En outre, le recours à un disjoncteur différentiel de mise à la terre (GFI) sur l'alimentation de 120/240 volts, constitue en soi une protection incontournable lorsqu'il y a présence d'eau.

### 8.3.2 Le permanganate de potassium

Le permanganate de potassium est un oxydant puissant aux propriétés corrosives. Il est principalement utilisé dans le cadre de la purification de l'eau potable pour précipiter le fer et le manganèse ainsi que pour atténuer certains goûts et odeurs désagréables.



Le permanganate de potassium est disponible sous forme sèche uniquement. C'est un solide qui se présente sous l'aspect de cristaux pourpres foncés dégageant un reflet bleu métallique. Il est disponible en petit baril ou en chaudière pesant de 25 à 50 kg ou encore en baril de 150 à 250 kg de capacité. Les matériaux constituant ces contenants sont normalement du plastique ou encore une paroi d'acier doublée de plastique. Les chaudières et barillets sont livrés sur des palettes pouvant atteindre une tonne de capacité.

Lorsque le produit est chauffé à plus de 160°C, il dégage spontanément de l'oxygène, ce qui peut accroître dangereusement les risques de combustion. Les substances incompatibles avec le *permanganate* sont principalement : les agents réducteurs, les substances basiques puissantes, les acides minéraux, les combustibles, les matières organiques, le peroxyde d'hydrogène, l'acide chlorhydrique, l'acide nitrique ainsi que l'acide sulfurique. La concentration dans l'air ambiant doit se limiter à 5 mg/m<sup>3</sup> en manganèse élémentaire. Les propriétés toxicologiques du permanganate de potassium sont décrites ci-après :

- **Inhalation** - Le produit peut irriter gravement le nez, la gorge et les voies respiratoires. Une exposition répétée ou prolongée peut entraîner la toux, un écoulement nasal, une broncho-pneumonie, un œdème pulmonaire ainsi qu'une diminution de la fonction respiratoire. Les effets précités peuvent se manifester après un certain temps.
- **Contact cutané** - En solution diluée, ce produit peut entraîner des irritations de la peau. Les solutions concentrées peuvent produire des douleurs cutanées ainsi que de graves brûlures en profondeur. Une exposition prolongée et répétée à des concentrations diluées entraîne souvent une irritation, des rougeurs, des douleurs, un assèchement de la peau et l'apparition de crevasses.
- **Contact oculaire** - En solution diluée, ce produit peut causer des irritations aux yeux. Étant très corrosif, le produit concentré entraîne des douleurs immédiates accompagnées de brûlures et de lésions permanentes pouvant conduire à la cécité. Il peut endommager la cornée et peut produire une conjonctivite.
- **Ingestion** - Le produit cause des irritations accompagnées de sensation de brûlure dans la bouche, la gorge, les voies respiratoires et l'abdomen. Le produit peut porter atteinte aux reins et au foie ainsi qu'entraîner une respiration rapide et irrégulière.

#### LA PRÉVENTION À LA SOURCE

- Les endroits où peuvent se retrouver des poussières du produit doivent être équipés de ventilateurs d'évacuation suffisants et constitués de matériaux à l'épreuve de la corrosion. À noter que la ventilation générale du bâtiment doit fournir un apport d'air suffisant afin d'éviter l'apparition d'une pression négative dans la pièce.
- Il y a lieu de réduire au maximum la dissémination des poussières. Ventiler les espaces clos avant d'y pénétrer.
- Ne jamais entreposer ou manipuler ce produit à proximité d'acides et de bases fortes.
- Éviter les contacts avec les substances incompatibles alors que le produit peut réagir en présence de matière organique.
- Recourir à des matériaux incombustibles comme le béton pour la construction de la salle d'entreposage et de dosage.
- Stocker dans un lieu frais et bien ventilé, à l'abri de la chaleur (moins de 40°C), des étincelles ainsi que des flammes.
- Tenir les contenants fermés, puisque le *permanganate* est une substance qui a la propriété d'absorber et de retenir l'humidité (hygroscopique). Ce faisant, il s'agglutine et durcit rapidement, ce qui complique ensuite sa manutention.
- Pour ce qui est de l'approvisionnement d'un doseur par chaudière ou barillet, recourir à une trémie de chargement pouvant isoler ou encore aspirer les poussières émises lors de l'opération de remplissage.

#### LES MESURES DE SÉCURITÉ COMPLÉMENTAIRES

- Lors de la livraison des contenants, recourir à une aide mécanique tel qu'un chariot à fourches pour véhiculer les palettes ou un diable pour transporter les barils.
- Installer une fontaine oculaire ainsi qu'une douche averse à proximité des installations de dosage et de manutention.
- Lors d'un déversement accidentel du réactif sec, le ramasser immédiatement et disposer dans un site d'enfouissement autorisé, puis bien rincer le reste à grande eau après l'avoir neutralisé avec du carbonate ou du bicarbonate de sodium.
- Ne jamais recourir à de l'air comprimé pour nettoyer les lieux ou les équipements contaminés par le produit.
- Lorsque le risque de contact avec la solution de *permanganate* est peu élevé, comme au moment de la calibration de la pompe doseuse, recourir à des gants, des lunettes de sécurité mono-coques anti-acides et un tablier imperméable.
- Lorsque les risques d'éclaboussement et de contact avec le produit sec ou en solution sont élevés, un imperméable, des bottes et un casque de sécurité avec visière doivent s'ajouter aux équipements de protection mentionnés précédemment.
- Si des poussières ou des aérosols du produit sont présents au moment de ces interventions, ajouter à la protection personnelle précédemment mentionnée un masque antipoussières approuvé NIOSH/MSHA.
- Lorsque la concentration dans l'air ambiant du réactif dépasse  $100 \text{ mg/m}^3$  ou que ce dernier devient perceptible, on recommande le port d'un respirateur à adduction d'air (dont l'apport d'air provient de l'extérieur de la pièce à partir d'un compresseur destiné à cet usage et/ou de bonbonnes d'air comprimé).
- Ne jamais se servir de torches pour couper ou souder les récipients métalliques ayant contenu ce produit et en disposer promptement.
- Il est recommandé de bien se laver avec de l'eau et du savon et de nettoyer les vêtements contaminés après avoir manipulé du *permanganate*.

### 8.3.3 La manutention des contenants de permanganate de potassium

Le chariot à fourche demeure, avec le diable, les aides mécaniques les plus appropriés pour faire cheminer les contenants de *permanganate* jusqu'à leur lieu de stockage. La prévention passe par des conditions adéquates d'éclairage des lieux. Les granules de ce produit absorbent l'humidité de l'air ambiant, ce qui peut nuire à leur manipulation subséquente. Il faut donc toujours refermer de façon étanche un contenant qui est partiellement entamé.

### 8.3.4 Le dosage du permanganate de potassium

Le *permanganate* est habituellement ajouté au procédé par un doseur volumétrique qui permet sa mise en solution. Cet appareil est normalement constitué de trois sections principales. Sa partie supérieure, appelée trémie, contient le produit chimique qui l'alimente. La trémie est parfois surmontée d'un cône de chargement permettant de stocker suffisamment de réactif. Au centre du doseur, se trouvent les éléments électromécaniques qui

permettent un apport calibré du produit : moteur, transmission et mécanismes d'entraînement favorisant l'écoulement gravitaire du *permanganate* à partir de la trémie.

Dans la partie inférieure, se situe le bac qui reçoit le réactif sec et le transforme en une solution qui s'acheminera jusqu'au point de dosage. À ce niveau on retrouve normalement un mélangeur ainsi que les dispositifs d'apport et de régulation d'eau de dilution. L'écoulement de la solution chimique vers son point d'addition au procédé est généralement assuré par un éjecteur ou encore par une pompe. Les installations comportant un doseur à sec peuvent occasionner plusieurs dangers potentiels pour le travailleur. Ainsi l'approvisionnement en *permanganate* peut dégager des poussières toxiques.

Il peut y avoir des risques de se coincer un membre, principalement au niveau des mécanismes de transmission externes comportant une courroie et des poulies. En outre, le démontage de la tuyauterie desservant le bac de mélange peut produire un éclaboussement de la solution de réactif accompagné d'un dégagement de pression. Une intervention sur le moteur électrique peut comporter un risque d'électrocution si les conditions pour ce faire sont réunies. Le plancher, rendu glissant par une fuite de solution, peut accentuer les dangers de faux mouvement et même de chute. Enfin, lors d'une intervention sur la cuve du doseur, il y a un risque de contact avec le produit dilué, ainsi qu'avec l'agitateur en mouvement qui assure la dissolution du *permanganate*.

## LA PRÉVENTION À LA SOURCE

- Identifier adéquatement les installations de dosage de *permanganate*.
- Afficher l'étiquette du fournisseur SIMDUT sur les lieux de travail.
- Respecter les directives du fabricant quant à l'installation du doseur.
- Choisir les composantes du doseur résistant le mieux au *permanganate*.
- Prévoir à proximité un drain de plancher et y raccorder la vanne de vidange de la cuve de dissolution.
- Maintenir en place les gardes de sécurité protégeant le personnel des mécanismes de transmission externes, telles que les courroies et poulies.
- Équiper la trémie d'un dispositif de chargement approprié permettant d'éviter le dégagement de poussières dans l'air ambiant sinon, pourvoir à l'installation d'une ventilation suffisante.
- Assurer une mise à la terre réglementaire des moteurs d'entraînement du doseur et du mélangeur de la cuve de dissolution.

## LES MESURES DE SÉCURITÉ COMPLÉMENTAIRES

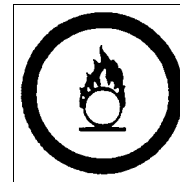
- Respecter le programme d'entretien suggéré par le manufacturier du doseur.
- Cadenasser les vannes et interrupteurs requis lors d'intervention sur le doseur, sur ses accessoires ainsi que sur le mélangeur lors d'intervention sur la cuve de dissolution.
- Colmater immédiatement toute fuite de *permanganate* sec et maintenir les lieux propres afin d'éviter de se contaminer avec des poussières de ce produit.

- Rincer adéquatement les composantes internes imprégnées de la solution de *permanganate* avant d’y travailler.
- Éviter d’utiliser de l’air comprimé pour nettoyer la trémie et ainsi répandre la poussière du réactif dans l’atmosphère ambiante.
- Corriger sans tarder les fuites ou pertes d’écoulement pouvant se former au niveau du bac de dissolution comme sur la tuyauterie.
- Rendre disponible sur le site la fiche signalétique SIMDUT.
- Afficher les numéros de téléphone d’urgence.
- Porter les accessoires de protection personnelle requis pour l’intervention.
- Avoir une douche oculaire ainsi qu’une douche averse disponibles à proximité immédiate des installations de dosage.

## 8.4 LA CHLORATION VIA UN BASSIN DE CONTACT

### 8.4.1 L'hypochlorite de sodium

L'hypochlorite de sodium en solution, plus communément appelé *eau de Javel*, est un des produits les plus utilisés à travers le monde. Dans les stations de production d'eau potable ainsi que sur les réseaux d'aqueduc, il pourra servir à la désinfection de l'eau distribuée.



L'eau de Javel est disponible sur le marché, à des concentrations variant entre 5 à 15 % en chlore. Néanmoins, c'est la solution à 12 % qui a la faveur du traiteur d'eau et dont l'utilisation est la plus répandue. En ce qui concerne les formats de livraison, les plus populaires sont les contenants de 3,6 à 22,5 litres, 100 à 220 litres ainsi qu'en vrac. La solution d'hypochlorite de sodium est à la fois corrosive et oxydante. C'est un produit qui craint la lumière et la chaleur excessive. Il peut, dans certaines conditions, laisser échapper des émanations contenant du chlore en concentration dangereuse.

