



HAL
open science

Gestion préventive des risques sur le contrat de Saint-Martin de Belleville

Isabelle Lab

► **To cite this version:**

Isabelle Lab. Gestion préventive des risques sur le contrat de Saint-Martin de Belleville. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2014. dumas-01579752

HAL Id: dumas-01579752

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01579752v1>

Submitted on 5 Jan 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur de l'ENGEES
pour la formation en apprentissage



Gestion préventive des risques sur le contrat de Saint-Martin de Belleville

Stage réalisé du 1^{er} Février au 1^{er} Octobre 2014

Isabelle LAB

Promotion Nijmegen 2011/2014

Formation par apprentissage

Organisme d'accueil :

Lyonnaise des eaux
DPI Expertise Eau potable
988 Chemin Pierre Drevet
69 141 Rillieux-la-Pape

Référent TFE : Mme Valérie MANDRA

Tuteur ENGEES : M. François-Joseph DANIEL

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce stage et plus généralement de ces trois années d'apprentissage au sein du service expertise eau potable de la Lyonnaise des eaux de Lyon ont été pour moi une première expérience professionnelle. C'est pourquoi je tenais à remercier toutes les personnes que j'ai rencontré ou avec qui j'ai pu travailler au cours de ces années et qui ont rendu cette expérience enrichissante.

En premier lieu je tiens à remercier Valérie Mandra, qui a été ma maîtresse d'apprentissage au cours de cette formation, pour m'avoir accueillie au sein de son service. Je voudrais également remercier tous les membres du service et tous particulièrement René Aucagne pour sa disponibilité, ses conseils et son suivi tout au long de ces trois années.

Pour la réalisation de mon travail de fin d'étude portant sur le contrat de Saint-Martin de Belleville, je tiens à remercier Christophe Truchet, responsable des interventions eau et assainissement pour son accueil ainsi que Christophe Manon, technicien usine et réseau pour le temps consacré aux visites et pour les réponses apportées à mes interrogations sur le fonctionnement du réseau et des installations.

Je tiens également à remercier Jean-François Loret pour les informations et les conseils donnés pour la mise en place d'une démarche HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point).

Je remercie également François-Joseph Daniel qui a été mon tuteur académique tout au long de mon parcours ainsi que Amir Nafi pour leur suivi et conseils dans l'avancement de la rédaction de ce rapport.

Et enfin, je tiens à remercier tous les alternants et stagiaires, tout particulièrement Aurélien Présent, avec lesquels j'ai partagé mon bureau au cours de mon apprentissage et qui par leur présence et leur échange ont instauré de la bonne humeur et de la convivialité.

RESUME

Gestion préventive des risques sur le contrat de Saint-Martin de Belleville

La mise en place d'une gestion préventive des risques sanitaires dans le domaine de l'eau potable est recommandée depuis plusieurs années par l'organisation Mondiale de la Santé (OMS), qui en 2003 a repris la notion de « Water Safety Plan », ainsi que par le Code de la santé Publique. Cette démarche permet une évaluation des risques sanitaires, le recensement des points critiques et leur gestion par le biais de plans d'actions.

Pour sécuriser la qualité de l'eau distribuée sur le contrat de Saint-Martin de Belleville et améliorer le service rendu aux usagers, la Lyonnaise des eaux a décidé de mettre en place une gestion préventive des risques sanitaires. Pour ce faire, la démarche suivie est celle décrite dans la norme NF EN ISO 22 000. Cette norme parue en 2005 permet de définir les exigences relatives à la mise en place d'un système de management de la sécurité des denrées alimentaires (SMSDA). Elle reprend et explicite la démarche HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) décrite dans le Codex Alimentarius auquel elle apporte des compléments qui facilitent sa mise en place.

Le travail réalisé au cours de ce stage a donc permis d'identifier les points critiques de l'ensemble du contrat de Saint-Belleville et de trouver les mesures de maîtrise associées à chacun d'entre eux. Cela a aussi été l'occasion de faire une analyse globale du fonctionnement de ce contrat.

ABSTRACT

Preventive risk management system of the drinking water network of Saint-Martin de Belleville

The establishment of a preventive risk management in drinking water field is recommended for many years by the World Health Organisation (WHO) who instaurated in 2003 the "water safety plan" and by the code of the public health. This process enables an evaluation of sanitary risks, to identify all the critical points and to manage them through actions plans.

To secure the quality of the drinking water in the contract of Saint-Martin de Belleville and to improve the service given to the customer, Lyonnaise des eaux has chosen to realise an preventive management of risk on it contract. The methodology used is the ISO 22 000 standard. This method published in 2005 defines the requirement to create a management system for the food safety. This standard explains the HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) method firstly describes in the Codex Alimentarius and it gives additional information that makes it easier to establish.

This internship permits to identify all the critical points of the contract of Saint-Martin de Belleville and to define the appropriate control measures for each of them. That was also the oportunity to realise a global analysis of the network and the water treatment operation.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	3
RESUME.....	4
ABSTRACT	4
TABLE DES MATIERES	5
TABLES.....	7
SIGLES ET ABREVIATIONS	8
GLOSSAIRE.....	9
INTRODUCTION.....	10
Partie 1 : La gestion préventive des risques en eau potable	11
1. Les enjeux en eau potable	11
2. Les textes de loi en vigueur.....	11
3. Les méthodes existantes	12
3.1. L'HACCP	12
3.2. Les Water Safety plan	13
3.3. La mise en place de l'HACCP	13
4. L'ISO 22 000	15
4.1. Présentation	15
4.2. Les apports de cette norme.....	15
5. Le QMRA.....	15
Partie 2 : la méthodologie du QMRA et de l'HACCP	17
1. Evaluation du risque microbiologique: le QMRA	17
1.1. La mise en place d'un QMRA.....	17
1.2. Le risque de contamination des ressources	17
1.3. Evaluer l'efficacité de notre traitement.....	18
1.4. Evaluation de la consommation en eau non bouillie.....	20
1.5. Choix d'un modèle dose réponse	20
1.6. Calcul du risque de Maladie.....	21
1.7. Analyse en terme de DALY	21
2. Réflexion préalable à la mise en place de la gestion des risques sur le contrat d'eau potable de Saint-Martin de Belleville.....	22
2.1. Les étapes préliminaires	22
2.1.1. Etape n° 1 : Constitution de l'équipe de travail	22
2.1.2. Etape n° 2 : Caractéristiques du produit	22
2.1.3. Etape n° 3 : l'utilisation	28
2.1.4. Etape n° 4 : Diagramme des opérations.....	29
2.2. Etape n° 6 : Analyse des dangers	31
2.2.1. Etape n° 6a : Identification des dangers.....	31
2.2.2. Etape 6b : Evaluation des dangers	32
2.2.3. Etape 6c : Les mesures de maîtrise	34
2.3. Etape 7 : Classement des mesures de maîtrise et détermination des CCP	35
2.4. Etape 8 : Détermination des limites critiques.....	37
2.5. Etape 9 : Description du système de surveillance des CCP	37
2.6. Etape 10 : Gestion des non-conformités et actions correctives.....	37
2.7. Etape 11 : Validation et vérification du plan HACCP	37

Partie n°3 : L'application de la démarche HACCP sur le contrat de Saint-Martin de Belleville	38
1. Les stations de traitement	38
1.1. La démarche HACCP	38
1.1.1. Les diagrammes de flux	38
1.1.2. Analyse des dangers	40
1.1.3. Les mesures de maîtrise	44
1.1.4. Les limites critiques	45
1.1.5. Surveillance, mesures correctives et validation	46
1.2. La modélisation du risque microbiologique	48
1.2.1. La concentration en pathogènes de notre eau brute	48
1.2.2. Evaluation de la consommation journalière d'eau non-bouillie	49
1.2.3. Modèle dose réponse et risque d'infection	49
1.2.4. Le DALY	49
1.3. Bilan de l'analyse des stations.....	50
2. Le réseau	51
2.1. Les ressources	51
2.1.1. Analyse des dangers.....	51
2.1.2. Les mesures de maîtrise	51
2.2. Le stockage.....	53
2.2.1. Analyse des dangers.....	53
2.2.2. Les mesures de maîtrise	55
2.3. Le réseau	55
2.3.1. Analyse des dangers.....	55
2.3.2. Les mesures de maîtrise	56
2.4. Bilan de l'analyse sur le réseau	58
Partie n°4 : Bilan et Discussion	59
2.5. Améliorations pouvant être réalisées	59
2.6. Le travail restant à mener:	59
2.6.1. Mesures de maîtrise	59
2.6.2. Validation des plans d'actions	59
2.6.3. Les mises à jours	60
CONCLUSION	61
BIBLIOGRAPHIE	62
ANNEXES	64

TABLES

TABLEAUX

Tableau 1: Log d'abattement d'une clarification (17).....	19
Tableau 2: Log d'abattement des désinfections (18)	19
Tableau 3: Facteur de transformation du risque d'infection en risque de maladie (20)	21
Tableau 4 : Données pour calculer le DALY (<i>source santé canada</i>) (21).....	21
Tableau 5: Equipe méthode HACCP	22
Tableau 6: Présentation des différentes ressources (<i>source DUP</i> (23)).....	23
Tableau 7: Période de fonctionnement de chacune des sources (23).....	24
Tableau 8: Evaluation de la qualité de la ressource Lou-Boismint (24)	25
Tableau 9: Légende des classes de qualité (7)	25
Tableau 10: Classement des ressources en fonction de leur qualité	25
Tableau 11: Liste des réactifs et matériaux en contact avec l'eau	26
Tableau 12: En tête tableau suivi des ACS et agréments	27
Tableau 13: Récapitulatif des non conformités de l'eau traitée.....	27
Tableau 14: Tableau d'identification des risques	32
Tableau 15: Echelle de gravité d'un danger (18).....	33
Tableau 16: Echelle de fréquence du danger (18).....	33
Tableau 17: Matrice de risque	33
Tableau 18: Calcul des CT pour chaque point de distribution	42
Tableau 19: Comparaison des CT10 et des CT requis	42
Tableau 20: Log d'abattement des Stations de traitement de différents pathogènes.....	43
Tableau 21: Récapitulatif des couples causes/danger pour les stations de Caron et Gebroulaz	44
Tableau 22: Plan d'action PRPo et HACCP sur les stations de traitement	47
Tableau 23: DALY des différentes stations de traitement	49
Tableau 24: Bilan de l'analyse des stations de traitement	50
Tableau 25: Temps de séjour dans les réservoirs (35)	53
Tableau 26: Plan d'action PRPo sur l'ensemble du réseau	57
Tableau 27: Bilan de l'analyse du réseau	58

FIGURES

Figure 1: Exigences du code de la santé publique.....	12
Figure 2: Les étapes de la démarche HACCP	14
Figure 4: Etapes pour la mise en place du QMRA.....	17
Figure 3 : Estimation de la concentration en <i>Cryptosporidium</i> en fonction du type de ressource (16).....	18
Figure 5 : Synoptique de fonctionnement du réseau:	30
Figure 6: Arbre de Décision du Codex Alimentarius (1)	36
Figure 7: Diagramme des flux station de Gebroulaz.....	39
Figure 8: Diagramme des flux station des Bruyères	40

GRAPHIQUES

Graphique 1: Evaluation de l'efficacité d'un traitement pour le risque <i>Cryptosporidium</i> (18) 20	
Graphique 2: Evaluation de l'efficacité de nos station de traitement face au risque <i>Cryptosporidium</i>	43
Graphique 3: Représentation de la distribution normale des coliformes totaux	48
Graphique 4: Marnage du réservoir de Val-Thorens en hiver et en été (35).....	54

SIGLES ET ABREVIATIONS

ACS : Attestation de Conformité Sanitaire
ARS : Agence Régionale de Santé
CCP (PCC) : Critical control point (point de critique pour la maîtrise)
CSP : Code de la Santé Publique
CT : Concentration (mg/l) de chlore résiduel * Temps de réaction
DALY : Disability adjusted life year – Année de Vie Ajustée sur l'incapacité
DUP : Déclaration d'Utilité Publique
FDS : Feuille de Données Sécurité
GPRS : Gestion Préventive des Risques Sanitaires
HACCP : Hazard Analysis Critical Control Point - Analyse des dangers et points critiques pour leur contrôle
ISO : International standard Organisation –Organisation Mondiale de Normalisation
MB : Microbiologique
OMS-WHO : Organisation mondiale de la Santé – World Health organisation
PC : Physique Chimique
PE : Polyéthylène
PRP : Programme de prérequis
PRPo : Programme de Prérequis opérationnel
PVC : Polychlorure de vinyle
QMRA : Quantitative Microbiologique Risk Assesment
SMSDA : Système de Management de la Sécurité des Denrées Alimentaites
USEPA : United States Environment Protection Agency – agence de protection de l'environnement des Etats-Unis
WSP : Water Safety Plan – Plan de prévention

GLOSSAIRE

Ce glossaire présente les définitions nécessaires à la compréhension de ce rapport, une partie d'entre elles est directement issue de la norme NF ISO 22 000 :

HACCP- Hazard Analysis and Critical Control Point : système qui définit, évalue et maîtrise les dangers qui menacent la salubrité des aliments.