Ainsi, l'eau de Javel est incompatible avec les acides, leur contact pouvant provoquer des émanations de chlore en concentration dangereuse. En outre, le contact avec des substances organiques peut provoquer des risques d'incendie. Le contact avec la peau et les yeux peut causer des brûlures sévères alors que l'ingestion de la solution et l'inhalation de vapeurs causeront des irritations et des douleurs internes.

### LA PRÉVENTION À LA SOURCE

- L'entreposage des contenants d'eau de Javel se fait dans une salle qui protège de la lumière et dont la température ambiante est toujours maintenue entre 10°C et 30°C. Les contenants doivent être maintenus à l'écart des acides, de l'ammoniac et de diverses substances organiques (ex : bois, tissus, papier, huiles, graisses, etc.).
- L'entreposage en vrac se fait dans des cuves avec couvercle en plastique, tel que le polyéthylène ou le fibre de verre, respectant les mêmes précautions que pour les contenants d'eau de Javel. En outre, il faudra prévoir pour cette pièce un taux minimal de trois changements d'air à l'heure.
- L'équipement assurant la ventilation devra être fabriqué de matériaux résistants à la corrosion initiée par le chlore. L'apport d'air se fait par le haut, diamétralement opposé au soutirage, alors que celui-ci se fait à quelques dizaines de centimètres du sol, puisque le chlore est un gaz plus lourd que l'air.
- Pour plus de précautions, les cuves d'entreposage seront étanches et munies d'un évent constitué d'une conduite en matière plastique les raccordant à l'extérieur. Un trop-plein et/ou une alarme protégeront le personnel d'un risque de débordement.

- Une attention toute particulière doit être apportée, lors de l'installation ou de la réparation de conduites, afin d'assurer l'étanchéité des raccords, puisque les solutions d'hypochlorite ont tendance à suinter à travers les joints filetés.
- L'eau de Javel a la propriété de réagir avec les métaux en libérant de l'oxygène, ce qui accroît les risques d'incendies. Il faut donc éviter tout contact entre l'eau de Javel et les métaux. En outre, les équipements électriques doivent être, de préférence, installés à l'extérieur de la salle d'entreposage afin d'éviter leur corrosion par le chlore, ainsi que la possibilité de courts-circuits pouvant en découler.

## LES PRÉCAUTIONS COMPLÉMENTAIRES

- Une fontaine pour les yeux ainsi qu'une douche averse doivent être disponibles sur les lieux d'entreposage et de manutention.
- Il faut porter des lunettes étanches de type monocoque, des gants ainsi qu'un tablier de plastique ou de caoutchouc lorsqu'on manipule le produit. Des bottes du même matériel compléteront le tout lors d'un déversement.
- Lors d'émanation de chlore, le port d'un respirateur autonome est requis au moment de l'intervention.
- Lors de déversement, rincer à grande eau vers le drain le plus proche. La neutralisation du produit peut être obtenue à l'aide de bisulfate ou de sulfite de soude.
- Si l'eau de Javel a été renversée sur les vêtements, laver immédiatement ceux-ci; prendre une douche d'une durée minimale de quinze minutes si la peau a été touchée ou jusqu'à ce qu'un soulagement durable soit obtenu, puis consulter un médecin. Consulter la fiche signalétique du produit pour plus d'information à ce sujet.

### 8.4.2 La manutention d'hypochlorite de sodium

L'hypochlorite de sodium peut être livré dans des contenants de capacités diverses selon la disponibilité du fournisseur et les besoins de l'utilisateur. Les plus populaires vont de la cruche de 20 litres au « cubitainer » de plus de 1 000 litres en passant par le baril dont la capacité voisine les 200 litres. On aura donc recours aux aides mécaniques appropriées pour transporter à destination les contenants trop pesants. Ainsi le chariot à fourches est fait sur mesure pour véhiculer les « cubitainers » ou encore tous récipients empilés sur une palette. Les barils peuvent se mouvoir plus facilement à l'aide de diables spécifiquement conçus à cet effet. En ce qui concerne l'entreposage, les lieux choisis doivent être facilement accessibles et suffisamment éclairés. Dans le cas d'un produit sensible à la précipitation, il faudra porter une attention toute spéciale à la température des lieux d'entreposage en n'allant jamais sous un seuil de 10°C.

### 8.4.3 Le dosage d'hypochlorite de sodium

L'hypochlorite de sodium est habituellement dosé à l'aide d'une pompe à diaphragme. Les installations comportant des pompes doseuses d'eau de Javel peuvent induire plusieurs dangers potentiels pour le travailleur. Il peut y avoir des risques de coincement, principalement au niveau des mécanismes de transmission externes comportant une courroie et des poulies. Lors de l'étalonnage ou du démontage de la tête de la pompe ou encore de la tuyauterie desservant celle-ci, il peut se produire un éclaboussement de réactif avec ou sans pression. Une intervention sur le moteur électrique peut résulter en un risque d'électrocution si les conditions pour ce faire sont réunies. Enfin un plancher rendu glissant par une fuite du produit chloré peut accentuer les dangers de faux mouvement et même de chute.

#### LA PRÉVENTION À LA SOURCE

- Identifier adéquatement les installations de dosage d'eau de Javel.
- Afficher l'étiquette du fournisseur SIMDUT sur les lieux de travail.
- Respecter les directives du fabricant quant à l'installation de la pompe.
- Choisir les composantes de la pompe résistant le mieux au réactif en question.
- Ajouter un apport d'eau sur la conduite de succion de l'unité pour en assurer un rinçage approprié.
- Munir la conduite de succion d'un cylindre de calibration isolé par un jeu de vannes.
- Installer une vanne de relâche sur la conduite de décharge de la pompe pour évacuer tout surplus de pression causé par un blocage soudain ou une fermeture inopinée de la conduite de dosage.
- Minimiser les coups de bélier générés par les pulsations occasionnées par le mouvement de va-et-vient du diaphragme de la pompe en utilisant une chambre d'amortissement pneumatique, une vanne régulatrice de pression et/ou en ayant recours à un apport d'eau de dilution ajoutée sur la conduite de décharge de la pompe doseuse.
- Maintenir en place les gardes de sécurité protégeant le personnel des mécanismes de transmission externes tel que les courroies et poulies.
- Assurer une mise à la terre réglementaire du moteur d'entraînement de la pompe.

#### LES MESURES DE SÉCURITÉ COMPLÉMENTAIRES

- Respecter le programme d'entretien suggéré par le manufacturier.
- Cadenasser les vannes et interrupteurs requis lors d'intervention sur la pompe ou sur ses accessoires.
- Rincer adéquatement les composantes internes de la pompe et évacuer toute pression résiduelle avant de la démonter.
- Corriger sans tarder les fuites pouvant se former sur la pompe et sur la tuyauterie.
- Rendre disponible la fiche signalétique SIMDUT.
- Afficher les numéros de téléphone d'urgence.
- Porter les accessoires de protection personnelle requis pour l'intervention.

- Avoir une douche oculaire ainsi qu'une douche averse disponibles à proximité immédiate des installations, lorsque la manutention du produit le requiert.

## 8.5 LA DÉSINFECTION PAR RAYONNEMENT ULTRAVIOLET

Un dispositif à rayonnement ultraviolet se compose d'une ou de plusieurs lampes UV insérées individuellement dans une gaine de quartz afin d'être isolées de l'eau à traiter. Les lampes ainsi gainées peuvent être montées dans une conduite ou encore immergées dans un canal ouvert quoique cette dernière configuration est surtout applicable pour le traitement des eaux usées. Les risques pour la santé et la sécurité du travailleur qui intervient sur ces équipements sont :

- irritation oculaire à la suite de l'exposition des yeux au rayonnement UV;
- chute dans le canal lorsque l'on a recours à un montage en écoulement libre et que les trappes d'accès sont ouvertes;
- chute sur une surface rendue glissante par l'apport d'eau ou de produits de nettoyage pour les gaines protégeant les tubes ultraviolets;
- coupure sur des fragments de tubes ultraviolets brisés à la suite d'une manipulation déficiente de ceux-ci;
- coincement par les mécanismes de soulèvement des dispositifs UV;
- infection contractée à la suite d'un contact avec une eau non désinfectée;
- contact avec des produits de nettoyage servant à l'entretien de ces équipements;
- contamination de l'atmosphère ambiante par des vapeurs de produits nettoyants servant à l'entretien des équipements de désinfection;
- électrisation et même électrocution lors de travaux sur les composantes électriques servant à alimenter les dispositifs UV, surtout en présence d'eau.

## LA PRÉVENTION À LA SOURCE LORS DE LA CONCEPTION

- Lorsque les dispositifs UV reposent dans un canal, il y a lieu de munir son pourtour de garde-corps afin de prévenir les chutes.
- Lorsque les tubes UV sont insérés dans une conduite sous-pression, celle-ci doit être munie d'un dispositif permettant de la dépressuriser et de la vidanger.
- Un dégagement suffisant ainsi que la fourniture d'équipements de levage requis pour l'extraction et à la remise en place des dispositifs UV sont à prévoir dès l'étape de conception.
- La pièce abritant les dispositifs UV doit être dotée d'un système de ventilation adéquat pouvant évacuer les émanations provenant des vapeurs du produit chimique servant au nettoyage des tubes.
- Les prises de courant monophasées, situées à proximité des dispositifs UV, doivent être munies d'un disjoncteur différentiel de mise à la terre (GFI).
- Le plancher situé en périphérie des dispositifs de désinfection UV doit être muni de pentes et d'un réseau de drainage suffisant permettant d'éviter toute accumulation d'eau à sa surface.

- Tout équipement électrique dont la tension d'alimentation dépasse 600 volts doit être identifié en conséquence.

## 8.6 LE POMPAGE ET LA DISTRIBUTION À PARTIR DE RÉSERVOIRS SOUTERRAINS

Après avoir été traitée, l'eau s'écoule dans un réservoir de distribution. Comme son nom l'indique, ce bassin procure une réserve qui permet de faire face aux fluctuations quotidiennes de la demande. En outre, ce volume d'eau sera sollicité lors des pointes de débit occasionnées par une demande accrue telle que pour l'arrosage des pelouses ou l'extinction des incendies. Les réservoirs sont généralement constitués de bassins en béton ou en acier, aériens comme souterrains. À moins de pouvoir bénéficier d'une tête d'eau suffisante, de par une situation géographique avantageuse, l'eau de la réserve devra être pompée pour assurer sa distribution par le biais du réseau d'aqueduc. Les pompes utilisées pour réaliser cette opération sont généralement des unités centrifuges ou à turbines. Usuellement, leur crépine est située au fonds du bassin alors que leur moteur est disposé à l'étage qui surplombe le réservoir. Les risques associés à ces infrastructures deviennent surtout apparents lors de l'entretien de leurs composantes et se décrivent comme suit :

- chute dans le réservoir lorsqu'une trappe d'accès est restée ouverte;
- glissade sur une surface mouillée;
- blessure lors d'une remise en marche inopinée de pompe lors de son entretien;
- fuite avec projection, lors du travail sur une conduite pressurisée ou sur les accessoires s'y rapportant (vanne, clapet, régulateur de pression, etc.);
- remplissage accidentel du réservoir lors de travaux de nettoyage de celui-ci;
- chute d'équipements et d'accessoires d'un palier à l'autre;
- blessures dues à l'entraînement d'un membre dans un orifice d'aspiration d'une pompe;
- contact avec des produits de lubrification servant à l'entretien des pompes;
- isolement dans un espace clos que constitue le réservoir ou un puits de pompage;
- contamination de l'air ambiant par des oxydants utilisés dans la chaîne de traitement située en amont du réservoir ou pour désinfecter le réservoir avant sa remise en service;
- électrisation et même électrocution lors de l'emploi d'outillage électrique ou de travaux sur les composantes électriques des systèmes de pompage particulièrement en présence d'eau;
- éclairage insuffisant lors d'intervention dans l'espace clos que constitue le réservoir ou un puits de pompage;
- refroidissement en la présence d'eau froide et de l'humidité ambiante, surtout lors de l'utilisation de système de récurage à haute pression;
- incendie de composantes électriques (filage, démarreur, moteur, etc.);
- exposition aux bruits dans des stations de pompage de grande capacité.

## LA PRÉVENTION À LA SOURCE

- Il y a lieu de munir les regards et trappes d'accès de garde-corps lorsqu'ils sont ouverts pour prévenir les chutes.
- Si la profondeur de descente dépasse trois mètres, à défaut de palier et de crinoline de sécurité, il faut utiliser un mécanisme antichute pour y pénétrer.
- Afin d'éviter l'apparition de flaques d'eau sur les planchers, il faut corriger immédiatement toute fuite émanant des équipements.
- Il y a lieu de maintenir en place les gardes de sécurité sur les mécanismes de transmission externes et de procéder au cadenassage des équipements lorsqu'il faut intervenir sur ceux-ci.
- Prévenir les fuites en cadenassant les accessoires permettant d'isoler l'équipement ou la portion de tuyauterie en cause en position FERMÉE, et en purgeant celle-ci lorsque nécessaire.
- Afin d'éviter tout remplissage accidentel de la réserve ou du puits de pompage au moment où du personnel y travaille, fermer les vannes l'alimentant ou pouvant l'alimenter en les cadenassant.
- Le matériel de levage employé pour soulever les pompes ainsi que les autres équipements doit être inspecté et entretenu régulièrement. Dans le cas où la manutention de ceux-ci exige des opérations de chaînage successives, on aura recours à des poutrelles de soutènement pour supporter adéquatement la charge entre chaque opération.
- L'utilisation d'un seau flexible permet de descendre ou de remonter sans risque le petit outillage.
- Lors de la réalisation de travaux dans le puits de pompage, les pompes pouvant aspirer fortuitement ce qui est à proximité doivent être mises à l'arrêt puis cadenassées.
- Le réservoir et le puits de pompage doivent être considérés comme des espaces clos et les dispositions en ce sens doivent alors s'appliquer.
- Les dispositions du *Code canadien de l'électricité* doivent être scrupuleusement respectées en ce qui concerne l'installation électrique alimentant l'ensemble des différents équipements.
- Un éclairage temporaire adéquat doit être utilisé au moment d'effectuer l'inspection ou des opérations d'entretien à l'intérieur d'un réservoir ou d'un puits de pompage où la luminosité est insuffisante.

## LES PRÉCAUTIONS COMPLÉMENTAIRES

- Bien refermer les couvercles des trappes ou les portes des orifices d'accès après avoir terminé les travaux ou inspections au palier inférieur.
- Veiller à assécher les planchers à la suite des opérations de vidange ou d'entretien.
- Il est préférable de ranger immédiatement l'outillage après l'avoir utilisé afin d'éviter le plus possible qu'il tombe malencontreusement au niveau inférieur.
- Lors de la lubrification des pompes, porter des gants, lunettes de sécurité ainsi qu'un tablier ou sarrau de travail.
- Lors d'inspection ou de travaux de vidange, ou encore d'entretien nécessitant de pénétrer à l'intérieur du réservoir ou du puits de pompage, revêtir un casque de sécurité, des bottes avec embouts protecteurs, des gants caoutchoutés ou enduits de CPV ainsi qu'un imperméable. Des lunettes de sécurité simples ou monocoques sont requises selon la nature des opérations effectuées. La présence d'émanations résiduelles d'oxydants, en concentration infime, peut obliger le personnel à porter un équipement respiratoire adéquat.
- Il y a lieu de suivre à la lettre les dispositions du programme d'entretien suggéré par le fabricant des différents équipements.
- Lors d'utilisation d'accessoires portatifs actionnés à l'électricité, n'utiliser strictement que ceux qui sont munis d'une mise à la terre (*ground*) ou encore ceux qui sont doublement isolés. En outre, le recours à un disjoncteur différentiel de mise à la terre (GFI) sur l'alimentation de 120/240 volts constitue en soi une protection incontournable lorsqu'il y a présence d'eau.
- Le travailleur ayant accès à une zone éclairée par des dispositifs temporaires, comme l'intérieur du réservoir ou du puits de pompage, doit se munir d'un éclairage d'appoint comme une lampe de poche afin de pouvoir aisément quitter les lieux lors d'une panne d'éclairage.
- Munir la section de pompage d'extincteurs de type ABC en nombre suffisant.

## 8.7 LE CADENASSAGE

### 8.7.1 La définition du cadenassage

La méthode de cadenassage consiste en une série d'étapes visant à protéger le travailleur d'une éventuelle mise en marche d'un équipement mu par une ou plusieurs sources motrices. Elle permet d'éliminer les risques potentiels de blessures occasionnés par un dégagement soudain d'énergie de nature électrique, hydraulique, mécanique, pneumatique ou autre. Plus spécifiquement, dans le domaine qui nous préoccupe, la méthode de cadenassage est aussi utilisée pour interdire les apports soudains d'une substance dangereuse d'origine biologique ou chimique pouvant nuire à la santé et à la sécurité du personnel en place. En outre, elle a pour objectif de sécuriser les équipements sur lesquels ou dans lesquels doivent s'effectuer des travaux d'installation, d'entretien ou de réparation en neutralisant leur source d'énergie.

### 8.7.2 La démarche d'implantation d'une méthode de cadenassage

Les quelques étapes suivantes sont requises afin d'établir une méthode de cadenassage sécuritaire. Le détail de la démarche d'implantation qui est suggérée permet de connaître les causes potentielles d'accidents, de les contrôler ainsi que de déterminer le nombre de cadenas requis pour atteindre le but visé.

- **Codifier les équipements** en procédant de façon à couvrir l'ensemble des équipements de mécanique de procédé et de bâtiment ; il faut établir une codification qui permette de localiser et d'enregistrer aisément par la suite les items sur lesquels s'applique le verrouillage. **Les exemples concrets suivants permettent de bien situer cette première étape :** électrique (coupe-circuit, interrupteur), pneumatique (compresseur, soufflante), mécanique (moteur auxiliaire, mélangeur), hydraulique (pompe, valve), produit chimique (mécanisme de dosage, vaisseau d'entreposage), contaminant biologique (équipement de manutention ou de conditionnement des boues), etc.

- **Analyser les interventions des travailleurs nécessitant le verrouillage**

En premier, il y a lieu de procéder au relevé de la nature des différentes interventions pouvant être effectuées sur les équipements codifiés précédemment tels que la réparation, l'entretien, le conditionnement, l'installation, la vidange, etc. Par la suite, il faut bien situer, dans la méthode de travail, les sites de verrouillage permettant de procéder de façon sécuritaire à une intervention quelle qu'elle soit. Une alternative intéressante suggérée dans le cadre de la démarche en cours consiste à définir ces sites dans les fiches de prévention applicables aux différents postes de travail.

- **Élaborer le registre et choisir les étiquettes de cadenassage**

Le registre de cadenassage permet d'exécuter un suivi quotidien des opérations impliquant un verrouillage des équipements. En voici un exemple : Cadenassage de la pompe d'alimentation du réseau d'aqueduc R-4 :

<b>REGISTRE DE CADENASSAGE</b>						
Numéro cadenas	Équipement verrouillé	Description du travail	Nom de l'utilisateur	Date du verrouillage	Date du déverrouillage	Responsable cadenassage
n° 1	Démarreur R-4	Ouvrir disjoncteur	S Laverdure	15/01/2003	15/01/2003	R Vauquelin
n° 2	Vanne VR-4-1	Fermer vanne	S Laverdure	15/01/2003	15/01/2003	R Vauquelin

*Gracieuseté de ASP Construction : Le cadenassage*

L'étiquette de cadenassage permet au responsable de vérifier sur les lieux de l'opération les principaux renseignements ayant trait à cette pratique tels que : l'utilisateur, la nature et la durée du travail, l'intervenant extérieur et le numéro du cadenas. Une partie détachable peut faciliter la transition des interventions vers le registre de cadenassage.

<b>DANGER</b>	
<b>NE PAS ACTIONNER</b>	
Durée des travaux	
<b>Du :</b> 15/01/2003	<b>Au :</b> 15/01/2003
<b>No du cadenas :</b>	#1
<b>No d'équipement :</b>	Démarreur R-4
<b>Travail :</b>	Lubrification du moteur pompe R-4
<b>Utilisateur :</b>	S. Laverdure
<b>Date :</b>	15/01/2003
<b>Signature :</b>	<i>Roger Vauquelin</i>
-----	
<b>Du :</b> 15/01/2003	<b>Au :</b> 15/01/2003
<b>No du cadenas :</b>	#1
<b>No d'équipement :</b>	Démarreur R-4
<b>Utilisateur :</b>	S. Lafortune
<b>Date :</b>	15/01/2003
<b>Signature :</b>	<i>Roger Vauquelin</i>

- **Déterminer la méthode de cadenassage**

Il est primordial que la méthode de cadenassage soit rédigée par du personnel d'expérience qui connaît le fonctionnement des équipements, le milieu de travail ainsi que les risques associés à chacun de ceux-ci. Exemple : s'assurer que les autres pompes sont en mode automatique puis arrêter la pompe R-4 avant de fermer la vanne VR-4-1.

- **Se procurer les accessoires de verrouillage**

Les étapes précédentes complétées, il est maintenant possible de dresser une liste des accessoires de verrouillage. Il est bien sûr question, en premier lieu, des cadenas et des morillons en nombre suffisant pour l'ensemble des travailleurs impliqués. Néanmoins ces articles ne permettent pas toujours, à eux seuls, de bloquer le mécanisme à neutraliser. À cette fin il y a lieu de recourir à des accessoires complémentaires tel que : des couvre-volants pour les vannes, des plaquettes avec mécanisme de blocage pour les interrupteurs électriques, etc.

- **Installer un poste de cadenassage**

Afin de faciliter cette approche préventive et d'en optimiser le suivi, il y a lieu de regrouper l'ensemble des accessoires de verrouillage mentionnés précédemment en un seul et même endroit facilement accessible lors des travaux les requérant.

- **Former les travailleurs**

Tout nouvel employé doit suivre une formation spécifique sur le cadenassage orientée vers des applications concrètes dans son milieu de travail. En outre la méthode ou procédure de travail doit être affichée à un ou des endroits stratégiques pour permettre au travailleur d'y accéder facilement.

**Exemple :** Cadenassage de la pompe d'alimentation du réseau d'aqueduc R-4

- S'assurer que les autres pompes sont en mode automatique.
- Arrêter la pompe R-4, ouvrir le disjoncteur en prenant soin de ne pas se situer devant le panneau; installer un morillon et le cadenas dont le numéro correspond à celui inscrit au registre.
- Faire un essai de démarrage de la pompe R-4.
- Fermer la vanne VR-4-1, installer sur celle-ci un couvre volant, un morillon et le cadenas dont le numéro correspond à celui inscrit au registre.