Codex Alimentarius : commission conjointe d'experts de l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) et de la FAO (Food and Agriculture Organization)

Risque : probabilité d'apparition d'un danger

Danger : biologique, chimique ou physique présent dans un aliment ou état de cet aliment pouvant entraîner un effet néfaste sur la santé

Etape : Point, procédure, opération ou stade de la chaîne alimentaire, depuis la production primaire jusqu'à la consommation finale.

Mesure de maîtrise : action ou activité à laquelle il est possible d'avoir recours pour prévenir ou éliminer un danger lié à la sécurité des denrées alimentaires, ou pour le ramener à un niveau acceptable.

PRP- Programme prérequis : conditions et activités de base nécessaires pour maintenir tout au long de la chaîne alimentaire un environnement hygiénique approprié à la production, la manutention et à la mise à disposition de produits finis sûrs et de denrées alimentaires sûres pour la consommation humaine.

PRPo-Programme prérequis opérationnel : PRP identifié par l'analyse des dangers comme essentiel pour maîtriser la probabilité d'introduction de dangers liés à la sécurité des denrées alimentaires et/ou la contamination ou prolifération des dangers liés à la sécurité des denrées alimentaires dans le produit ou l'environnement de transformation.

CCP-point critique pour la maîtrise : Etape à laquelle une mesure de maîtrise peut être appliquée et est essentielle pour prévenir ou éliminer un danger lié à la sécurité des denrées alimentaires ou le ramener à un niveau acceptable.

Limite critique : critère qui distingue l'acceptabilité de la non acceptabilité

Surveillance : action de procéder à une séquence programmée d'observations ou de mesurages afin d'évaluer si les mesures de maîtrise fonctionnent comme prévu.

Correction : action visant à éliminer une non-conformité détectée

Validation : obtenir des preuves démontrant que les mesures de maîtrise gérées par le plan HACCP et par les PRP opérationnels sont en mesure d'être efficaces.

Vérification : confirmation par des preuves tangibles, que les exigences spécifiées ont été satisfaites.

INTRODUCTION

L'hygiène et la sécurité des produits alimentaires sont des points qu'il est nécessaire de maîtriser lors d'un processus de production afin d'éviter la contamination du produit fini. Or certains exemples récents montrent qu'il y a encore des failles dans nos systèmes de production agroalimentaire mais c'est aussi vrai dans le domaine de l'eau potable.

Afin de limiter ces incidents sanitaires, l'accent est mis sur la gestion préventive et la maîtrise des risques des denrées alimentaires. Pour compléter les textes réglementaires des textes de références tel que le Codex Alimentarius (1) qui s'est traduit par la démarche HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points), la norme ISO 22 000 (2), ou encore les plans de prévention eau ont été publiés.

Aujourd'hui l'eau fait partie des produits de consommation les plus contrôlés mais le risque ne sera jamais nul. Ces contrôles sont réalisés sur le produit fini qui contrairement à l'agro-alimentaire est mis en distribution avant même l'obtention des résultats d'analyse. Lorsque l'on découvre une contamination, l'eau est déjà consommée c'est pourquoi une Gestion Préventive des Risques Sanitaires (GPRS) est justifiée.

Afin d'assurer une amélioration continue de ces systèmes de production la Lyonnaise des eaux a donc décidé de mettre en place une gestion préventive des risques sanitaires. Cette démarche traduit également une volonté de transparence envers ces abonnés.

La problématique de ce rapport concerne la mise en place d'une GPRS sur la totalité du contrat de Saint-Martin de Belleville. Le périmètre de l'étude englobe les ressources, les stations de production, les réservoirs et le réseau. La méthode suivie est celle de l'HACCP en vue d'une certification ISO 22 000.

Dans une première partie ce rapport aborde les aspects réglementaires et les enjeux de la gestion préventive des risques sanitaires en eau potable. La deuxième partie est consacrée à la description de la méthodologie utilisée pour la mise en place de la GPRS sur le contrat de Saint-Martin de Belleville et la troisième partie présente les résultats obtenus.

PARTIE 1 : LA GESTION PREVENTIVE DES RISQUES EN EAU POTABLE

La réglementation sur l'eau potable est apparue au cours du 19^{ème} siècle, afin de protéger la santé des consommateurs. Dans ce but l'eau doit être conforme à une liste de paramètres, mais cette pratique a montré à plusieurs reprises ces limites d'efficacité pour les raisons suivantes :

- la liste des paramètres et des indicateurs surveillés ne reflète pas la totalité des contaminants susceptibles d'être en contact avec l'eau,
- les volumes échantillonnés ne sont pas forcément représentatifs des volumes produits,
- la vérification de la conformité est un processus principalement réactif.

Conscient de ces limites, la gestion de la qualité de l'eau passe dorénavant par la mise en place d'une gestion préventive des risques sanitaires.

1. Les enjeux en eau potable

Le but de la gestion préventive des risques sanitaires en eau potable n'est pas d'atteindre un risque zéro car ceci ne serait pas réaliste. Le niveau à atteindre est un niveau de risque si négligeable, qu'un abonné bien informé et raisonnable ne se sente pas concerné par celui-ci. Et qu'il n'y voit pas une raison rationnelle de changer ses habitudes de consommation d'eau pour éviter ce risque si faible, mais non nul (3).

Les principes d'un bon système de management ont été définis par O'Connor (4) et sont les suivantes :

- être **préventif** plutôt que correctif,
- distinguer les risques majeurs des moins importants et les traiter **en priorité**,
- tirer **des leçons** des expériences passées,
- **investir** des moyens **proportionnels** au danger.

La mise en place d'une gestion préventive des risques sanitaires présente un intérêt fort en eau potable puisqu'il est nécessaire d'assurer un **service continu**. L'exploitant doit en effet garantir une eau de **qualité** en **quantité** et de manière continue. Or, le système d'analyse de l'eau n'est pas un processus instantané et est seulement ponctuel. Dans la majorité des cas, une pollution est détectée alors que les clients ont déjà consommé cette eau. Contrairement à l'industrie agro-alimentaire, on ne peut pas travailler par lot, il est donc impossible de rappeler d'éventuels lots contaminés. Afin de remplir cet objectif, il est impératif de mener une gestion préventive.

Plusieurs retours d'expérience ont permis de mettre en place la réglementation française et des méthodes de management des risques en eau potable, dans cette partie nous étudierons les plus importantes.

2. Les textes de loi en vigueur

Les textes de loi, concernant la qualité et la gestion des risques sanitaires en eau potable, sont regroupés dans le **code de la santé publique** (5). Pour la gestion préventive on peut citer comme exemple l'obligation de mise en place d'une déclaration d'utilité publique (DUP) sur les captages d'eau potable ou encore l'obligation d'utiliser des matériaux possédant un agrément ACS (Attestation de Conformité Sanitaire) s'ils sont en contact avec l'eau potable.

Le code de la santé publique impose également des exigences de qualité, par le biais de la **directive 98/83/CE** (6) concernant la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. Cette directive a été mise en application en France par l'arrêté du 11 Janvier 2007 (7). Elle

définit les exigences en termes de qualité que doit respecter l'eau distribuée pour la consommation, mais aussi l'eau brute. Afin de prouver que l'eau respecte ces exigences de qualité l'exploitant se doit de réaliser une surveillance de la qualité des eaux. Des contrôles sont aussi réalisés par l'ARS (Agence Régionale de Santé). La mise en place d'un plan de gestion préventive des risques tel qu'un Water Safety Plan permet de diminuer le programme de contrôle sanitaire. Cette démarche est explicitée plus loin.

Le schéma ci-dessous récapitule une partie des exigences du code de la santé publique:

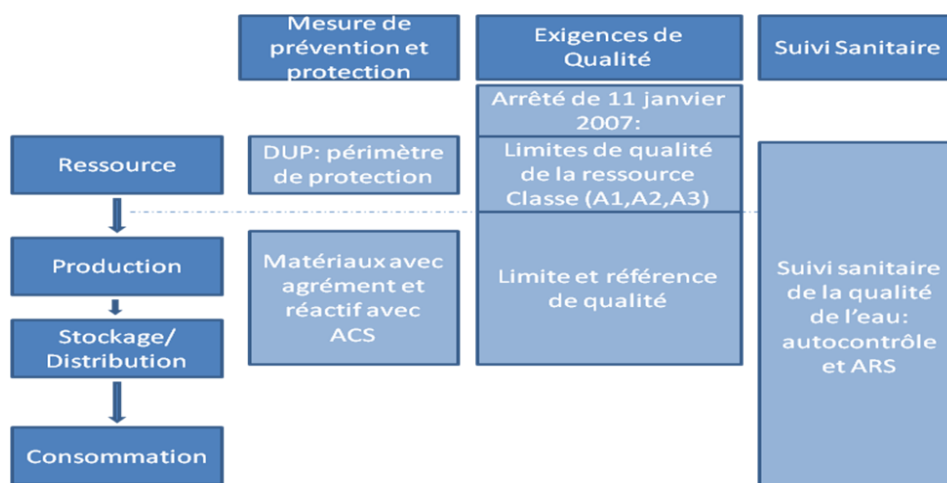


Figure 1: Exigences du code de la santé publique

Toujours d'un point de vue réglementaire, en 2002, l'eau a été assimilée à une denrée alimentaire par le **règlement européen 178/2002** (8), elle doit donc aussi répondre à la directive Européenne 93/43 (9). Afin d'assurer la gestion préventive des risques sanitaires dans les entreprises productrices et distributrices de denrées alimentaires, cette directive recommande la mise en place d'une analyse des dangers et des points critiques pour leur maîtrise traduit de l'anglais Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP).

3. Les méthodes existantes

L'approche de gestion des risques proposée par l'OMS (10) en 2004 ne se substitue pas à l'approche classique de vérification de la qualité de l'eau à posteriori mais vient en complément. Plusieurs référentiels sont disponibles pour décrire la gestion préventive des risques sanitaires : l'HACCP défini par le Codex Alimentarius, l'ISO 22 000 et les WSP (Water safety plan) en français les plans de gestion de la sécurité sanitaire de l'eau.

3.1. L'HACCP

L'HACCP est un système de management des risques dans le domaine des denrées alimentaires. Cette démarche a été développée dans les années 70 afin d'assurer la sécurité des aliments lors de leur production. L'HACCP permet d'identifier et d'évaluer les risques relatifs à chacune des étapes de production et de définir les moyens de maîtrise associés.

En 1993, cette méthode est adoptée par la commission du Codex Alimentarius qui recommande son application pour le commerce international de denrées alimentaires. Cette même année, la directive européenne 93/43/CEE « Hygiène des denrées alimentaires » (9) recommande cette méthode. Ce qui explique qu'aujourd'hui cette démarche est de plus en

plus fréquente dans les industries alimentaires et est recommandée par les services d'inspection.

Dans une publication de 1994, A.H. Havelaar (11) étudie pour la première fois la faisabilité de l'application de cette méthode dans le domaine de l'eau potable. A partir de là, la démarche HACCP a été adaptée au domaine de l'eau par de nombreux pays. On peut par exemple citer le ministère de la santé de la Nouvelle Zélande qui en 2001 a développé une approche de management des risques pour de petit système de production d'eau potable. C'est aussi le cas de l'Australie qui s'est basée sur l'HACCP afin de définir leur système de management des risques. Afin d'avoir un modèle commun l'OMS se penche alors sur la question et développe le concept de WSP (Water Safety Plan) en 2004.