- **Appliquer la méthode de cadenassage**

Le responsable du verrouillage doit veiller à ce que l'ensemble des intervenants, internes comme externes, appliquent la méthode de cadenassage jusqu'à la fin des travaux.

**En présence d'un sous-contractant, les employés de la compagnie participant aux travaux doivent harmoniser l'utilisation de leur système de cadenassage avec celui en vigueur sur place. À défaut de posséder leurs propres équipements de cadenassage, ils doivent alors recourir aux dispositifs de verrouillage qui sont mis à leur disposition par le propriétaire des installations. Si les employés du sous-contractant ne veulent pas collaborer aux mesures de sécurité découlant de l'application de cette procédure, on doit alors arrêter immédiatement les travaux afin de ne pas mettre en péril la sécurité du personnel en place qui exploite les installations.**

No : 103

### FICHE DE CADENASSAGE

**Lieu** (établissement, département, service, etc.) : Station de traitement d'eau potable

**Équipement/machine et tâche** (code ou numéro de la machine, description de la tâche)

Pompe d'alimentation du réseau d'aqueduc R-4

Lubrification du moteur et remplacement des garnitures d'étanchéité

Éléments à contrôler pour couper l'alimentation en énergie			Cadenassage des sources d'énergie
Type d'énergie	Localisation et code du point d'interruption	Méthode pour couper l'alimentation	Matériel et méthode de cadenassage
Électrique	Démarrateur R-4	Ouvrir disjoncteur	Moraillon et cadenas
Hydraulique	Vanne VR-4-1	Fermer la vanne	Couvercle de volant, moraillon et cadenas

**Important : Faire un essai de démarrage pour s'assurer que la source d'énergie est bien neutralisée.**

Remarques :

S'assurer que l'huile se soit refroidie en arrêtant la pompe au moins un heure avant son entretien.

Personne responsable : *Élaine Guénette*

Date d'élaboration : 15-01-2003      Date de mise à jour : 15-01-2004

## ANNEXE 8-1 LA PROCÉDURE D'ENTRÉE EN ESPACE CLOS

La clé du succès menant à l'élaboration d'un programme de prévention tenant compte des espaces clos réside dans les cinq étapes énumérées ci-après :

1. **Lister les espaces clos** : dresser la liste de tous les espaces clos correspondant à la définition de la CSST en se référant au besoin à la réglementation en la matière; cette étape est très importante puisqu'elle évite la confusion entre les différents intervenants lors de l'attribution d'un travail; en voici quelques exemples : réservoirs, filtres sous pression, chambre de vannes et de compteurs, ainsi que tous les bassins d'eau à traiter (décanteurs, galeries, station de pompage d'eaux brutes, etc.).
2. **L'identification des espaces clos** : conception, dimensions, accès, ventilation, caractéristiques particulières, contenu, qualité de l'atmosphère, etc.; consultez la fiche d'évaluation des risques d'un espace clos.
3. **L'élaboration d'une procédure sécuritaire d'entrée et de travail en espace clos, ainsi que d'évacuation d'urgence** adaptée aux besoins spécifiques de chacun de ceux-ci (se référer à la **fiche de contrôle de l'espace clos**).
4. **La formation de tous les employés**, même pour ceux qui n'ont pas accès à ces installations, afin qu'ils puissent connaître toutes les répercussions d'une action environnante au niveau des travailleurs se trouvant dans l'espace clos.
5. **L'entretien préventif des équipements et outils**, incluant :
  - l'entretien préventif, la calibration et la vérification des détecteurs multigaz;
  - l'entretien préventif des équipements de protection individuelle;
  - l'entretien préventif des équipements de sécurité collectifs.

**FICHE D'ÉVALUATION DES RISQUES D'UN ESPACE CLOS**

**Identification de l'espace clos : Réserve d'eau potable**

**1. Entrées et sorties**

Emplacement de l'espace clos : Station de traitement d'eau potable

L'entrée est-elle obligatoire Oui Alternatives : Non

A quelle fréquence 1 fois / An Volume : 250 m<sup>3</sup> (8 822 pi<sup>3</sup>)

Dimension des accès : 2 x (1,2 m x 1,2 m) Dimensions intérieures : 10 m X 5 m X 5 m de profondeur

Nombre et emplacements des accès : 2 : 1 au dessus de chacun des compartiments

Équipements requis pour permettre une évacuation : Potence ou point d'encrage ou Trépieds

Équipement anti-chute requis : Oui (échelons rouillés)

Nombre de divisions : 2

Quelles en sont les dimensions ? 2<sup>ième</sup> compartiment : 5 m X 5 m X 5 m

Signalisation requise : oui Délimiter l'aire de travail et protéger l'accès

Toutes les mesures ont-elles été prises pour interdire l'entrée à une personne non autorisée : Oui

Est-ce que la conception de l'espace clos présente des risques particuliers (croquis à l'endos, si nécessaire) :

a) pour les travailleurs : Chute et Cl<sub>2</sub> dans l'atmosphère

b) pour le sauvetage : Sauvetage en profondeur

Travaux : Inspection et nettoyage à haute pression

**2. Cadenassage des équipements et obturation des conduits**

**Identification de l'équipement**

**Type d'énergie**

**Items à cadenasser ou obturer**

Compartiment #2 de la réserve d'eau potable

Hydraulique

1. Vannes VR2-1 d'alimentation

Hydraulique

2. Vannes VR12 inter-bassins

Électrique

3. Disjoncteur pompe R-4

Hydraulique

4. vanne VR4-1 de la pompe PR-4

**Toutes les énergies (électrique, mécanique, hydraulique, chimique, thermique, pneumatique, radioactive, potentielle ou résiduelle) doivent être éliminées, isolées ou dissipées de manière à ne pas porter atteinte à la santé, à la sécurité ou à l'intégrité physique des travailleurs.**

**3. Évaluation de l'atmosphère**

Contenu de l'espace clos (vérifier la fiche signalétique - SIMDUT) :

**Atmosphère**  Inflammable = 10%  Irritante  Oxygène > 23%  Oxygène < 19,5%  Poussière  Gaz toxique

Contaminants spécifiques à détecter : Chlore

Doit-on vider l'espace clos ? oui Doit-on rincer l'espace clos avant d'entrer ? non

Doit-on purger l'espace clos ? : oui, si > 0,5 ppm de chlore dans l'air

**Ventilation générale requise**

Quel est le débit de la ventilation naturelle ? Aucune

Débit de ventilation de dilution requis : 5,8 changement d'air à l'heure Temps de purge = 78 minutes

Nombre, type, capacité et position des ventilateurs requis : 1 X 850 CFM par la trappe d'accès

**4. Travaux à effectuer**

**Produits chimiques utilisés (vérifier la fiche signalétique - SIMDUT)**

**Équipements et outils utilisés**

1. Non

1. Nettoyage à haute pression

2.

2.

**Si travail à chaud, détection en continu obligatoire.**

**Ventilation locale**

Débit de ventilation d'extraction requis : NA

Nombre, type, capacité et position des ventilateurs :

**5. Autres risques évalués dans l'espace clos**

**Risques mécaniques**

**Risques biologiques**

**Autres**

Chute

Noyade

Eaux usées

Sédiments

remplissage

Projection

Bruit

Bioaérosols

Poussières

accidentel

Matière à écoulement libre

Équipements

Moisissures

Rongeurs

Chlore

Protection personnelle particulière requise : Vêtements imperméables appropriés, harnais

Détecteur multigaz : Oxygène et gaz inflammable (obligatoire), oxydant (chlore)

Protection collective requise : Ventilation forcée, éclairage portatif

Protection respiratoire nécessaire : Masque facial à cartouche pour faible concentration de chlore

Équipements requis pour permettre une évacuation : Potence, ancrage ou trépieds et dispositif de remonté pour humain

Remarques : Arrêter et cadenasser le dosage du chlore avant de procéder à la fermeture des vannes et la vidange du bassin

Signature de la personne qualifiée responsable : *Élaine Guénette*

**FICHE D'ÉVALUATION DES RISQUES D'UN ESPACE CLOS**

**Identification de l'espace clos : Filtre sous pression**

**1. Entrées et sorties**

Emplacement de l'espace clos : Station de traitement d'eau potable

L'entrée est-elle obligatoire ? Oui Alternatives : Non

À quelle fréquence : 1 fois / 5 An

Dimension des accès : 0,6 m de diamètre Dimensions intérieures : 2,0 m diamètre X 2,5 m

Nombre et emplacements des accès : Partie supérieure : sur le dessus, Partie inférieure : en dessous

Équipements requis pour permettre une évacuation : Échelle portative

Équipement anti-chute requis : Non

Nombre de divisions : 2 Partie supérieure : 2,0 m diamètre X 1,5 m

Quelles en sont les dimensions ? Partie inférieure : 2,0 m diamètre X 1,0 m

Signalisation requise : non

Toutes les mesures ont-elles été prises pour interdire l'entrée à une personne non autorisée : Oui

Est-ce que la conception de l'espace clos présente des risques particuliers (croquis à l'endos, si nécessaire) :

a) pour les travailleurs : Difficulté d'accès et chute du filtre

b) pour le sauvetage : Sauvetage en profondeur

Travaux : Inspection et/ou ajout ou remplacement du média

**Cadenassage des équipements et obturation des conduits**

**Identification de l'équipement**

**Type d'énergie**

**Items à cadenasser ou obturer**

Filtre sous pression #1 : F1

Hydraulique

5. Vannes VF1-1 d'alimentation

Hydraulique

6. Vannes VF1 2 d'eau de lavage

Hydraulique

7. Vanne VF1-3 de sortie

Hydraulique

8. vanne VF1-4 de dérivation

Toutes les énergies (électrique, mécanique, hydraulique, chimique, thermique, pneumatique, radioactive, potentielle ou résiduelle) doivent être éliminées, isolées ou dissipées de manière à ne pas porter atteinte à la santé, à la sécurité ou à l'intégrité physique des travailleurs.

**Évaluation de l'atmosphère**

Contenu de l'espace clos (vérifier la fiche signalétique - SIMDUT) :

Atmosphère  Inflammable = 10%  Irritante  Oxygène > 23%  Oxygène < 19,5%  Poussière  Gaz toxique

Contaminants spécifiques à détecter : SI pré-chloration = atmosphère avec gaz toxique et irritant = analyser le chlore

Doit-on vider l'espace clos ? oui Doit-on rincer l'espace clos avant d'entrer non

Doit-on purger l'espace clos ? oui, si manque d'oxygène ou si > 0,5 ppm de chlore dans l'air

**Ventilation générale requise**

Quel est le débit de la ventilation naturelle ? Aucune

Débit de ventilation de dilution requis : Min. de 350 CFM par travailleur Temps de purge = 2,5 minutes

Nombre, type, capacité et position des ventilateurs requis : 1 X 850 CFM

**Travaux à effectuer**

**Produits chimiques utilisés (vérifier la fiche signalétique - SIMDUT) Équipements et outils utilisés**

Non : Inspection visuelle

Éclairage portatif

**Si travail à chaud, détection en continu obligatoire.**

**Ventilation locale**

Débit de ventilation d'extraction requis : Seulement si changement ou ajout de média dans le filtre

Nombre, type, capacité et position des ventilateurs : Si 2 000 CFM d'extraction (Pas de ventilation forcée en plus)

**Autres risques évalués dans l'espace clos**

**Risques mécaniques**

**Risques biologiques**

**Autres**

Chute du filtre (au-dessus)  Noyade  Eaux usées  Sédiments  remplissage

Projection  Bruit  Bioaérosols  Poussières accidentel

Matière à écoulement libre  Équipements  Moisissures  Rongeurs  Chlore

Protection personnelle particulière requise : Vêtements imperméables appropriés, harnais

Détecteur multigaz : Oxygène et gaz inflammable (obligatoire), chlore si pré-chloration

Protection collective requise : Ventilation forcée ou d'extraction, éclairage portatif

Protection respiratoire nécessaire : Masque à cartouche pour faible concentration de chlore, si trace de chlore dans l'air

Masque facial avec préfiltres pour intercepter les poussières si changement ou ajout de média dans le filtre.

Équipements requis pour permettre une évacuation : Sauvetage exécuté par les pompiers

Remarques : Utiliser la protection respiratoire appropriée en fonction des travaux exécutés

Signature de la personne qualifiée responsable : *Élaine Guénette*

## PROCÉDURE D'ENTRÉE EN ESPACE CLOS

### AVANT L'INTERVENTION

---

#### 1. Évaluer les risques liés à l'intervention

L'analyse de la FICHE D'ÉVALUATION DES RISQUES DE L'ESPACE CLOS, des conditions d'intervention (travaux spécialisés) et le suivi effectué à partir de la FICHE DE CONTRÔLE DE L'ESPACE CLOS permettent de prendre connaissance des risques découlant :

- de la localisation et l'accès des lieux;
- des caractéristiques physiques des installations;
- des outils, machinerie et appareils présents sur place;
- de la description du fonctionnement;
- des tâches et de la fréquence de celles-ci;
- de l'atmosphère;
- de l'environnement et des équipements;
- de la présence de contaminants et des sources d'énergies;
- de l'affichage et de la référence au SIMDUT.

Ces constats permettent de déterminer les mesures à prendre en ce qui a trait :

- à la protection collective requise;
- à la protection individuelle requise;
- au verrouillage des équipements et au nombre de cadenas utilisés par intervenant;
- aux mesures de contrôle et de surveillance;
- aux directives d'hygiène et de sécurité;
- aux mesures de sauvetage.

#### 2. Établir la stratégie d'intervention

L'établissement de la stratégie d'intervention est une étape cruciale dans l'application d'une procédure de travail. À cet égard, il est indispensable de compléter la FICHE DE CONTRÔLE DE L'ESPACE CLOS. Cette démarche permet de choisir les moyens de prévention et de protection individuelles et collectives en fonction des conditions prévalant au moment de l'intervention. Elle comporte les éléments suivants :

- les étapes liées aux différentes procédures de travail et le rôle de chacun;
- la personne désignée comme étant le surveillant de surface doit avoir la formation pertinente sur les risques inhérents à ces espaces clos; il est recommandé par l'APSAM que celui-ci détienne un certificat de secourisme;
- les moyens de communication utilisés;

- l'application des normes concernant la protection des ouvertures et de l'aire de travail ainsi que la signalisation routière lorsque requise;
- la vérification et l'application de toutes les mesures de prévention avant, pendant et après les travaux;
- le plan d'évacuation et les mesures d'urgence.

### 3. Vérifier le fonctionnement des moyens de communication

Le surveillant doit maintenir, avec le travailleur situé dans l'espace clos, un contact visuel ou vocal et auditif ou encore communiquer par un autre moyen comme la radio ou la caméra de surveillance, ceci afin de déclencher une intervention de sauvetage rapide. Le surveillant doit posséder un moyen de communication avec l'extérieur, soit par radio, un émetteur ou un téléphone afin de pouvoir communiquer toute urgence avec les responsables désignés. Les numéros d'urgence doivent être bien à la vue et placés de façon stratégique.

### 4. Débuter la vidange de l'espace clos avant son ouverture

Il est souhaitable de vider un espace clos de son contenu avant de procéder au cadenassage des équipements, à son ouverture et à l'entrée des travailleurs ; cette façon de faire minimise les risques de noyade, de suffocation ou d'ensevelissement. Dans certains espaces clos, il est aussi nécessaire d'exécuter un nettoyage préalable à la vidange complète par rinçage à l'eau. Cette opération diminue les risques de glissade, de suffocation ou d'irritation de la peau, des yeux et des voies respiratoires, en diluant puis en évacuant la pellicule de produit laissé sur les parois lors de la vidange initiale. C'est le cas des réservoirs d'entreposage de produits chimiques.

**La vidange et le rinçage d'un espace clos doivent être exécutés avant même l'ouverture de celui-ci lorsque les contrôles et les équipements peuvent être manipulés ou contrôlés à partir de l'extérieur. Dans le cas où il faut pénétrer dans l'espace clos pour manipuler un équipement permettant de le vidanger, reporter cette étape au point 14 de la présente procédure.**

**Pour le réservoir d'eau potable, il est nécessaire d'arrêter le dosage du chlore et de le cadenasser avant de vider le réservoir.** Il n'y a pas d'opération de rinçage nécessaire après la vidange d'un réservoir ou d'un filtre sous pression.

### 5. Procéder au cadenassage

Tel que stipulé dans la réglementation; *il est interdit de pénétrer dans un espace clos servant à emmagasiner des matières à écoulement libre, tant que le remplissage ou la vidange se poursuit et que des précautions n'ont pas été prises pour prévenir une reprise accidentelle de l'alimentation.* Parce que les accès et les dimensions y sont restreintes, une remise en service accidentelle pourrait avoir un **impact direct et instantané** sur les personnes s'y trouvant. C'est pourquoi il est indispensable de recourir à la procédure de cadenassage pour chacun

des équipements pouvant libérer une source d'énergie (hydraulique, électrique, pneumatique, mécanique, dosage d'un produit, etc.). Cette précaution est aussi requise pour empêcher l'apport de tout contaminant chimique dans l'espace clos au moment de l'intervention.

**En présence d'un sous-contractant, les employés de la compagnie participant aux travaux doivent harmoniser l'utilisation de leur système de cadénassage avec celui en vigueur sur place. À défaut de posséder leurs propres équipements de cadénassage, ils doivent alors recourir aux dispositifs de verrouillage qui sont mis à leur disposition par le propriétaire des installations. Si les employés du sous-contractant ne veulent pas collaborer aux mesures de sécurité découlant de l'application de cette procédure, on doit alors arrêter immédiatement les travaux afin de ne pas mettre en péril la sécurité du personnel en place qui exploite les installations.**

Il est nécessaire de fermer et cadénasser toutes les vannes permettant d'isoler le réservoir et le filtre sous pression, afin de prévenir tout remplissage accidentel.

#### **6. Installer la signalisation (seulement si l'accès est à l'extérieur)**

Il est nécessaire d'assurer la protection des travailleurs de même que celle des usagers des voies publiques, piétonnières ou routières, contre une possible collision avec les véhicules ou une éventuelle chute. Pour ce faire les travailleurs doivent se conformer à la *Réglementation sur la signalisation routière*. Se référer à la fiche technique # 14 de l'APSAM.

---

### **PENDANT L'INTERVENTION**

---

#### **7. Ouvrir l'espace clos et protéger son périmètre d'accès**

Procéder à l'ouverture complète de celui-ci. La trappe d'accès ne doit pas obstruer le passage afin de ne pas nuire à la circulation des travailleurs et des piétons. Pour ce faire, elle doit être déployée à un angle de 90° et être maintenue en cette position, ou encore être complètement rabattue sur le plancher soit à 180°. Dans ce dernier cas, la trappe ne doit pas constituer un encombrement sinon la signalisation et la protection de l'ouverture devra le mentionner. Il n'en demeure pas moins que la prévention à la source demeure le meilleur gage de sécurité. Donc, l'installation de charnières ou d'un dispositif d'ouverture hydraulique, complété d'un cran d'arrêt, rend généralement l'installation plus sécuritaire.

Pour le couvercle muni de trous de levage, la manutention pourra se faire à l'aide d'un pic ou encore mieux à l'aide d'un levier de couvercle. Celui-ci devra être déplacé à au moins 1 mètre de l'ouverture afin de ne pas nuire à la circulation et devenir par son encombrement une cause de chute. De plus, il devra faire partie intégrante de l'aire de travail, donc être entouré d'une signalisation adéquate. Il est nécessaire de protéger les travailleurs d'une éventuelle chute en signalant et protégeant les ouvertures et en adaptant la signalisation à l'évolution des travaux s'y déroulant.

## 8. Vidanger l'espace clos après son ouverture

Il sera possible de procéder à la vidange de l'espace clos après son ouverture, c'est le cas de certains réservoirs, si cette tâche n'a pu être exécutée entièrement, en utilisant une pompe d'appoint. **Cette opération doit se faire à partir de l'accès, en prenant soin de ne pas y pénétrer.** Les étapes de la procédure peuvent se poursuivre lorsque l'espace clos est vidé de son contenu. **Cependant, lorsqu'il est indispensable que des travailleurs pénètrent dans un espace clos contenant des matières à écoulement libre pour y exécuter des manipulations nécessaires à la vidange de cet espace, ils doivent utiliser une ligne de vie, qui est un dispositif de remontée fixé à un harnais.**

## 9. Analyser l'atmosphère à l'intérieur de l'espace clos

- Procéder à l'échantillonnage à différents points selon la forme et la profondeur de l'espace clos, **à partir de l'ouverture et sans y pénétrer.** De façon générale, il est recommandé d'analyser l'air à tous les 2,2 m de dénivelé, dans tous les coins ainsi que dans chaque compartiment.
- Lorsque le travailleur doit obligatoirement pénétrer dans l'espace clos pour y évaluer la qualité de l'atmosphère, celui-ci doit revêtir un respirateur autonome et maintenir la ligne de vie.
- Respecter les instructions fournies avec l'appareil de détection. Le temps que prend l'analyse dépendra grandement du système d'échantillonnage de l'air et de la profondeur du prélèvement. Ainsi, une poire demande un nombre de coups minimal et une pompe un certain temps d'attente pour obtenir les résultats escomptés.
- Consigner les résultats des analyses de l'atmosphère sur LA FICHE DE CONTRÔLE DE L'ESPACE CLOS.
- Interrompre sur le champ la procédure d'entrée et aviser le supérieur immédiat, lorsque le détecteur signale la présence **de gaz explosifs dans une concentration supérieure à 10 % de la limite inférieure d'explosibilité (LIE).**
- Demander alors, qu'un autre employé formé, muni d'un nouveau détecteur bien calibré, vienne confirmer l'analyse de l'atmosphère. Entre-temps, consulter puis appliquer LES MESURES D'URGENCE.
- Si le détecteur signale la présence d'une atmosphère asphyxiante ou toxique, dans une proportion qui dépasse les valeurs spécifiées à la section analyse de l'atmosphère de la fiche de contrôle de l'espace clos, poursuivre la procédure en utilisant la ventilation de purge.

## 10. Procéder à la ventilation de purge

**Effectuer une ventilation de purge, telle qu'inscrite sur la fiche de contrôle de l'espace clos, en présence d'une atmosphère asphyxiante ou toxique.** Sur cette fiche sont inscrits le nombre de ventilateurs, leur position, leur capacité (en fonction du nombre de coudes, du diamètre et de la longueur des boyaux) ainsi que la durée nécessaire de la ventilation de purge. L'efficacité d'une ventilation générale, naturelle ou mécanique, doit être démontrée par une personne qualifiée qui mesure les débits d'air. Les renseignements ainsi obtenus doivent figurer sur la fiche de contrôle (le nombre de changements d'air à l'heure, le nombre d'ouvertures avec leurs dimensions et le débit d'air anticipé). Ces renseignements devront être réévalués lorsque les conditions présentes à l'intérieur de l'espace clos sont susceptibles d'être modifiées à la suite d'un changement significatif de température, des travaux ou des modifications apportées à l'espace clos.