3.2. Les Water Safety plan

Le concept du WSP a donc été développé par l'OMS (10) afin d'homogénéiser les pratiques et de donner une structure commune pour la gestion des risques dans le domaine de l'eau potable. Les WSP sont principalement basés sur la méthode HACCP. L'OMS a aussi repris un principe fort dans le domaine de l'eau qui est la multiplication des barrières sanitaires afin de limiter les risques. Pour ce faire, elle a pu se baser sur le retour d'expérience de l'Australie qui a développé cette approche dans son système de gestion des risques.

Plusieurs différences existent entre le WSP et l'HACCP (12) :

- le WSP ne reprend pas la notion de point critique sur lequel est basé l'HACCP,
- le WSP ne prévoit pas la hiérarchisation des mesures de maîtrise,
- le WSP insiste sur la notion de protection multi-barrières : la défaillance d'une étape peut être compensée par l'étape suivant ce qui n'est pas le cas de l'HACCP.

Une autre des particularités des WSP est qu'en plus de l'évaluation des risques ils englobent aussi les plans de gestion de crise, les plans de communication etc. (13). C'est donc une démarche plus complète et plus spécifique à l'eau potable mais beaucoup plus importante à mettre en place que l'HACCP.

3.3. La mise en place de l'HACCP

L'HACCP est basée sur 7 principes qui sont mis en application en 12 étapes successives. Le tableau ci-dessous récapitule la démarche complète de l'HACCP:

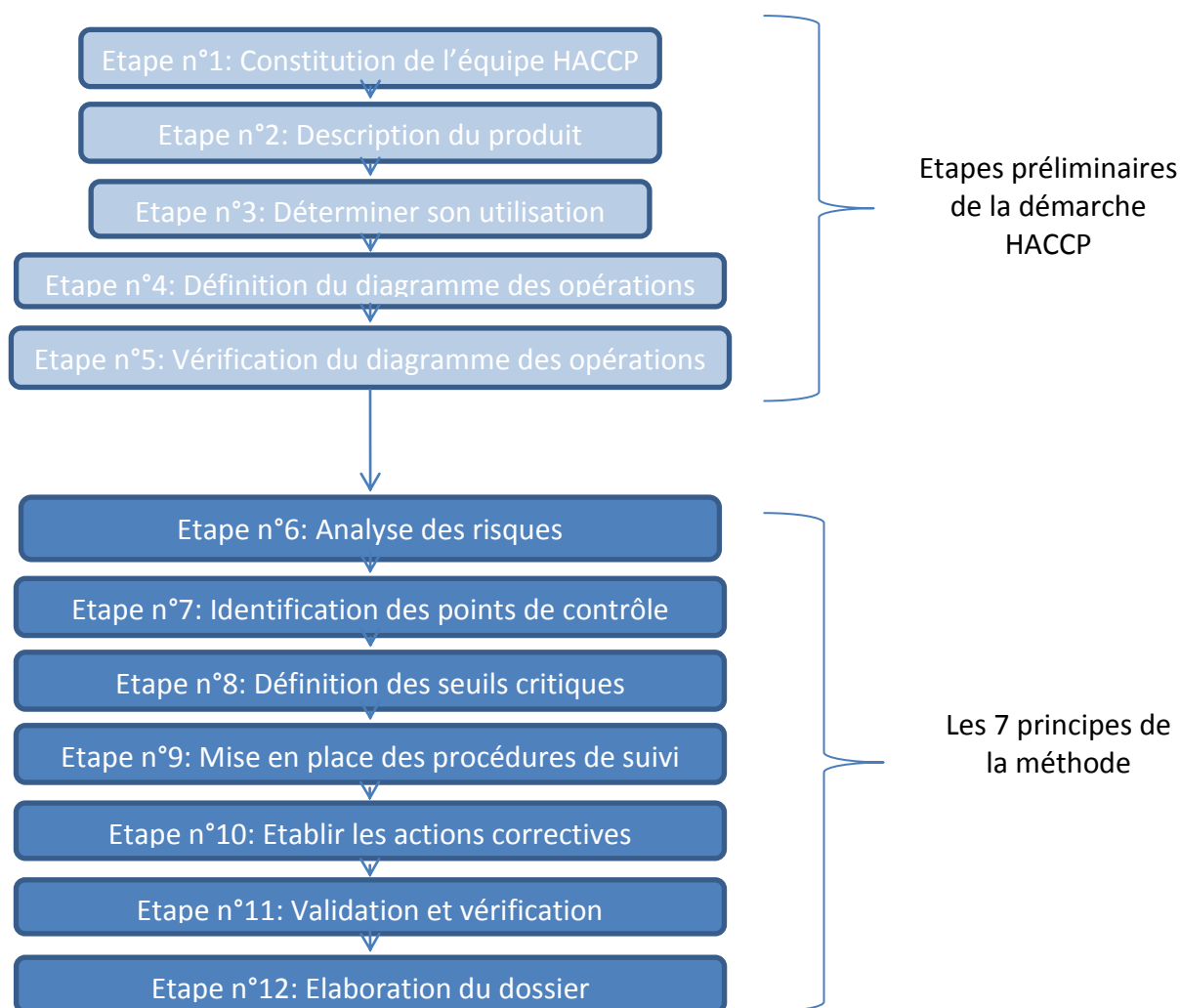


Figure 2: Les étapes de la démarche HACCP

Les principes de l'HACCP sont repris plus en détail ci-dessous:

Principe n°1 : Dresser une analyse des risques. Identifier tous les dangers alimentaires associés à la production alimentaire. Pour chaque étape, il faut réaliser une évaluation de la probabilité d'apparition des dangers identifiés et définir les mesures préventives à mettre en place.

Principe n°2 : Identifier les points de contrôle (CCP) pour lesquels la mise en place d'un contrôle est essentielle pour éliminer un danger inacceptable ou réduire sa probabilité d'apparition.

Principe n°3 : Définir les limites/seuils critiques pour les points de contrôle, afin de déterminer s'ils sont acceptables ou pas.

Principe n°4 : Mise en place de procédure de surveillance des points de contrôle par l'intermédiaire de tests ou d'observations programmées.

Principe n°5 : Etablir les actions correctives à mettre en place lorsque le système de surveillance indique qu'un CCP (Critical Control Point) n'est pas maîtrisé.

Principe n°6 : Appliquer des mesures de vérification, validation de l'efficacité du système HACCP.

Principe n°7 : Constitution d'un dossier regroupant les procédures et les données nécessaires à l'HACCP.

4. L'ISO 22 000

4.1. Présentation

L'ISO 22 000 a été mise en place en 2005, elle a été créée car de nombreuses normes nationales de management des risques sanitaires des denrées alimentaires se basaient sur la démarche HACCP, seulement telle que décrite par le Codex Alimentarius cette démarche présentait des lacunes. La mise en place de l'ISO 22 000 a apporté des compléments d'informations permettant de faciliter et d'harmoniser la mise en place de cette méthode.

C'est actuellement la seule norme reconnue au niveau international qui harmonise les pratiques de management de la sécurité des denrées alimentaires. Cette norme repose d'une part, sur l'application de la **méthode HACCP** qui correspond à la partie technique de la norme et d'autre part sur le respect de la **norme ISO 9001** qui définit les règles de management et organisationnelles à appliquer.

4.2. Les apports de cette norme

Comme le précise Didier Blanc dans son livre (14), la Norme ISO 22 000 apporte des compléments au Codex Alimentarius et facilite ainsi la mise en place de l'HACCP. Jusqu'alors les mesures de maîtrise étaient classées en 2 catégories les Bonnes Pratiques d'Hygiène et les mesures de maîtrise à appliquer aux CCP. Aucune surveillance n'était prévue pour les dangers identifiés par l'analyse mais que l'on ne pouvait pas considérer comme un CCP. C'est ainsi qu'est apparue la notion de Programme de prérequis opérationnel.

Les trois catégories de mesures de maîtrise définies par l'ISO 22 000 sont les suivantes :

- le **Programme Prérequis (PRP)** : il gère les activités de bases nécessaires au maintien de l'hygiène générale du système de production
- le **PRP opérationnels (PRPo)** : il regroupe les mesures de maîtrise qui ne sont pas gérées par le plan HACCP
- le **plan HACCP** : il contient les mesures de maîtrises associées aux CCP

Ces trois notions sont définies plus en détail dans le glossaire et seront revues au cours de ce rapport.

Le deuxième apport de l'ISO 22 000 par rapport au Codex Alimentarius est l'introduction de l'obligation de validation des mesures de maîtrise afin de s'assurer de leur pertinence et de leur réelle efficacité.

En complément de la gestion préventive des risques décrite dans l'ISO 22 000, il est conseillé de réaliser une évaluation quantitative des risques notamment pour le risque microbiologique. Pour se faire il est possible d'utiliser le QMRA (Quantitative Microbial Risk Assessment)

5. Le QMRA

La mise en place d'un système d'évaluation du risque microbiologique permet de répondre à la question : est-ce que mon système est capable de produire et de distribuer de l'eau qui répond aux objectifs de santé? Les objectifs de santé correspondent au niveau de risque tolérable en eau potable, l'OMS l'exprime sous forme de DALYs (Disability Adjusted Life Years) cet indicateur prend en compte deux critères, les années de vie perdues pour cause de décès prématuré et les années équivalentes de bonne santé perdues du fait d'une mauvaise santé ou d'une invalidité. Afin d'atteindre un niveau de risque tolérable le **DALY doit être**

inférieur à 10^{-6} /personne/an. Cet objectif de qualité se traduit par le respect des limites ou références de qualité pour l'eau potable.

En Europe, le développement de cette méthode a été réalisé par le projet Microrisk¹ initialisé en 2002.

Le QMRA permet de calculer pour les pathogènes d'origines fécales leur risque de croissance dans la ressource, l'impact du traitement sur la réduction de la concentration en pathogènes ainsi que le risque de re-contamination au cours de la distribution.

Comme il est mis en avant dans un rapport écrit par l'équipe du projet Européen Microrisk (15), l'utilisation du QMRA apporte un atout majeur dans le management du risque, il donne une base scientifique pour la prise de décision. En effet cette méthode permet de savoir si le système de production en place permet d'atteindre les limites de qualité imposées par la réglementation, en fonctionnement normal ou dégradé. Sa mise en place peut aussi être utile lors de la détermination et de la validation des seuils critiques pour les mesures de maîtrises.

Dans le cadre de notre étude le choix a été de mettre en place la démarche HACCP. Celle-ci s'ajoutera aux autres actions déjà mises en place qui pourront à terme constituer un plan de sécurité sanitaire des eaux pour l'alimentation (WSP).

Les objectifs de ce travail sont donc :

- De faire un point sur les documents de gestion de risques déjà en place sur le contrat de St Martin de Belleville,
- D'identifier et d'évaluer les risques présents sur les stations, le réseau et le stockage
- Mettre en place le suivi des points critiques ainsi que les mesures correctives à prendre.

La réalisation de ce travail permettra dans un second temps de réaliser un audit pour l'obtention de l'ISO 22 000.

En parallèle de cette étude, une démarche de type QMRA a été réalisée afin de s'assurer des capacités de traitement des stations et d'évaluer la gravité des défaillances de certaines étapes de traitement.

La seconde partie va décrire la méthodologie de ces deux démarches.

¹ Microrisk : c'est un projet de recherche européen dont l'objectif est de développer et d'harmoniser le travail sur l'évaluation quantitative du risque microbiologique en eau potable pour les pays membres de l'UE

PARTIE 2 : LA METHODOLOGIE DU QMRA ET DE L'HACCP

1. Evaluation du risque microbiologique: le QMRA

Afin de répondre aux objectifs de ce stage, des étapes préliminaires à la mise en place de l'HACCP ont été nécessaires. La première étape est d'évaluer l'efficacité de notre traitement, puis de caractériser le risque de contamination de notre ressource. Ensuite nous nous intéresserons à la mise en place de l'HACCP.

1.1. La mise en place d'un QMRA

Le but de l'application de cette méthode est de répondre à la question suivante : est-ce que ma station de traitement assure une qualité d'eau conforme à la réglementation ? Le QMRA permet d'évaluer les risques microbiologiques dues aux pathogènes d'origine fécale. Dans notre cas on va pouvoir s'assurer que la consommation de l'eau issue de nos stations ne fait pas courir de risque sanitaire à l'usager.