Procédure d'utilisation d'un ventilateur :

1. installer le ventilateur à au moins cinq pieds en amont de l'accès dans le sens du vent, en prenant soin qu'il ne récupère pas les gaz de l'espace clos pour les souffler à nouveau dedans;
2. attacher le boyau au ventilateur et purger l'air qui y est contenu pendant 10 secondes;
3. descendre le boyau et positionner son embouchure à une distance d'au moins 2 pieds du fond;
4. placer le boyau sur le plancher à au moins 2 pieds du mur le plus éloigné si l'espace clos est fait sur la longueur.

## 11. Analyser à nouveau l'atmosphère à l'intérieur de l'espace clos

- Refaire les analyses de l'atmosphère aux mêmes endroits qu'à l'étape 9 de cette procédure et les inscrire sur la fiche de contrôle.
- Reprendre la procédure à l'étape 10 s'il y a une alarme signalant une atmosphère asphyxiante ou toxique. Attendre le temps recommandé pour la ventilation de purge et reprendre l'étape 11.
- Après trois tentatives infructueuses, suspendre les travaux. Demander alors qu'un autre employé formé muni d'un nouveau détecteur bien calibré vienne confirmer l'analyse de l'atmosphère. Déterminer les causes ayant pu modifier la qualité de l'atmosphère dans le cas d'une confirmation des résultats.
- Éliminer dans la mesure du possible la source du contaminant. Réévaluer les besoins en ventilation et les équipements de protection individuels et collectifs en fonction de la nouvelle situation.

## 12. Maintenir la ventilation d'appoint

- **Maintenir une ventilation d'appoint en tout temps.** Se référer alors à la fiche de contrôle de l'espace clos qui énumère le nombre de ventilateurs, leur position et leur capacité ainsi que la fréquence de changement d'air à l'heure.
- Procéder immédiatement à l'évacuation des travailleurs lors d'un mal fonctionnement ou du bris d'un ventilateur. Reprendre toute la procédure d'entrée en espace clos, si les travaux ont été suspendus puis repris plus tard.

L'efficacité d'une ventilation générale, naturelle ou mécanique, doit être démontrée par une personne qualifiée qui mesure les débits d'air. Les renseignements ainsi obtenus doivent figurer sur la fiche de contrôle (le nombre de changements d'air à l'heure, le nombre d'ouvertures avec leurs dimensions et le débit d'air anticipé). Ces renseignements devront être réévalués lorsque les conditions présentes à l'intérieur de l'espace clos sont susceptibles d'être modifiées à la suite d'un changement significatif de température, des travaux ou des modifications apportées à l'espace clos.

## 13. Revêtir les équipements de protection individuels et utiliser les dispositifs antichute et d'évacuation d'urgence

Des équipements de protection individuels et collectifs devront être utilisés pour assurer la santé et la sécurité de tous les travailleurs selon l'évaluation des risques présents, l'analyse de l'atmosphère et les travaux effectués. Ces renseignements sont consignés sur la FICHE DE CONTRÔLE DE L'ESPACE CLOS.

## 14. Rappeler les consignes de sécurité à mettre en pratique à l'intérieur de l'espace clos

- Aucun travailleur ne doit pénétrer dans un espace clos lorsque l'on ignore la qualité de son atmosphère, à moins de posséder un respirateur autonome et une ligne de vie (dispositif de remontée fixé au harnais du travailleur). Lors d'une alarme, le travailleur doit quitter immédiatement l'espaces clos. En aucun cas le surveillant ne doit pénétrer dans l'espace clos.
- **Analyser la qualité de l'air, durant toute la durée des travaux, aux fréquences recommandées sur LA FICHE DE CONTRÔLE.**
- Prendre soin de rapatrier les équipements et de ne pas les laisser traîner dans l'espace clos, ce qui pourrait causer une chute.
- Veiller à ce que les lignes de vie ne s'entremêlent pas en présence de plusieurs travailleurs munis de ce type d'accessoire.
- **Ne jamais fumer dans ou à proximité d'un espace clos.**
- Lorsque des circonstances le requièrent, à la suite d'un changement brusque des conditions régnant dans l'espace clos pouvant mettre en jeu la santé et la sécurité du ou des travailleurs présents, il faut procéder à son évacuation sans tarder.

## APRÈS L'INTERVENTION

---

### 15. Évacuer les travailleurs et les équipements

- Les travailleurs doivent sortir l'un après l'autre en utilisant le dispositif antichute. Ne jamais utiliser un palan qui n'est pas approuvé pour cette application pour évacuer des personnes d'un espace clos.
- Chaque travailleur doit prendre soin de ne pas se trouver sous l'accès lors d'une opération de remontée.
- L'évacuation des équipements doit se faire en présence du minimum de travailleurs requis dans l'espace clos pour assurer l'exécution de cette tâche.

### 16. Enlever les dispositifs de cadenassage et procéder à la remise en service des équipements, de même qu'à la fermeture de l'espace clos

- **Inspection de l'espace clos**

S'assurer que tout le personnel et le matériel ont été retirés et que l'espace clos ait retrouvé ses conditions d'opération d'origine (disposition des équipements, trappe d'accès fermée, etc.).

- **Aviser tous les travailleurs**

Aviser tous les travailleurs que la procédure de remise en service de l'espace clos sera effectuée selon la stratégie préétablie.

- **Enlèvement des dispositifs de cadenassage**

L'enlèvement des dispositifs de cadenassage doit être exécuté par les mêmes travailleurs les ayant installés, puisque chaque travailleur ayant participé aux opérations a posé un cadenas sur chacun des éléments à cadenasser. Néanmoins lorsque l'on a eu recours à la boîte de cadenassage, la responsabilité de l'opération de déverrouillage revient à celui qui la supervise. En présence d'un sous contractant, les travailleurs de la compagnie, de même que les employés exploitant les installations, doivent s'aviser mutuellement de l'enlèvement de leurs systèmes de cadenassage respectifs.

- **Fermer l'espace clos**

À la suite de la fermeture de l'espace clos, on procède à la remise en fonction normale des installations.

## **LES MESURES D'URGENCE**

**La probabilité de mettre en danger sa propre sécurité et celle d'autrui augmente grandement lorsqu'un travailleur cède à la panique. C'est alors que des erreurs de jugement peuvent être commises et que la situation risque de dégénérer. La majorité des accidents ayant entraîné la mort en espace clos est d'ailleurs survenu à la suite d'un sauvetage spontané. Il ne faut jamais pénétrer dans un espace clos, lorsqu'on est seul comme intervenant, pour venir en aide à quelqu'un. Il ne faut pas y entrer non plus lorsqu'on ne dispose pas de l'équipement de sécurité requis pour protéger sa propre vie, ceci même en présence d'un surveillant de surface.**

**Demander de l'aide car vous ne serez d'aucune utilité si vous deviez subir les mêmes effets, l'inconscience ou même la mort. Il est fortement recommandé d'établir et de simuler des interventions de sauvetage pour chaque type d'espace clos. Ceci permet de s'assurer que l'on dispose de tous les équipements de prévention et de secours ainsi que de l'efficacité de l'intervention dans toutes les conditions possibles.**

### **LORS D'UNE ALARME DU DÉTECTEUR MULTIGAZ OU LORS D'UN MALAISE LA PROCÉDURE DÉCRITE CI-APRÈS DOIT ÊTRE APPLIQUÉE :**

1. Le travailleur doit évacuer les lieux; utiliser la protection respiratoire lorsque celle-ci a été prévue, se diriger vers la sortie, puis signaler la nature de l'urgence ainsi que son évacuation au surveillant de surface. À moins que cela ne lui soit impossible, le travailleur doit sortir de l'espace clos par ses propres moyens, en utilisant le dispositif antichute dans la mesure du possible.
2. Le surveillant de surface devra immédiatement aviser par radio la nature de l'urgence à son supérieur, sans toutefois quitter son poste. Si le moyen de communication n'est pas à portée de la main, il devra signaler l'alerte à son supérieur une fois tous les travailleurs évacués.
3. La remontée des autres travailleurs doit se faire rapidement et sans panique, l'un après l'autre, avec ou sans dispositif antichute, selon les besoins d'évacuation des lieux.
4. Vérifier l'alarme, s'il s'agit d'un gaz toxique ou asphyxiant en **noter les concentrations sur la fiche de contrôle de l'espace clos**, puis reprendre la procédure d'entrée en espace clos stipulée à l'étape de la ventilation de purge. S'il s'agit **d'un gaz explosif**, suspendre les opérations, **noter les renseignements sur la fiche de contrôle** de l'espace clos et consulter les **mesures d'urgence en présence d'un gaz explosif**.
5. Effectuer une autre analyse de l'atmosphère, à partir d'un autre appareil, en prenant soin de refaire une mise à zéro de l'appareil en présence d'air non contaminé. S'il y a contradiction entre les lectures des deux instruments, recourir à un troisième détecteur ou reprendre la calibration de ceux-ci.

6. Dans le cas où il n'y a qu'un seul détecteur multigaz, il sera nécessaire de vérifier la calibration de ce dernier à l'aide des gaz d'étalonnage. **Les valeurs mesurées occasionnant des alarmes doivent être conservées en registre pendant une période de 5 ans.**
7. Lorsque de nouvelles lectures confirment la présence de gaz à des niveaux dangereux, reprendre la procédure d'entrée en espace clos à partir de l'étape de vidange de l'espace clos de son contenu sans y pénétrer.
8. Si des changements brusques et répétitifs de la qualité de l'atmosphère sont provoqués par l'arrivée d'un contaminant dans l'espace clos, une recherche plus approfondie en amont et en aval des travaux effectués devra être entreprise afin de trouver la source de contamination ainsi que les moyens d'y mettre fin.

**FICHE DE CONTRÔLE : RÉSERVE D'EAU POTABLE COMPARTIMENT #2**

Localisation et accès des lieux : Compartiment #2 de la réserve d'eau potable, station de traitement de l'eau

Profondeur : 5 m      Volume : 250 m<sup>3</sup> (8 822pi<sup>3</sup>)      Dimensions : 5m X 10 m

Travail à faire : Inspection et nettoyage à l'eau      Risques spécifiques : chlore

Risques :  Physique     Chimique     Hydraulique     Électrique     pneumatique     Équipements

**VÉRIFICATIONS**

Fiche d'évaluation des risques consultée       Communications vérifiées

Stratégie d'intervention établie       Vidange de l'espace clos effectuée

Signalisation installée  N/A      Rinçage de l'espace clos effectué  N/A

**Cadenassage exécuté**       Vannes VR2-1, VR12, PR-4, VR4-1

Ouverture de l'espace clos : <input checked="" type="radio"/>	Installation de moyens de sortie : <input type="radio"/>						
<b>Analyse de l'atmosphère</b>	Après l'ouverture	Après la purge	À l'intérieur après la purge à partir du seuil d'accès				
Nombre de prélèvements, fréquence:	1	1	2,5 m	5 m			
Taux d'oxygène (entre 19,5% et 23%) <input type="radio"/>							
Gaz inflammables ou combustibles (<10% LIE) <input type="radio"/>							
Chlore (Cl <sub>2</sub> ) (max. 0.5 ppm) <input type="radio"/> ou autre oxydant							
Autre :							
Alarmes :	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<b>Ventilation forcée d'appoint</b>	
Purge (7,5 ch./h), temps d'attente : 78 minutes <input checked="" type="radio"/>	Position, nombre et capacité des ventilateurs :
Forcée : 5,8 changements d'air / h <input checked="" type="radio"/>	1 X 850 CFM (boyau de 15 pi avec un coude de 90°)
D'extraction <input type="radio"/> NA	Ventilation naturelle : NA

<b>Équipements de protection individuelle :</b>	
Protection respiratoire <input checked="" type="radio"/> (spécifier) : intercepter faible conc. chlore	
Harnais de sécurité pour chacun <input checked="" type="radio"/>	Dispositif antichute et d'évacuation <input checked="" type="radio"/>
Casque, lunettes, gants, vêtement de travail : <input checked="" type="radio"/>	Ligne de vie <input type="radio"/> NA

**Équipements de travail :**  
 En cas d'urgence, appeler : 911

Note : Les pompiers pourront utiliser le trépied ou la potence munie du dispositif antichute et de remontée pour l'évacuation d'urgence d'un travailleur en difficulté.

Signature des travailleurs *Réal Tremblay*

Signature du surveillant *Élaine Guénette*

Date 15/01/2003

**FICHE DE CONTRÔLE DU FILTRE SOUS PRESSION #1**

Localisation et accès des lieux : Filtre sous pression

Profondeur : Partie supérieure : 1,5 m    Volume : 7.9 m<sup>3</sup> (277 pi<sup>3</sup>)    Dimensions : 2,0 m diamètre

Nombre de divisions et superficie : 1 : Partie supérieure : 2,0 m X 1,5 m, Partie inférieure : 2,0m X 1,0 m

Travail à faire : Inspection et/ou ajout de média    Risques spécifiques : ajout de média = poussières

Risques :  Physique    Chimique    Hydraulique    Électrique    pneumatique    Équipements

**VÉRIFICATIONS**

Fiche d'évaluation des risques consultée

Communications vérifiées

Stratégie d'intervention établie

Vidange de l'espace clos effectuée

Signalisation installée  NA

Rinçage de l'espace clos effectué  NA

**Cadenassage exécuté**

Vannes VF!-1, VF1-2, VF1-3, VF!-4

Ouverture de l'espace clos : <input checked="" type="radio"/>	Installation de moyens de sortie : <input checked="" type="radio"/> Échelle télescopique						
Analyse de l'atmosphère	Après l'ouverture	Après la purge	À l'intérieur après la purge à partir du seuil d'accès				
	Nombre de prélèvements, fréquence:	1	1	Au fond			
Taux d'oxygène (entre 19,5% et 23%) <input type="radio"/>							
Gaz inflammables ou combustibles (<10% LIE) <input type="radio"/>							
Sulfure d'hydrogène (H <sub>2</sub> S) (max. 10 ppm) <input type="radio"/>							
Chlore (Cl <sub>2</sub> ) (max. 0.5 ppm) <input type="radio"/> ou autre oxydant							
Alarmes :	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Autre :							

**Ventilation d'appoint**

Position, nombre et capacité des ventilateurs :

Purge (7,5 ch/h), temps d'attente : 2,4 minutes

1 x 850 CFM (boyau de 15 pi avec un coude de 90<sup>0</sup>)

Forcée : + de 20 changements d'air / h

Ventilation naturelle : NA

D'extraction  Seulement si ajout de média avec 2000 CFM d'extraction (sans ventilation forcée)

**Équipements de protection individuelle :**

Dispositif antichute et d'évacuation  Échelle

Protection respiratoire  (spécifier) : anti-poussières et/cou chlore

Dispositif antichute  NA

Harnais de sécurité pour chacun

Ligne de vie  NA

Casque, lunettes, gants, vêtement de travail :

**Équipements de travail :**

En cas d'urgence, appeler : 911 Le sauvetage d'un travailleur en difficulté devra être effectuée par les pompiers

Note : Il est impossible d'installer un trépied ou une potence avec dispositif de remontée, au dessus du filtre pour l'évacuation d'urgence d'un travailleur en difficulté.

Signature des travailleurs *Réal Tremblay*

Signature du surveillant *Élaine Guénette*

Date 15/01/2003

**Je soussigné déclare avoir vérifié les paramètres inscrits sur la fiche de contrôle.** (Il est recommandé d'avoir une fiche de contrôle pour chaque type d'espace clos selon les tâches à accomplir).

## **BIBLIOGRAPHIE**

- American Water Works Association, **Safety practices for water utilities**, AWWA, Manual M3, fifth edition, since 1881.
- Association canadienne de normalisation, **Protecteurs oculaires et faciaux pour l'industrie**, Norme nationale du Canada, CAN/CSA-Z94.3-92, CSA, édition française, 1993.
- Beaudet, Maurice et autres. **Hygiène du travail**, Québec, Les éditions Le Griffon d'argile inc., 1985.
- Commission de la santé et de la sécurité du travail, **Répertoire toxicologique**, Montréal, CSST, SIMDUT, 1997.
- Degrémont, **Mémento technique de l'eau**, Paris, neuvième édition, Lavoisier Technique et documentation, 1989.
- Guénette, Élane et Laporte, Antoine, **La santé et la sécurité du travail reliées aux transports et aux traitements des eaux**, Association paritaire pour la santé et la sécurité du travail secteur affaires municipal, APSAM, 1999.
- Gouvernement du Québec, **Loi sur la santé et la sécurité du travail**, chapitre S-2.1, dernière modification 1<sup>er</sup> mai 1995, Éditeur officiel du Québec, 1996.
- Gouvernement du Québec, **Loi sur les accidents de travail et les maladies professionnelles**, chapitre A-3.001, dernière modification 1<sup>er</sup> mai 1995, Éditeur officiel du Québec, 1996.
- Gouvernement du Québec, **Règlement sur la qualité du milieu de travail**, S-2.1 r.15, dernière modification 21 septembre 1994, Éditeur officiel du Québec, 1996.
- Gouvernement du Québec, **Règlement sur la sécurité dans les édifices publics**, S-3 r.4, dernière modification 11 mai 1995, Éditeur officiel du Québec, 1996.
- Gouvernement du Québec, **Règlement sur les comités de santé et de sécurité du travail**, S-2.1 r.6.1, dernière modification 22 octobre 1983, Éditeur officiel du Québec, 1996.
- Gouvernement du Québec, **Règlement sur les établissements industriels et commerciaux**, S-2.1 r.9, dernière modification 15 février 1990, Éditeur officiel du Québec, 1996.
- Gouvernement du Québec, **Règlement sur les normes minimales de premiers secours et de premiers soins**, A-3 r.8.2, dernière modification 1<sup>er</sup> mars 1988, Éditeur officiel du Québec, 1996.
- Gouvernement du Québec, **Règlement sur les produits contrôlés**, S-2.1 r.10.1, Éditeur officiel du Québec, 1996.
- La Mothe, Bernard. **Le cadenassage : Sécurité à la clé**, Prévention au travail, Commission de la santé et de la sécurité du travail, hiver 1994.
- Lalonde, Michèle et autres. **Guide de prévention - Matières corrosives**, Saint-Laurent, ASSTIC, SIMDUT, 1989.
- Lalonde, Michèle et autres. **Guide de prévention - Matières dangereusement réactives**, Saint-Laurent, ASSTIC, SIMDUT, 1989.

- Lalonde, Michèle et autres. **Guide de prévention - Matières toxiques et infectieuses**, Saint-Laurent, ASSTIC, SIMDUT, 1989.
- QUADRA CHIMIE LTÉE, **Permanganate de potassium FF (granulé)**, Vaudreuil, fiche signalétique SIMDUT, 1996.
- STANCHEM inc. **Permanganate de potassium solide**, Etobicoke ON Canada, fiche signalétique SIMDUT, 1994.
- Vachon, Nicole. **Typographie et Micro-édition**, Montréal, édition Guérin, 1993.
- Water and pollution control, **Wall chart of chemicals for water treatment and pollution control**, WPC.
-

## CHAPITRE 9

<b>9.</b>	<b>DIVERS .....</b>	<b>9-1</b>
9.1	Abréviations .....	9-3
9.2	Glossaire .....	9-5
9.3	Table de conversion .....	9-11



**9.1 Abréviations**

Ø	diamètre	m <sup>3</sup> /min	mètre cube par minute
A	ampère	mA	milliampère
°C	degré Celsius	mJ/cm <sup>2</sup>	millijoule par centimètre carré
CaCO <sub>3</sub>	carbonate de calcium	mg/l	milligramme par litre
cm	centimètre	ml/min	millilitre par minute
CT	coefficient de désinfection (concentration de désinfectant multiplié par le temps de contact)	mm	millimètre
		nm	nanomètre
DPD	diéthyle - para-phénylène - diamine (réactif pour l'analyse du chlore)	P	pression
		PCM	pieds cubes par minute
F.P.	facteur de pointe	ppm	partie par million = mg/l
g/l	gramme par litre	psi	livres par pouce carré (pounds per sqare inch)
GIPM	gallon impérial par minute		
HP	cheval vapeur (puissance)	PVC	poly (chlorure de vinyle)
Hz	hertz	rpm	révolutions (tours) par minute
kPa	kiloPascal	s	seconde
kW	kiloWatt	sem	semaine
DEL	diode électroluminescente	USGPM	gallon américain par minute
l/h	litre par heure	UCV	unité couleur vraie
l/min	litre par minute	UTN	unité de turbidité néphélométrique
livres/po <sup>2</sup>	livres par pouce carré	UV	ultra-violet
m <sup>2</sup>	mètre carré	V	volt
m <sup>3</sup> /d	mètre cube par jour		

**9.2 Glossaire**

**Aérotherme**

Appareil de chauffage souvent suspendu au plafond dans les bâtiments des installations de production d'eau potable.

**Affluent**

Eau entrant dans un réservoir, un bassin, une usine de traitement ou un des ses éléments.

**Affleurements rocheux**

Roc apparaissant à la surface du sol.

**Alcalinité**

Capacité de l'eau à neutraliser les acides. Propriété conférée à l'eau par la présence de carbonates, bicarbonates, hydroxydes et, parfois, de borates, silicates et phosphates. Elle est exprimée en milligrammes par litre ou en équivalent de carbonate de calcium.

**Anthracite**

Charbon d'une variété très pure.

**Aquifère**

Couche souterraine de sable et de roc imbibée d'eau qui alimente un puits; on distingue les aquifères artésiens (captifs) des surfaces de saturation (libres).

**Automate**

Machine dotée de circuits électroniques permettant de programmer certaines actions.

**Bar**

Unité de pression valant 100 000 Pascal. Son emploi reste toléré en météorologie où l'on utilise communément son sous-multiple, le millibar. Le bar équivaut à peu près à la pression atmosphérique.

**Bivalent**

Se dit d'un atome pouvant donner ou acquérir deux électrons.

**Captage**

Action de puiser dans un aquifère.

**Cavitation**

Phénomène caractérisé par l'apparition de bulles de vapeur dans l'eau, à la suite d'un abaissement local de la pression (au-dessous de la tension de vapeur d'eau). La cavitation a pour effet : 1) de produire des bruits et des vibrations dus à l'écrasement des bulles de vapeur lorsque l'eau arrive dans une zone de haute pression; 2) de produire sur les matériaux une usure rapide par corrosion.

**Coagulation**

Processus de modification des conditions chimiques, physiques ou biologiques afin des provoquer la floculation ou l'agglomération de particules (colloïdales).

**Couleur vraie**

Couleur de l'eau attribuable à des substances complètement dissoutes.

**Couleur apparente**

Couleur de l'eau attribuable à des substances colloïdales ou en suspension.

**Dépôts meubles**

Couches naturelles de sols déposées à la suite de l'action du vent, de l'eau ou des glaciers dont la perméabilité peut varier de grande à très faible. Les dépôts meubles perméables constituent d'excellents aquifères.