L'application du QMRA nécessite de réaliser plusieurs étapes qui sont décrites sur le diagramme ci-dessous :

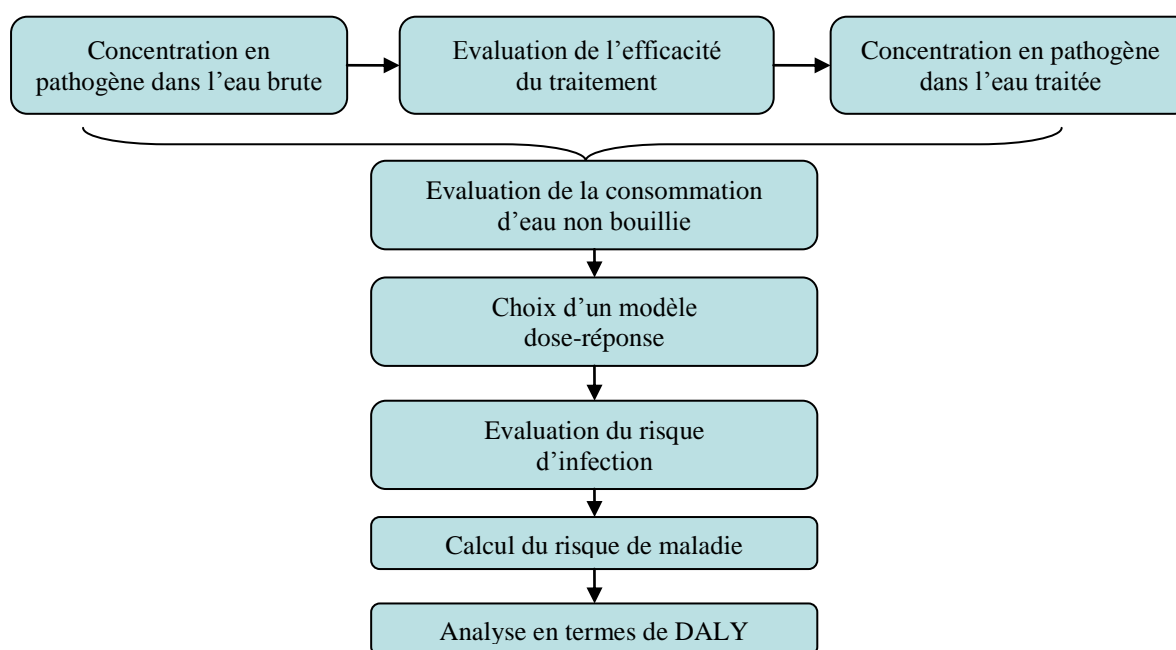


Figure 3: Etapes pour la mise en place du QMRA

Dans la suite, nous allons donc décrire ces différentes étapes.

1.2. Le risque de contamination des ressources

En fonction du type de ressource, celle-ci est plus ou moins vulnérable aux contaminations microbiologiques. Les contaminations microbiologiques de l'eau sont principalement dues à la présence de micro-organismes d'origine fécale. Pour évaluer cette contamination, l'OMS (10) considère cinq pathogènes de référence, *Cryptosporidium* et *Giardia* dans le groupe des protozoaires. *Escherichia Coli* O157 :H7 et *Campylobacter* pour les bactéries et les rotavirus pour les pathogènes de type Virus. Ce sont tous des pathogènes entériques à l'origine de

maladies gastro-intestinales bien caractérisés. La maîtrise de ces pathogènes assure le contrôle des autres pathogènes de leur classe.

Pour évaluer la vulnérabilité des ressources, on se base sur la concentration en *Cryptosporidium* qui est le plus pathogène de ces micro-organismes. Or en France, dans les analyses réglementaires d'eau brute un seul de ces pathogènes est recherché, il s'agit d'*E. Coli*. et à ce jour aucune corrélation entre la présence d'*E. Coli* et des protozoaires d'origine fécale n'a pas été prouvée. L'absence d'*E. Coli* dans les analyses ne signifie pas qu'il n'y a pas de *Cryptosporidium* étant donné qu'ils sont beaucoup plus résistants puisqu'ils peuvent se trouver sous forme de kyste dans l'environnement.

Il est donc nécessaire d'évaluer de façon théorique la concentration en *Cryptosporidium*. Au niveau de la Lyonnaise des eaux des études ont été menées afin de déterminer la vulnérabilité des ressources, face au risque de contamination par *Cryptosporidium* en fonction, de leur type. Le diagramme ci-dessous représente le risque de contamination :

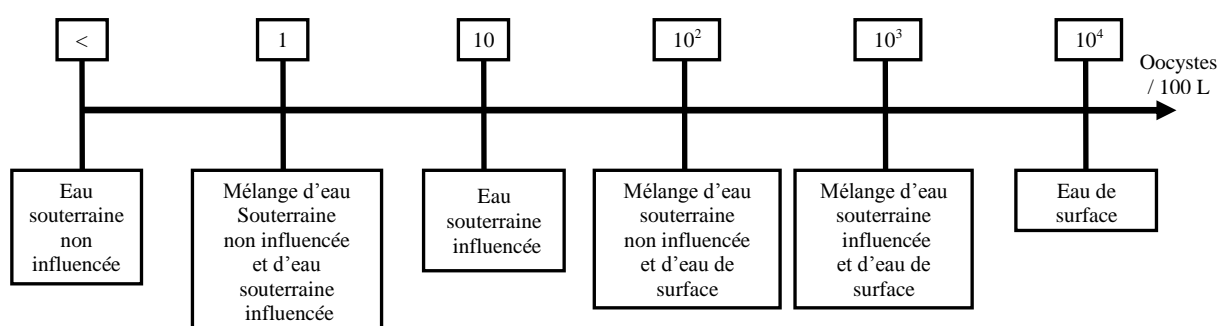


Figure 4 : Estimation de la concentration en *Cryptosporidium* en fonction du type de ressource (16)

Cette échelle met en avant que les eaux de surfaces sont les plus vulnérables. Ce sont donc elles qui nécessiteront le traitement le plus poussé.

Une fois la concentration en pathogène de notre eau brute évaluée, on peut s'intéresser à l'efficacité de notre traitement, afin de s'assurer qu'il est en adéquation avec le risque microbiologique.

1.3. Evaluer l'efficacité de notre traitement

L'efficacité d'une station d'eau potable face au risque microbiologique est évaluée en déterminant son log d'abattement pour les différents pathogènes. Ainsi on a connaissance de la concentration en théorique en pathogènes présents dans l'eau distribuée, et l'on peut calculer le risque qu'ils représentent. Le but est d'atteindre les recommandations de l'OMS qui s'exprime en terme de DALY. L'OMS recommande un DALY inférieur à 10^{-6} par personne et par an. L'USEPA est quand à lui plus restrictif puisqu'il recommande un maximum de 10^{-4} infection par personne et par an. Le calcul de ce DALY représente la dernière étape de la méthode QMRA qui est présentée un peu plus loin dans ce rapport.

Les différentes étapes de traitement des stations d'eau potable permettent un abattement de ces différents pathogènes. Nous allons maintenant nous intéresser à l'efficacité des différentes étapes de traitement pour l'élimination de ce pathogène.

- Les traitements physiques :

L'étape de **clarification** permet de diminuer la turbidité de l'eau qui est un bon indicateur du taux d'abattement des pathogènes. Plus celle-ci est faible en sortie de clarification plus le log d'abattement est important. Le tableau ci-dessous permet d'évaluer la correspondance entre l'abattement et la turbidité :

Log d'abattement	Turbidité en sortie de filtration (NTU)				
	T < 0.1	0.1 < T < 0.2	0.2 < T < 0.3	0.3 < T < 0.5	T > 0.5
<i>Cryptosporidium</i>	3	2.5	2	1	0
Giardia	3	2.5	2	1	0
Entérovirus	2	2	1.5	1	0
E. Coli	1.5	1	0.5	0.5	0

Tableau 1: Log d'abattement d'une clarification (17)

La **filtration sur CAG** permet l'élimination de 0.5 log des pathogènes, cette valeur se veut sécuritaire.

L'**ultrafiltration** quant à elle assure un minimum de 7 logs d'abattement.

- Les traitements chimiques

La désinfection est le dernier levier d'action contre les pathogènes avant la mise en distribution de l'eau. L'efficacité d'une désinfection peut être déterminée grâce au CT (Concentration mg/L x Temps de réaction en minutes). Les CT nécessaires pour abattre 2 logs de pathogènes par désinfection au chlore sont présentés dans le tableau ci-dessous :

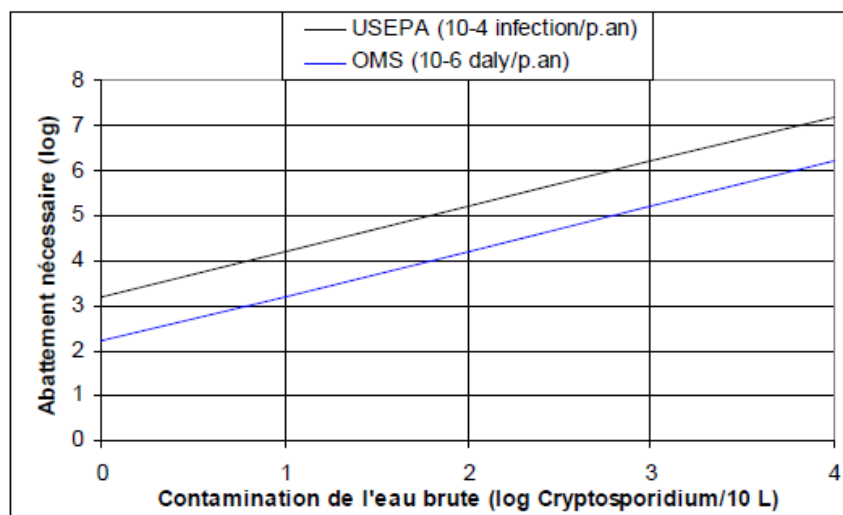
2 logs d'abattement	CT Chlore		CT dioxyde de chlore		CT ozone	
	5 ° C	15 ° C	5 ° C	15 ° C	5 ° C	15 ° C
<i>Cryptosporidium</i>	16 000	8 000	400	200	20	10
Giardia	100	50	13	6.5	2	1
Entérovirus	4	2	1	0.5	1	0.5
E. Coli	0.04	0.02	0.6	0.3	0.02	0.01

Tableau 2: Log d'abattement des désinfections (18)

En traitement de désinfection, l'étape la plus efficace est le traitement UV qui assure un minimum de 4 logs d'abattement pour tous ces pathogènes pour une dose de 40 mJ/cm² qui représente la dose réglementaire minimale (19).

Dans la suite de ce rapport, nous pourrons ainsi calculer le taux d'abattement de nos stations avec ces données. En fonction de la qualité de l'eau brute, le traitement à appliquer ne sera donc pas le même. Le paragraphe ci-après permet d'évaluer le risque de contamination microbiologique des ressources.

Une fois le log d'abattement de nos stations calculé et la concentration en *Cryptosporidium* évaluée, on peut utiliser le graphique ci-dessous pour évaluer si le log d'abattement de la station de traitement diminue suffisamment le risque par rapport à notre concentration de départ :



Graphique 1: Evaluation de l'efficacité d'un traitement pour le risque *Cryptosporidium* (18)

On peut ainsi s'assurer du respect des limites de risque conseillées par l'USEPA et l'OMS. Cette démarche est mise en application dans la partie 3 (1.1.2.1).

Les étapes décrites ci-après vont nous permettre de calculer le DALY de l'eau distribuée.

1.4. Evaluation de la consommation en eau non bouillie

Pour évaluer le risque qu'encourt un usager en consommant de l'eau il est nécessaire de connaître sa consommation d'eau non bouillie. Cette évaluation est réalisée grâce à des simulations de Monte Carlo. La méthode de Monte Carlo désigne l'ensemble des méthodes dont le but est de calculer une valeur numérique en utilisant des procédés aléatoires. Pour chacun des facteurs identifiés (ici la consommation d'eau) on effectue un grand nombre de tirages aléatoires suivant les distributions de probabilités que l'on détermine en amont. Ceci permet de déterminer la probabilité d'occurrence de chacun des résultats. A partir d'une valeur moyenne on peut ainsi obtenir une distribution des quantités d'eau non bouillie consommée.

1.5. Choix d'un modèle dose réponse

Connaissant la concentration en pathogène de notre eau brute, l'efficacité des stations de traitement et la consommation en eau non bouillie, il est possible de calculer la dose de pathogène journalière ingérée par un consommateur :

$$D = C_{\text{eau brute}} * 10^{-\log \text{ de réduction}} * V_{\text{eau consommée}} \quad (20)$$

Un modèle dose-réponse est une relation mathématique qui permet d'évaluer la probabilité d'infection en fonction de la dose de pathogène ingérées. Deux modèles peuvent être utilisés pour caractériser la relation dose réponse, le modèle exponentiel ou le modèle Bêta-Poisson. Nous utiliserons le modèle Beta-poisson car il permet de tenir compte de la virulence des différents microorganismes et de la sensibilité des personnes. L'équation du modèle Beta-Poisson est la suivante :

$$P_{(\text{inf}/\text{jour})} = 1 - (1 + d/b)^{-a} \quad (20)$$

d équivaut à la dose ingérée, a et b sont les paramètres de la fonction gamma, qui varient en fonction du pathogène étudié.

Une fois la probabilité d'infection journalière calculée on peut obtenir la probabilité d'infection annuelle, en considérant que (n) est le nombre de jours d'exposition dans l'équation suivante :

$$P_{(\text{infection/an})}=1-(1- P_{(\text{inf/jour})})^n \quad (20)$$

1.6. Calcul du risque de Maladie

Une fois la probabilité d'infection déterminée, il faut calculer la probabilité de développer une maladie suite à une infection par le pathogène. Ceci est réalisé grâce à des facteurs de transformation du risque d'infection en risque de maladie. Par exemple dans le cas d'E. Coli. O157:H7 celui-ci est de 1. Ce qui signifie que si l'on est infecté par ce pathogène on développera forcément une maladie.

1.7. Analyse en terme de DALY

Le DALY représente la somme des années de vie potentielle perdues en raison d'une mortalité prématurée et des années de vie productive perdues en raison d'incapacités. Il se calcule de la façon suivante :

$$DALY = \sum P_{(\text{maladie/infection})} * P_{(\text{infection})} * \text{fraction issue maladie} * \text{durée d'indisponibilité} * \text{sévérité}$$

Le tableau ci-dessous présente les facteurs de transformation du risque d'infection en risque de maladie ($P_{(\text{maladie/infection})}$):

Microorganismes	$P_{(\text{maladie/infection})}$
Cryptosporidium	0.7
Giardia	0.24
Rotavirus	0.88
Campylobacter	1
E. Coli O157:H7	1

Tableau 3: Facteur de transformation du risque d'infection en risque de maladie (20)

Pour les 3 autres données, il faut se reporter au tableau ci-dessous, les données proviennent de Santé Canada :

Conséquence de la maladie	Fraction des différentes issues	Durée en années des conséquences	Sévérité
Diarrhée légère	0.53	0.00932	0.067
Diarrhée sérieuse/sanguinolente	0.47	0.01534	0.39
HUS	0.01	0.0575	0.93
ESRD	0.00118	9.35	0.95
Mort	0.00025	(e*-a mort)	1

Tableau 4 : Données pour calculer le DALY (source santé canada) (21)

La mise en application du QMRA pour nos installations est présentée dans la suite du rapport.

2. Réflexion préalable à la mise en place de la gestion des risques sur le contrat d'eau potable de Saint-Martin de Belleville

La mise en place de la gestion des risques sur le contrat de Saint-Martin de Belleville a nécessité la réalisation d'étapes préalables ainsi que le choix de la méthode à suivre. Cette partie traite donc les points communs de l'analyse des risques sur le réseau et sur les stations et présente la démarche qui sera suivie par les résultats dans la partie 3.

2.1. Les étapes préliminaires

2.1.1. Etape n°1 : Constitution de l'équipe de travail

La base de la démarche HACCP est d'identifier les personnes nécessaires à son bon fonctionnement en constituant une équipe de travail pluridisciplinaire qui va suivre le projet dans sa globalité. La pluridisciplinarité permet une meilleure identification des dangers liés aux différentes étapes de production. Selon l'ASTEE (22) dans l'idéal, il faut un représentant de la production, un de la maintenance, un de la distribution, un du contrôle qualité et un du système de la qualité. Ces acteurs principaux sont moteurs de l'étude et d'autres sont sollicités ponctuellement.

L'équipe constituée est la suivante:

Nom	Fonction
Mandra Valérie	Responsable expertise Eau potable
Truchet Christophe	Responsable intervention Eau et assainissement
Manon Christophe	Technicien usine et réseau
Simon Karine	Responsable Assistance technique eau potable Alpes
Lab Isabelle	Responsable du projet

Tableau 5: Equipe méthode HACCP

D'autres intervenants sont amenés à participer ponctuellement, on peut notamment citer Alain Guilloux pour des questions de traitement et Jean-François Loret responsable national de la démarche HACCP.

2.1.2. Etape n°2 : Caractéristiques du produit

La première mission de l'équipe HACCP est d'analyser des caractéristiques du produit en réalisant une description globale du système de production. Cette étape nécessite de recueillir des données mais aussi de faire des visites de terrain.

2.1.2.1. Matières premières

La matière première principale de l'eau potable est l'eau brute, les autres composants étant les réactifs ajoutés au cours du traitement. La composition des canalisations et des autres équipements avec lesquels l'eau est en contact peut également influencer sur ces caractéristiques.

L'eau brute :

Elle est d'origine superficielle provenant de 15 ressources qui sont ensuite traitées dans 4 stations de traitement. Le tableau ci-dessous présente ces ressources et indique à quelle station de traitement elles sont rattachées :

Nom	Descriptif	Environnement
Usine de Gebroulaz		
Portette Haute	Ces 3 captages sont situés sur le ruisseau de Portette respectivement à des altitudes de 2 560 m, 2 477 m et 2 475 m.	Talus en pierrailles en amont route en terre / domaine skiable
Portette Inter		Talus en pierrailles en aval route en terre / domaine skiable
Portette Basse		Domaine skiable
Captage de Thorens	Ce captage est situé à la confluence du ruisseau de Thorens et du Ruisseau provenant du glacier de Peclet, en amont du lieu-dit La combe de Thorens à une altitude de 2 421 m.	Prairie alpine et pierrailles : domaine skiable
Captage de Peclet	Ce captage est situé dans le lit du torrent Pécelet à une altitude de 2 391 m	Couloir Rocheux/ domaine skiable
Sources du réservoir	Ces sources sont situées à 100 et 200 m au dessus du réservoir de Val-Thorens à des altitudes de 2 453 m et 2 427m	Eboulis et blocs grossiers
Captage de l'éboulis	Ce captage est situé dans un talweg couvert de bloc rocheux à 400 m au nord dur réservoir de Val Thorens à une altitude de 2 465m.	Talweg couvert de bloc Rocheux
Usine de Caron		
Combe à Caron	La prise d'eau est située dans le lit du Ruisseau Caron à 2 150m	Rocailles et prairies Alpines/ piste de ski en hiver
Usine du Lou (Bruyères)		
Captage de Boismint (x3)	Il y a 3 captages sur le torrent du Lou, implantés à l'entrée du Vallon du Lou à des altitudes de 1 880 m, 1 850m et 1 890m.	Prairie alpine et pierrailles /piste de ski en hiver
Captage du Lou	Il est situé à l'intersection du ruisseau de Boismint et du torrent du Lou à une altitude de 1 830m	Prairie Alpine et blocaille morainique. Chalet du refuge du lou
Désinfection du Stade		
Source 4/ les bruyères	Le captage est implanté à 100 m en rive gauche du Ruisseau des Bruyères à 2076 m d'altitude.	Prairie d'alpage en amont route en terre / domaine skiable
Captage de l'Ételé (x2)	Il y a 2 captages sur ce site, implantés à l'aval du lac de l'Ételé à une altitude de 2 045 et 2 043m	Prairie d'alpage avec bloc rocheux en amont route en terre/domaine skiable
Captage des creux/ des combes	Il est composé de 4 sources (1, 2, 3 et 7), la source n° 3 est implantée au lieu-dit les combes à une altitude de 2 314 m et les 3 autres au lieu-dit les Petits creux à des altitudes de 2 225 m, (source 2 et 3) et 2 134 source 7.	Prairie d'alpage (pâturage)/ piste de ski
Le Brelin	Cette prise d'eau est implantée dans le lit d'un cours d'eau au nord-est du réservoir du stade à une altitude de 2 174 m.	Au bord route en terre/ prairie d'alpage/ domaine skiable.
Source de l'Allée ou 104	Elle est implantée au lieu-dit l'Allée à une altitude de 2 070 m.	Alpage et piste de ski en hiver

Tableau 6: Présentation des différentes ressources (source DUP (23))

Il existe deux autres captages que la commune a décidé d'abandonner, mais qui peuvent être utilisés en secours, il s'agit des Allamands. Les cartes en Annexe 1 et Annexe 2 page 65 et 66 permettent de localiser ces ressources.

Chacune de ces sources a une période de fonctionnement définie en fonction de la qualité de son eau, en effet plusieurs sources présentent des problèmes de turbidité en période de fonte des neiges. Le tableau ci-dessous reprend ces périodes de fonctionnement :

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Ressource Val Thorens												
Portetette haute												
Portetette Intermédiaire												
Portetette Basse												
Thorens												
Pecllet												
HLM												
Eboulis												
Combe de caron												
Ressource les Ménuires												
Boismint												
Lou												
Bruyères												
Etelé												
Brelin												
Combes												
Allée												

Tableau 7: Période de fonctionnement de chacune des sources (23)

Les bulletins d'auto-surveillance et de contrôles sanitaires réalisés par l'ARS permettent de réaliser une étude qualitative et de classer nos ressources selon l'arrêté du 11 Janvier 2007 (7). Les tableaux présentant les valeurs impératives et de références pour chacun des paramètres sont disponibles en Annexe 3 page 67. Cette démarche a été réalisée pour chaque mélange d'eau constituant l'arrivée des différentes stations. Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus pour les ressources alimentant la station de traitement des Bruyères (Lou-Boismint).

Paramètres	Unité	Valeur Max	Valeur Min	Nombre d'analyses
Paramètres Organoleptiques				
Couleur	mg/L Co/Pt	1	0	5
Paramètres physico-chimiques				
Température	°C	6,9	1,8	7
pH	U pH	8,23	7,85	6
conductivité	µS/Cm	178	54	6
Chlorure	mg/L	0,73	0	7
Sulfate	mg/L	10	3,3	6
O2 dissous	%	11,8	9	5
DBO5	mgO2/L	3,8	0	5
DCO	mgO2/L	0	0	5
Substances indésirables				
Nitrate	mg/L	1,1	0	6
Ammonium	mg/L	0	0	5
N Kjeldahl	mg/L	0	0	5
Hydrocarbure	mg/L	0	0	5
Indice de phenols	mg/L	0	0	5
Agent de surface	mg/L	0	0	4
Fer	mg/L	0,00001	0	5
Manganèse	mg/L	0,00004	0	6
Cuivre	mg/L	0,00072	0	5
Zinc	mg/L	0,0017	0	5

Phosphore	mg/L	0	0	5
Fluor	mg/L	0	0	5
Bore	mg/L	0,0016	0	5
Baryum	mg/L	0,0022	0	5
Substances toxiques				
Arsenic	µg/L	0	0	5
Cadmium	µg/L	0	0	5
Cyanures	µg/L	0	0	5
Chrome total	µg/L	0	0	5
Plomb	µg/L	0,61	0	5
Mercure	µg/L	0	0	5
Sélénium	µg/L	0	0	5
HAP	µg/L	0	0	5
Pesticides				
Pesticides totaux	µg/L	0,003	0	5
Paramètre microbiologiques				
Coliforme totaux	N 100/mL	7	0	5
Coliforme fécaux	N 100/mL	7	0	5
Stéptocoques fécaux	N 100/mL	4	0	5
Salmonelles		0	0	5

Tableau 8: Evaluation de la qualité de la ressource Lou-Boismint (24)

Pour chaque paramètre, la couleur de la cellule définit la classe à laquelle il appartient, comme ceci est défini dans le tableau ci-dessous.

Classe		
A1	A2	A3

Tableau 9: Légende des classes de qualité (7)

Le classement de nos ressources permet de définir le niveau théorique de traitement qu'il est nécessaire d'appliquer :

Classe A1 : Traitement physique simple et désinfection

Classe A2 : Traitement normal physique, chimique et désinfection

Classe A3 : Traitement physique, chimique poussé, affinage et désinfection.