**Dureté**

Caractéristique de l'eau conférée par les sels de calcium et de magnésium qui sont responsables de la coagulation du savon et d'une augmentation de sa consommation, de l'entartrage des chaudières, de dommages lors de certains procédés industriels et, parfois, d'un goût désagréable. Elle est exprimée en mg/l ou en équivalent de carbonate de calcium. Les eaux contenant moins de 50 mg/l de dureté sont considérées comme douces et celles contenant plus de 200 mg/l sont considérées comme dures.

**Dureté calcique**

Expression de la dureté causée par les seuls ions Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ).

**Dureté magnésienne**

Expression de la dureté causée par les seuls ions Magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ).

**Dureté temporaire**

Fraction de la dureté totale qui est carbonatée (présence de carbonates  $\text{HCO}_3^-$  et bicarbonates  $\text{CO}_3^{2-}$ ). Elle est souvent associée à l'alcalinité de l'eau.

**Dureté permanente**

Fraction de la dureté totale qui n'est pas carbonatée. On ne peut s'en débarrasser par ébullition.

**Eau stagnante**

Eau des lacs, des étangs ou toute autre étendue d'eau calme.

**Effluent**

Eau sortant d'un réservoir, d'un bassin, d'une usine de traitement ou un de ses éléments.

**Émulsifié**

Mis à l'état d'émulsion (mélange hétérogène de deux liquides non miscibles dont l'un forme des gouttelettes microscopiques en suspension dans l'autre).

**Floculation**

Agglomération de la matière finement divisée en suspension, ou colloïdale, par des moyens chimiques, physiques ou biologique.

**Granulométrie**

Mesure de la forme, de la dimension et de la répartition en différentes classes des grains et des particules de la matière divisée.

**Grès**

Argile cuite au four sous forme de tuyaux ou d'accessoires pour égouts et installations sanitaires.

**Groupe électrogène**

Génératrice à moteur à explosion, à commande manuelle ou automatique, appelée à fournir l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement d'une station de traitement des eaux ou d'un poste de pompage lors d'une panne du réseau électrique conventionnel.

**Hélicoïdale**

Mouvement d'un solide qui tourne autour d'un axe fixe en se déplaçant le long de cet axe.

**Hydroxydes métalliques**

Composés formés par l'union d'un métal avec un ou plusieurs hydroxydes.

**Incrustation**

Dépôt de sel de calcium provenant des eaux calcaires, qui adhère aux parois des canalisations ou des appareils.

**Kystes de *Giardia***

Parmi les parasites intestinaux les plus communs en Amérique du Nord et dans le monde, détectés couramment dans les eaux de surface et parfois dans les eaux souterraines, qui ont été à l'origine d'épidémies confirmées et qui offrent une grande résistance à la désinfection au chlore.

**Manostat**

Interrupteur électrique commandé par la pression d'un fluide lorsqu'elle franchit un seuil.

**Média**

Matériau constituant d'une unité de traitement par filtration.

**Moduler**

Faire varier les caractéristiques (d'un courant électrique, d'une onde).

**Nappe phréatique**

Nom donné à la nappe aquifère superficielle dans le cas où aucune couche imperméable ne s'interpose entre elle et la surface du sol; elle alimente les puits et les sources, les cours d'eau et les canaux à découvert.

**Niveau dynamique**

Élévation de l'eau dans un puits lorsqu'on soumet ce puits à un régime de pompage donné.

**Niveau statique**

Niveau piézométrique d'une masse d'eau, d'une nappe souterraine ou d'une conduite en charge en régime permanent.

**Nourrice**

Conduite principale d'une conduite de distribution d'eau ou d'air.

**Oocystes de *Cryptosporidium***

Parmi les parasites intestinaux les plus communs en Amérique du Nord et dans le monde, détectés couramment dans les eaux de surface et parfois dans les eaux souterraines, qui ont été à l'origine d'épidémies confirmées. Avec les conditions qui prévalent dans les installations de production d'eau potable, la désinfection au chlore est considérée comme inefficace pour les oocystes de *Cryptosporidium*.

**Percolation**

Déplacement ou écoulement de l'eau à travers les interstices ou les pores du sol ou d'un autre matériau poreux.

**pH (potentiel Hydrogène)**

Expression de l'acidité et de l'alcalinité, sur une échelle de 0 à 14, où 7 représente la neutralité; un pH inférieur à 7 indique une acidité croissante, tandis qu'un pH supérieur à 7 indique une alcalinité croissante.

**Physicochimique**

Qui participe à la fois de la physique et de la chimie.

**Piézomètre**

Tube utilisé pour la mesure de la pression de l'eau dans les nappes souterraines (altitude de la surface piézométrique de la nappe). C'est un tube enfoncé dans le sol jusqu'au niveau de la nappe, ouvert ou crépiné à son extrémité inférieure. La mesure du niveau se fait par rapport à un repère d'altitude connue, soit par sondeur, soit par un limnimètre à bulles.

**Prorata**

En proportion de.

**Rabattement du niveau d'eau**

Diminution du niveau d'eau dans le sol, déterminée en un point donné, sous l'effet d'un prélèvement d'eau.

**Sable vert**

Média manufacturé qui permet d'adsorption (rétention à la surface d'un solide des molécules d'un gaz ou d'une substance en solution ou en suspension) ou la filtration physique du fer et du manganèse ou encore l'oxydation catalytique du manganèse, selon le mode d'opération qui est choisi. Le sable vert est constitué d'un matériau minéral (la glauconite) qui est recouvert en usine d'une couche de  $MnO_2$  (oxyde de manganèse).

**Schistes**

Roches à texture feuilletée, comme l'ardoise, pouvant se diviser mécaniquement en lames.

**Socle rocheux**

Plateau.

**Solubiliser**

Rendre soluble (qui peut se dissoudre dans un solvant).

**Sublimation**

Transformation d'un corps solide en vapeur, sans passage par l'état liquide.

**Submersibles**

Capables de fonctionner sous l'eau.

**Temporisation**

Retard, d'une durée déterminée, à l'exécution d'une action.

**Transmittance**

Facteur de transmission. Rapport entre le regroupement traversant un matériau et le rayonnement incident sur la surface irradiée de ce matériau.

**Turbidité**

Opacification causée par la présence de matières solides en suspension dans l'eau; indicateur de la qualité de l'eau.

### 9.3 Table de conversion des unités, équivalents SI

	<i><b>Pour convertir</b></i>		
	<b>Des unités de mesure hors système</b>	<b>En unités SI</b>	<b>Multiplier par</b>
<i><b>Paramètres de distribution de l'eau</b></i>			
Surface	mi <sup>2</sup>	km <sup>2</sup> ou m <sup>2</sup>	2,590 2,590×10 <sup>6</sup>
Surface	acre	ha	4,047×10 <sup>-1</sup>
Perte de charge	ft	kPa ou m	2,989 3,048×10 <sup>-1</sup>
Espacement entre les prises d'eau	ft	m	3,048×10 <sup>-1</sup>
Gradient hydraulique	ft / 1 000 ft	mm / m ou m / km	3,048×10 <sup>2</sup> 3,048×10 <sup>-1</sup>
Mesure du niveau d'eau	ft	m	3,048×10 <sup>-1</sup>
Comptage	gph	m <sup>3</sup> /h	3,785×10 <sup>-3</sup>
Comptage	ft <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	2,832×10 <sup>-2</sup>
Section transversale d'une conduite	in. <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	6,452×10 <sup>2</sup>
Diamètre d'une conduite	in.	mm	2,540×10
Vitesse d'écoulement dans une conduite	ft/s	m/s	3,048×10 <sup>-1</sup>
Longueur d'une conduite	ft	m	3,048×10 <sup>-1</sup>
Pression	psi	kPa	6,895
Débit nominal d'une pompe	gpm	m <sup>3</sup> /s ou l/s	6,309×10 <sup>-5</sup> 6,309×10 <sup>-2</sup>

<b><i>Pour convertir</i></b>			
	<b>Des unités de mesure hors système</b>	<b>En unités SI</b>	<b>Multiplier par</b>
<b><i>Paramètres de distribution de l'eau</i></b>			
Débit nominal d'une pompe	ft <sup>3</sup> /min	m <sup>3</sup> /s ou l/s	4,720×10 <sup>-4</sup> 4,720×10 <sup>-1</sup>
Chlore résiduel	ppm	mg/l	1,000
Élévation des réserves	ft	m	3,048×10 <sup>-1</sup>
Volume des réserves	gal	m <sup>3</sup> ou ml	3,785×10 <sup>-3</sup> 3,785×10 <sup>-3</sup>
Volume des réserves	ft <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> ou ml	2,832×10 <sup>-2</sup> 2,832×10 <sup>-5</sup>
Consommation d'eau	gal	m <sup>3</sup> ou l ou ml	3,785×10 <sup>-3</sup> 3,785 3,785×10 <sup>-3</sup>
Consommation d'eau	ft <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> ou ml	2,832×10 <sup>-2</sup> 2,832×10 <sup>-5</sup>

<b><i>Pour convertir</i></b>			
	<b>Des unités de mesure hors système</b>	<b>En unités SI</b>	<b>Multiplier par</b>
<b><i>Paramètres de traitement de l'eau</i></b>			
Dosage de produits chimiques	ppm	mg/l	1,000
Taux d'application des produits chimiques	lb/d	kg/d	4,536×10 <sup>-1</sup>
Taux d'application des produits chimiques	gph	l/h ou ml/s	3,785 1,052

<b><i>Pour convertir</i></b>			
	<b>Des unités de mesure hors système</b>	<b>En unités SI</b>	<b>Multiplier par</b>
<b><i>Paramètres de traitement de l'eau</i></b>			
Vitesse de déplacement	ft/s	m/s	$3,048 \times 10^{-1}$
Vitesse de lavage à contre-courant	gpm/ft <sup>2</sup>	l/m <sup>2</sup> /s	$6,790 \times 10^{-1}$
Perte de charge dans le filtre	ft	kPa	2,989
		ou m	$3,048 \times 10^{-1}$
Vitesse de filtration	gpm/ft <sup>2</sup>	m/h	2,444
		ou m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h	2,444
Pression différentielle d'un doseur de réactif gazeux	in. H <sub>2</sub> O (4 °C)	kPa	$2,491 \times 10^{-1}$
Pression d'alimentation d'un doseur de réactif gazeux	psi	kPa	6,895
Pression à vide d'un doseur de réactif gazeux	in. Hg	kPa	3,377
Capacité de traitement d'une station	MGD	m <sup>3</sup> /d	$3,785 \times 10^3$
		ou MI/d	$3,785 \times 10^6$
Puissance	hp	watt	$7,46 \times 10^2$
Débit de l'eau brute	gpm	m <sup>3</sup> /s	$6,309 \times 10^{-5}$
		ou l/s	$6,309 \times 10^{-2}$
Débit de l'eau brute	ft <sup>3</sup> /min	m <sup>3</sup> /s	$4,720 \times 10^{-4}$
		ou l/s	$4,720 \times 10^{-1}$
Température de l'eau brute	°F	°C	$(°F - 32) \times \frac{5}{9}$
Temps de séjour	h	h	1,000
Vitesse de décantation	fph	m/h	$3,048 \times 10^{-1}$

---

***Pour convertir***

---

Des unités de mesure hors système	<i>En unités SI</i>	Multiplier par
---	---------------------	----------------

***Paramètres de traitement de l'eau***

Vitesse de déversement d'un déversoir	gal/ft/d	l/m/s	1,437×10 <sup>-4</sup>
--	----------	-------	------------------------