Selon le guide, il est nécessaire d'être inférieur aux valeurs impératives 95% du temps et aux valeurs guides 90% du temps. Dans le cas de la ressource Lou-Boismint, exposé ci-dessus le paramètre déclassant est la DBO₅ qui est supérieur à 3 mg/L de O₂ plus de 80%, notre eau est donc de classe A2. Ce travail a été réalisé pour les autres groupements de ressources et les résultats sont les suivants :

Nom de la ressource	Station de traitement	Classe	Paramètre déclassant
Lou-Boismint	Bruyères	A2	DBO ₅
Portette-Péclet	Gebroulaz	A2	DBO ₅
Caron	Caron	A1	-
Les combes	Le stade	A2	DBO ₅

Tableau 10: Classement des ressources en fonction de leur qualité

Pour la ressource Lou-Boismint, le traitement appliqué est une ultrafiltration suivie d'une reminéralisation et d'une désinfection. Concernant les ressources de Caron et de Portette Péclet, l'eau brute subit une coagulation en ligne puis une filtration, une re-minéralisation et

une désinfection. Pour ces 3 sources on est donc en accord voir même supérieur aux prescriptions réglementaires.

En revanche, les ressources traitées à la station du stade sont désinfectées par UV et chlore mais ne subissent aucun traitement physique simple. Ce point peut représenter un point faible dans l'analyse des risques, cependant une station de traitement est en projet pour traiter cette ressource et devrait voir le jour dans les années à venir.

La conformité de nos stations de traitement à la réglementation, permet de faire face à d'éventuelles pollutions notamment microbiologiques. L'efficacité de nos stations sera évaluée avant l'analyse des dangers.

Afin de mener à bien l'analyse des dangers sur les ressources, de nombreuses données ont été collectées afin de connaître les risques de pollution par des rejets de station d'épuration. En consultant l'historique des pollutions accidentelles fournis par la DRIRE, comme le conseille le guide de l'ASTEE (22), j'ai noté qu'il n'y avait eu aucun problème de ce type sur nos ressources. De même, il n'y a pas d'industrie ni de station d'épuration qui pourraient polluer nos ressources. J'ai mené d'autres recherches pour connaître si des sites ou des sols étaient pollués dans notre périmètre. Cela n'est pas le cas.

Cette recherche préliminaire dans des bases de données m'a permis de m'assurer qu'il n'y avait pas de sources majeures de pollution diffuses au sein de notre périmètre d'étude.

Les réactifs et matériaux :

Au cours de son trajet l'eau entre en contact avec différents matériaux composant les canalisations ou les filières de traitements ainsi que de nombreux réactifs utilisés pour le traitement de l'eau, ou le lavage des installations. Il est à savoir que pour l'eau potable tous ces produits doivent avoir un agrément assurant la conformité à la norme les concernant (25) et ces matériaux doivent avoir un ACS afin de prouver leur compatibilité avec la production d'eau potable.

Dans un premier temps, il a donc été nécessaire de faire une liste la plus exhaustive possible de ceux-ci et de faire un point sur leur ACS et par la même occasion sur leur FDS (Feuilles Données Sécurité) pour vérifier que leur emploi correspondait aux recommandations du fournisseur.

Au cours de sa production l'eau est amenée à rentrer en contact direct avec :

Traitement	Produit lavage	Equipements usine	Réseau
Chlorure ferrique	Acide citrique	Acier Inox	Fonte ductile
CO2	Lessive ecoskid	Acier avec revêtement epoxy	Acier
Béatite	Javel (hypochlorite de soude)	Béton avec revêtement	Polyéthylène (PE)
Sable			PVC
Anthracite			
Chlore gazeux			
Soude			
UV			

Tableau 11: Liste des réactifs et matériaux en contact avec l'eau

Afin de garder une trace de ce travail, un tableau dont l'en-tête est présenté ci-dessous a été mis en place, il permet ainsi de vérifier que les agréments et les ACS de nos fournisseurs sont bien à jour.

Matériaux/Réactif	Norme de référence	Fournisseur	ACS	Date échéance	FDS	Lieu d'utilisation
-------------------	--------------------	-------------	-----	---------------	-----	--------------------

Tableau 12: En tête tableau suivi des ACS et agréments

Parallèlement un dossier contenant tous ces documents a été créé. Pour réaliser ceci, une recherche réglementaire a été nécessaire afin de connaître quelles sont les normes auxquelles doivent répondre les produits ainsi que de contacter avec les différents fournisseurs.

3.1.1.1. Le produit fini

Plusieurs paramètres caractérisent l'eau traitée, on peut notamment citer la quantité produite, la qualité du produit ainsi que sa durée de vie.

La qualité de l'eau traitée :

Suite à son traitement, l'eau répond aux limites et références de qualité imposées par l'arrêté du 11 janvier 2007, ces données sont disponibles en Annexe 4 page 68. L'eau est ainsi distribuée par le réseau d'eau potable, sans conditionnement. Cependant, il arrive que l'eau produite soit hors référence ou limite de qualité pour certains paramètres. Le traitement des données d'analyse de qualité sur les 4 dernières années, en production et en distribution, a pu mettre en avant les résultats ci-dessous :

		Production		
4 années		Nombre d'analyses	Dépassement	Taux de conformité
Limite de qualité	Bactériologique	87	1	98.9
	Physico-chimique	107	2	98.1
Référence de qualité	Bactériologique	87	0	100
	Physico-chimique	107	45	57.9
		Distribution (réseau)		
4 années		Nombre d'analyses	Dépassement	Taux de conformité
Limite de qualité	Bactériologique	185	0	100
	Physico-chimique	191	0	100
Référence de qualité	Bactériologique	185	0	100
	Physico-chimique	191	105	
		Total		
4 années		Nombre d'analyses	Dépassement	Taux de conformité
Limite de qualité	Bactériologique	272	1	99.6
	Physico-chimique	298	2	99.9
Référence de qualité	Bactériologique	272	0	100
	Physico-chimique	298	150	49.7

Tableau 13: Récapitulatif des non conformités de l'eau traitée

On remarque que les références de qualité physico-chimique ont un faible taux de conformité. Les paramètres pour lesquels on observe le plus de dépassement sont la turbidité, la conductivité et l'équilibre calco-carbonique, or il se trouve que ces dernières années des stations de traitement ont été mises en place pour limiter ce phénomène.

En 2013, le taux de conformité pour les références de qualité PC est de 71.4% au total, de 82,4% pour les stations et de 64 % pour le réseau. Les non-conformités restantes sont principalement dues à l'absence de traitement au niveau des ressources du stade pour laquelle

un projet de construction d'usine est en cours et devrait encore diminuer le nombre d'hors référence.

En effet si on calcul le taux de conformité pour les références de qualité PC pour la production sans le stade on est à 94.1 %, pour la distribution ce calcul ne peut être effectué puisque dans le réseau l'eau des différents sites de production est mélangée.

L'objectif des 100% de conformité n'est pas atteint, la nouvelle station de traitement et l'optimisation de fonctionnement des trois autres devraient permettre de s'en rapprocher. Cependant, la majeure partie du temps notre eau est conforme à la réglementation.

La quantité produite :

Chaque année environ 900 000 m³ (26) sont produits pour l'eau potable et plusieurs centaines de milliers pour la production de neige de culture. Les volumes produits quotidiennement varient fortement en fonction des saisons et de l'affluence dans les deux stations de ski. Par exemple en octobre la production journalière est en moyenne de 600 m³/j alors qu'en février elle avoisine les 5 800 m³/j en considérant uniquement la production d'eau destinée à la consommation.

La durée de vie du produit :

Contrairement aux produits agro-alimentaires, la réglementation n'impose aucune date limite d'utilisation pour l'eau potable. Il est cependant nécessaire de maintenir un résiduel de chlore tout au long de sa distribution. Ceci permet de limiter les re-croissances de la flore microbienne banale ou pathogène.

Aucun temps de séjours de référence ou maximum n'est préconisé par la réglementation, il faut simplement assurer la qualité de celle-ci. Le principal risque dans le réseau est bactériologique d'où la nécessité de la chloration. D'un point de vue physico-chimique le risque concerne l'augmentation des teneurs en éléments métalliques lors d'une dissolution des canalisations, mais notre eau étant reminéralisée lors de son traitement, cela limite fortement ce phénomène.

2.1.3. Etape n° 3 : l'utilisation

L'eau produite par les différentes usines de traitement présentes sur le contrat de St-Martin de Belleville est destinée à une utilisation alimentaire et sanitaire par les habitants des communes des Ménuires et de Val-Thorens. Les voies d'exposition des consommateurs sont donc de 3 sortes : le contact, l'ingestion et l'inhalation, cette particularité est à prendre en compte dans l'analyse des dangers.

L'eau doit être conforme à la réglementation définie au niveau européen par la directive 98/83/CE (6) du conseil du 3 Novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. Cette directive a été transposée en droit français dans le code de la santé publique aux articles R1321-1 à 1321-66 (5). C'est l'arrêté du 11 Janvier 2007 (7), relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine, qui fixe les concentrations limites ou de références à ne pas dépasser pour la distribution d'eau.

L'autre utilisation de l'eau issue des stations de traitement de ce contrat est la production de neige artificielle. Il existe deux points de prélèvements à cet usage, et l'eau répond aux mêmes caractéristiques que celle distribuée pour la consommation.

La norme ISO 22 000 mentionne le cas particulier des personnes à risque. En effet la législation française ne prévoit pas de cas particulier pour les groupes de personnes à risque type personnes âgées, nourrissons, femmes enceinte, etc. Les paramètres réglementaires actuels intègrent déjà les spécificités de ces populations.

Cependant, la Lyonnaise des eaux tient à jour une liste des personnes dialysées à domicile ainsi que des établissements de santé afin de les avertir en cas de coupure d'alimentation en eau ou de forte variation de qualité de l'eau distribuée.

2.1.4. Etape n° 4 : Diagramme des opérations

Dans cette partie, il s'agit de présenter le fonctionnement du périmètre concerné par la méthode HACCP sous la forme d'un diagramme des flux. Le diagramme des opérations se doit d'être aussi précis que possible sur le sens des flux d'eau, sa provenance, la population desservie afin de réaliser une analyse des dangers aussi juste que possible. On s'intéresse dans un premier temps à l'ensemble du contrat, des diagrammes plus détaillés seront présentés pour les stations de traitement dans la suite du rapport.

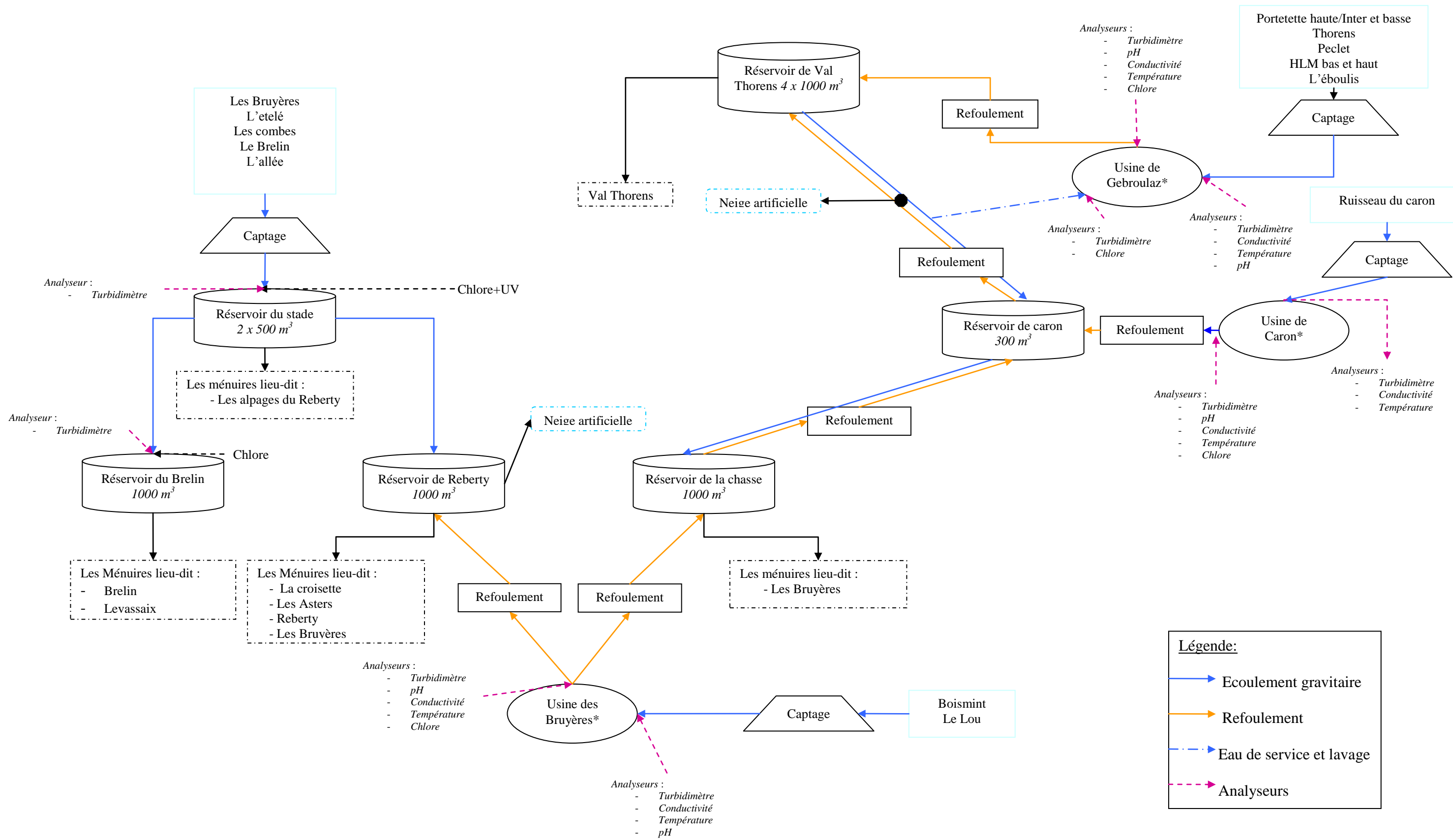


Figure 5 : Synoptique de fonctionnement du réseau:

2.2. Etape n° 6 : Analyse des dangers

Le but de cette étape est de réaliser une description des dangers ou des événements dangereux et de préciser leur localisation et leurs impacts, puis d'évaluer ces risques de manière objective et comparable afin de démarquer les risques significatifs de ceux moins importants.

2.2.1. Etape n° 6a : Identification des dangers

2.2.1.1. Caractérisation du danger

La norme ISO 22 000 définit un **danger lié à la sécurité des denrées alimentaires** comme étant un agent biologique, physique ou chimique présent dans cette denrée alimentaire ou état de cette denrée alimentaire pouvant entraîner un effet néfaste sur la santé. Afin de caractériser un danger, trois informations me semblent capitales à recueillir :

- La nature du danger : en eau potable elle est de deux types, **microbiologique** pour tout ce qui concerne les bactéries, les virus et les protozoaires ou **physico-chimique**, pour les dangers liés par exemple aux pesticides, ou aux éléments minéraux.
- L'origine du danger : dans le cas des dangers microbiologiques, ceux-ci peuvent être soit **introduits** au cours de la production, soit issus de la **survie** au traitement ou encore dus à un **développement**. Concernant les dangers physico-chimiques, ils peuvent être **introduits** ou **non-éliminés** lors de la production d'eau potable.
- Les causes d'apparitions du danger : ce dernier point est le plus important à déterminer, il s'agit d'identifier la cause du danger. On peut citer en exemple une pollution liée aux activités agricole, industrielle ou encore à des dysfonctionnements de traitement.

Dans la norme, le cas particulier des allergènes est spécifié, et c'est un point souvent soulevé par les auditeurs lors de contrôles. L'eau potable est considérée comme un aliment ne pouvant pas générer d'allergies (17). Nous n'approfondirons donc pas cette cause de danger.

2.2.1.2. Méthodologie

La norme ISO 22 000 ne définit pas de méthode pour le recensement des dangers, elle précise seulement que tous les dangers raisonnablement prévisibles doivent être identifiés et enregistrés. On a donc retenu pour chaque étape de notre périmètre d'étude, de s'interroger sur les dangers qui pouvaient survenir en appliquant la méthode des 5M :

- Matière première (eau et produits injectés)
- Milieu (environnement de travail)
- Matériel (équipement et infrastructure)
- Méthode (procédé de production, de distribution, de réparation...)
- Main-d'œuvre (exploitant, sous-traitant, ou autre personnes présentes sur les installations).

Cette méthode permet d'être exhaustif et d'énumérer de façon systématique toutes les causes de danger qui peuvent être rencontrées sur nos installations. Il faut cependant rester raisonnable sur la précision à laquelle il convient de s'arrêter. En effet, il faut penser aux moyens humains et économiques disponibles qui seront ensuite affectés à la gestion de ces dangers

Dans un second temps, il faut identifier les mesures de maîtrise existante, ces mesures représentent des actions, procédures ou process qui sont mis en œuvre pour prévenir ou diminuer les risques.

3.1.1.2. Approche pratique

La mise en place d'un tableau regroupant les caractéristiques de chacun des dangers a permis la structuration de la démarche. Le tableau utilisé est le suivant :

DEFINITION DU DANGER				CAUSE DU DANGER				EVALUATION DU RISQUE SANITAIRE		MESURES DE MAITRISE					
Etape	N° du Danger	Type de danger (MB ou PC)	Précision sur le danger	Milieu	Matériel	Méthode	Matière 1ère	Main d'œuvre	Précision sur la cause du danger	Fréquence	Gravité	Risque = F x G	Moyen de détection	Mesures en place	Mesures à mettre en place

Tableau 14: Tableau d'identification des risques

Ce tableau a été élaboré par les responsables HACCP du siège de la Lyonnaise des eaux. Pour réaliser mon analyse j'ai cependant ajouté deux informations :

- Le moyen de détection de l'anomalie causant le danger
- Les mesures de maîtrise qu'il serait nécessaire d'ajouter.

Le mode d'évaluation des risques sanitaires est explicité dans la partie suivante.

Pour la partie identification des dangers, plusieurs sorties terrains ont été nécessaires afin de prendre connaissance du fonctionnement du réseau et des stations de traitement. De même ce travail a nécessité la visite de toutes les stations de traitement, d'une partie des ressources ainsi que le contrôle de l'état extérieur des réservoirs.

Pour chaque danger identifié préalablement aux réunions avec l'exploitant, il a été de nécessaire de s'assurer, du risque que représente le danger pour la qualité de l'eau, sa nature mais aussi son moyen de détection et des mesures de maîtrises prise dans le but de minimiser ce danger.

2.2.2. Etape 6b : Evaluation des dangers

La norme ISO 22 000 précise que pour chaque danger il est nécessaire d'évaluer la fréquence d'apparition de celui-ci ainsi que sa gravité, on peut ainsi calculer le risque que le danger représente :

$$\text{Risque} = \text{Danger} * \text{Fréquence}$$

Il a alors été nécessaire de choisir un modèle d'évaluation de la gravité et de la fréquence, dans la bibliographie qui permet une évaluation objective afin de pouvoir comparer de façon cohérente les dangers entre-eux. Au niveau national un groupe de travail de la Lyonnaise des eaux/ CIRSEE a réalisé des grilles d'évaluation de la gravité et de la fréquence:

Indice	Gravité
1	Danger non significatif sur la santé de la population
5	Danger avec effet morbide (maladie) sur la population, et tout danger faisant l'objet d'une référence de qualité dans la réglementation
10	Danger avec un fort impact sur la santé et la vie de la population, mortalité possible (danger microbiologique ou physico-chimique nocif, à court, moyen ou long terme, notamment composés cancérigènes ou mutagènes avérés, probable ou possible) Par principe sont évalués en gravité maximale : - Tout danger microbiologique (effet potentiel immédiat et de grande ampleur sur la population) - Tout danger faisant l'objet d'une limite de qualité.

Tableau 15: Echelle de gravité d'un danger (18)

Lors de la mise en application et au vu des dangers rencontrés, j'ai appliqué une note de 5 dans tous les cas où le danger pouvait entraîner un dépassement d'une référence de qualité et une note de 10 pour un dépassement de limite de qualité.

Concernant les fréquences l'échelle est la suivante :

Indice	Fréquence
1	Décennale ou au-delà (apparition très peu probable mais non nulle)
2	Quinquennale : pas de trace dans l'historique mais incident déjà rencontré
3	Annuelle
4	Trimestrielle
5	Mensuelle

Tableau 16: Echelle de fréquence du danger (18)

Un des problèmes rencontrés lors de l'évaluation des fréquences d'apparition des dangers est le manque de données. En effet, le système de télégestion des alarmes permet de réaliser un historique seulement sur 2 semaines selon son paramétrage actuel. La modification de ce paramètre est en cours de réalisation, ce qui permettra de constituer une base de données des dysfonctionnements. Ne disposant pas de ces informations pendant mon TFE, je me suis basée sur l'expérience de l'exploitant, le fichier d'astreinte et des travaux déjà réalisés sur des installations similaires. En vue d'améliorer ce travail, une mise à jour des fréquences sera donc nécessaire lorsqu'une base de données solide sera constituée.

Grâce à ces deux échelles, on peut définir une matrice de risques :

Risque	1	2	3	4	5
1	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
10	10	20	30	40	50

Tableau 17: Matrice de risque

Il s'agit ensuite de réaliser une échelle de risques afin de faire des classes en fonction du niveau de risque et notamment de définir un niveau de risque acceptable. Tous les dangers présentant un niveau de risque inférieur à cette limite ne sont pas obligatoirement pris en compte dans la suite de la démarche. Le choix de ce seuil est donc très important car il va en partie déterminer l'effort de l'équipe GPRS pour la gestion des dangers ainsi que l'impact financier. C'est pourquoi il doit être

pris en accord avec l'exploitation.

Le choix de cette limite est toutefois conditionné par le respect de deux impératifs :

- l'application de la réglementation,
- l'obligation de non mise en danger de la santé du consommateur.

Les classes de risque réalisées sont les suivantes :

- $R < 10$ risque faible : danger non pris en compte pour le reste de l'étude GPRS,
- $R < 20$ risque moyen : il est recommandé de traiter ces dangers. Dans un premier temps on pourra négliger les dangers dont le niveau de fréquence est de 1,
- $R \geq 20$ risque fort : il est impératif de traiter tous ces dangers.

D'autres grilles d'évaluation du risque ont été développées par exemple par l'USEPA (27) ou l'OMS, mais leurs utilisations ne permettraient pas la réalisation de comparaisons cohérentes entre les différents contrats de la Lyonnaise des eaux, sur lesquels la démarche HACCP a été mise en place.

Une fois ces référentiels fixés plusieurs questions se sont posées lors de la mise en application. La principale étant de savoir si lors de la notation de la fréquence on évaluait la fréquence de non-conformité suite à un dysfonctionnement ou la fréquence du dysfonctionnement en lui-même. Dans une logique sécuritaire et d'amélioration continue, il a été choisi de prendre en compte la fréquence d'apparition de la cause du danger. Si l'on avait considéré la fréquence en terme de risque sanitaire en sortie de l'usine, celle-ci aurait été de un, voire nulle pour toutes les causes de danger. En effet, suivant la filière de traitement en place, l'apparition de la cause d'un danger est souvent compensée par une des étapes de traitement présentes en aval. Cette décision s'inscrit dans une volonté d'amélioration continue de la part de la Lyonnaise des eaux (28).

2.2.3. Etape 6c : Les mesures de maîtrise

Suite à l'évaluation des dangers, les mesures de maîtrise préventives doivent être identifiées et mises en place si elles ne sont pas déjà existantes, afin de ramener le risque à un niveau acceptable. Il est nécessaire de classer ces mesures de maîtrise selon leur mode de gestion. Il existe deux modes de gestion, le programme de pré-requis opérationnel (PRPo) ou par un plan HACCP qui gère les CCP.

Dans un premier temps, il convient de s'interroger pour chaque danger sur les mesures qui sont déjà en place, et dans un deuxième temps sur les mesures à ajouter afin de diminuer le risque jusqu'à un niveau acceptable.

Pour réaliser cette partie, j'ai dans un premier temps envisagé les mesures de maîtrise à prendre. Dans un second temps, des séances de travail avec l'exploitant ont été menées pour savoir si des mesures existaient déjà et s'il convenait d'en mettre d'autres en place.

Afin de travailler de manière efficace, avant mes déplacements, j'avais préparé une liste de questions type :

- Quelles sont les mesures de maîtrise actuellement en place ? Classer ces mesures de façon à savoir si elles sont préventives ou curatives.
- Suite à ces mesures, le danger est-il toujours présent ?
- Quelles mesures complémentaires pourraient être ajoutées pour diminuer le danger ?

Dans un même temps, j'en ai profité pour l'interroger sur l'existence ou non de moyen de détection du dysfonctionnement. Cette information ne fait pas partie des mesures de maîtrise mais est intéressante à connaître pour savoir quand déclencher les mesures de maîtrise.

Il faut faire attention à ne pas confondre le moyen de surveillance (sonde de niveau, analyses en

continues) avec les mesures de maîtrise. En effet, la mise en place d'une sonde de niveau avec alarme en cas de seuil bas par exemple ne constitue pas à elle seule une mesure de maîtrise. Pour cela, il faut que le niveau de seuil bas soit réglé de façon à avoir le temps de réapprovisionner la cuve en réactif.

2.3. Etape 7 : Classement des mesures de maîtrise et détermination des CCP

Une des particularités de l'ISO 22 000 par rapport à un Water Safety Plan décrit par l'OMS est qu'une fois les mesures de maîtrise définies, il faut les classer selon 3 niveaux :

Les PRP : Programme des pré-requis

Ils correspondent à des actions générales de base qui permettent de maintenir une hygiène appropriée à la production d'eau potable. Ces PRP correspondent aux bonnes pratiques professionnelles fondamentales. Au sein de l'entreprise Lyonnaise des eaux, ils sont en principe gérés par les services supports. On peut par exemple citer le programme de formation du personnel, les pratiques recommandées par l'entreprise, les programmes de métrologie des appareils, etc.

L'ISO 22 000 impose des contraintes liées aux PRP :

- ils doivent être documentés,
- ils sont existants avant la mise en place de l'HACCP.

Les PRPo : Programme des pré-requis opérationnels

Ils regroupent les mesures de maîtrise qui suite à l'analyse des dangers ressortent comme essentielles pour maîtriser la probabilité d'introduction de contamination ou de prolifération d'un danger lié à la sécurité des denrées alimentaires. Par rapport à un PRP, il est plus spécifique d'un équipement ou d'une étape de production donnée. Les PRPo constituent l'apport principal de l'ISO 22 000 par rapport à l'HACCP décrit par le Codex Alimentarius

L'ISO 22 000 impose des contraintes liées aux PRPo :

- ils doivent être eux aussi documentés,
- leur application doit être surveillée, et le mode de surveillance doit être reporté dans la documentation/procédure le concernant,
- les résultats de la surveillance doivent être enregistrés, une trace doit-être disponible,
- en cas de dérive des mesures de correction doivent être déclenchée.

Les CCP : Point de contrôle critique pour la maîtrise

Les CCP quant à eux désignent une étape à laquelle une mesure de maîtrise est applicable et essentielle pour prévenir, éliminer ou ramener à un niveau acceptable un danger lié à la sécurité des denrées alimentaires (NF ISO 22 000).

L'ISO 22 000 impose des contraintes liées aux CCP:

- détermination de limite critique,
- mise en place d'une surveillance, les mesures peuvent être continues si l'on considère par exemple les analyseurs en ligne ou discontinues s'il s'agit de vérification ponctuelle mais planifiée. En cas de mesure discontinue il faut s'assurer que leur fréquence permette la détection d'une perte de maîtrise du CCP.
- en cas de dépassement des limites critiques des actions correctives doivent être déclenchées.

La norme ISO 22 000 ne propose pas de méthodologie de classement des mesures de maîtrise des dangers. Cependant plusieurs arbres de décision ont été proposés par le Codex Alimentarius et ProCert². L'arbre ci-dessous présente l'arbre du Codex Alimentarius :

² Procert : Organisme accrédité pour la formation et la certification des systèmes de management

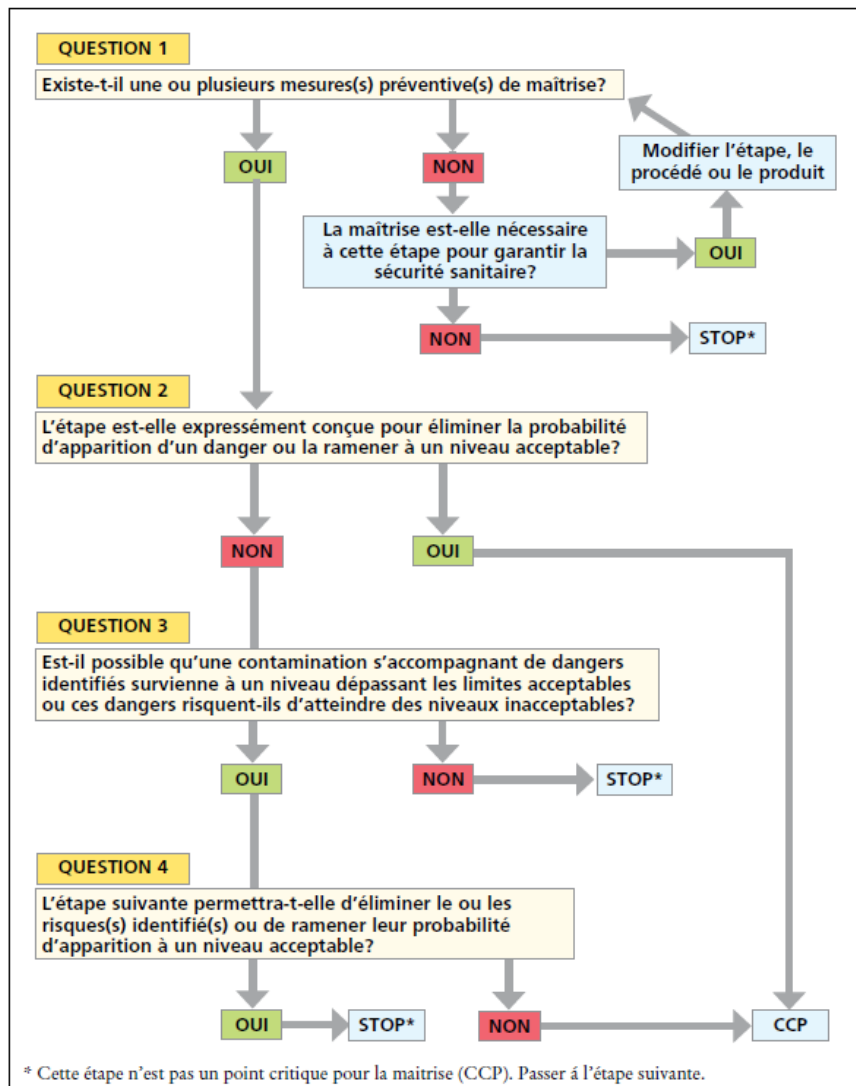


Figure 6: Arbre de Décision du Codex Alimentarius (1)

Afin de réaliser le classement des mesures de maîtrise déterminées sur le contrat de Saint-Martin de Belleville, l'utilisation de cet arbre décisionnel a été envisagée. Cependant, cette méthodologie est assez lourde à mettre en place et n'est pas toujours adaptée à notre problématique. En effet, en eau potable certaines étapes sont maîtrisables uniquement par le biais de procédure de bonne pratique autrement dit de PRP au sens de la norme ISO 22 000. Or l'utilisation de cet arbre les classait en PRPo voir CCP. On se retrouvait donc avec un plan HACCP et PRPo alourdi.

L'utilisation d'un arbre de décision n'étant pas imposée, la classification des mesures de maîtrise a été réalisée en se basant sur les définitions imposées par la norme ISO 22 000. Toutes les mesures de type général, apparentées aux bonnes pratiques de travail seront donc classées en **PRP**. Concernant les **CCP**, dans notre cas on considérera comme CCP, toutes les étapes générant un risque supérieur ou égal à 20 et qu'aucune étape ultérieure ne permettrait de traiter, ou encore une étape permettant de réduire significativement un risque supérieur à 20. L'ensemble des CCP sera géré par le biais d'un **plan HACCP**. Quant aux **PRPo**, ils concernent les mesures de maîtrise nécessitant un PRP spécifique à un équipement ou étape de production.

Une fois cela réalisé, il sera possible de confirmer le choix de nos CCP en utilisant l'arbre de décision, on aura ainsi un moyen de contrôle de ceux-ci.

2.4. Etape 8 : Détermination des limites critiques

Pour chaque CCP déterminé, la norme indique de lui associer une limite critique qui garantit un risque acceptable pour le consommateur. La norme précise que ce doit-être un paramètre mesurable. En eau potable ces limites correspondent principalement à la réglementation en vigueur. Si elles ne sont pas mesurables mais subjectives (contrôle visuel par exemple), il est nécessaire de réaliser des instructions écrites concernant cette limite.

Les paramètres intéressants qui peuvent être suivis sont la turbidité, les seuils de niveau, les concentrations en chlore ou polluant, le pH...

D'un point de vu de l'exploitation, il a été choisi de mettre en place deux limites :

- **Un seuil opérationnel** : le but de ce seuil est de prévenir l'exploitant d'une dérive afin qu'il puisse réagir (adapter le traitement, réparer un dysfonctionnement...) avant d'atteindre le seuil critique.
- **Un seuil critique** : celui-ci correspond au seuil où l'eau n'est plus considérée comme potable et nécessitant le déclenchement de procédure de crise voir l'arrêt de la production d'eau potable.

2.5. Etape 9 : Description du système de surveillance des CCP

Pour chaque CCP, un système de surveillance doit être mis en place afin de s'assurer que celui-ci est maîtrisé. La fréquence et la méthode doit permettre de déterminer à temps le dépassement des limites critiques afin de stopper sa distribution. Les principaux points à déterminer sont le mode de détection de la limite critique et la fréquence de mesure.

Dans le cas de l'eau, la fréquence de mesure doit être particulièrement élevée puisque qu'une fois traitée l'eau est directement distribuée.

C'est pourquoi les systèmes de surveillance choisis dans la majorité des cas sont des sondes d'analyse en continu (ex : pH-mètre, turbidimètre...).

Le manuel WSP (29) propose d'appliquer une série de questions afin de déterminer si le système de surveillance est cohérent :

- le paramètre choisi peut-il être mesuré à une fréquence suffisante pour garantir la maîtrise du risque détecté ?
- Des actions correctives ont-elles été prévues en cas de dérive de l'analyseur ?
- Les paramètres pris en compte dans la surveillance permettent-ils de couvrir tous les risques répertoriés dans l'analyse des risques ?

2.6. Etape 10 : Gestion des non-conformités et actions correctives

Pour chaque dépassement de limite opérationnelle et critique, il est nécessaire de décrire dans une procédure les démarches à engager indiquant les actions correctives à mettre en place.

2.7. Etape 11 : Validation et vérification du plan HACCP

La vérification de l'efficacité du plan HACCP peut être évaluée par la réalisation périodique d'audit interne ou externe à l'entreprise.

Maintenant que l'on a établi la route à suivre pour la mise en œuvre de la démarche HACCP, il est possible de la mettre en application sur les différentes étapes de production d'eau potable, ce travail est présenté dans la partie suivante.

PARTIE N°3 : L'APPLICATION DE LA DEMARCHE HACCP SUR LE CONTRAT DE SAINT-MARTIN DE BELLEVILLE

Après avoir décrit la démarche à suivre et interprété la norme ISO 22 000 afin de la rendre applicable à nos ouvrages, nous allons dans cette partie étudier les résultats de la démarche sur les différentes stations de traitement puis sur le réseau.

1. Les stations de traitement

Cette partie présente l'application de la démarche HACCP sur chacune des étapes de production, une explication de celle-ci est disponible en Annexe 5 page 70. Nous ne reviendrons pas sur la démarche à mettre en place ni sur les étapes préliminaires déjà présentées dans la partie II et qui sont communes aux différentes étapes.

Comme il a été vu précédemment, le contrat dispose de 3 stations de traitement et d'une station de désinfection, une analyse des risques a été réalisée pour chacune d'entre elles et est présentée ci-après. En complément de la méthode de l'HACCP, une analyse de risques a été réalisée par la méthode du QMRA sur des incidents particuliers.

1.1. La démarche HACCP

1.1.1. Les diagrammes de flux

1.1.1.1. Usine du Stade

L'usine de traitement du stade est simplement composée d'une désinfection par UV et d'une chloration. Des projets de travaux sont en cours sur cette station afin d'ajouter une filtration et une re-minéralisation. Etant donnée la simplicité du traitement actuel, la réalisation d'un diagramme des flux ne m'a pas semblé nécessaire.

1.1.1.2. Usine de Gerbroulaz et de Caron

Un regroupement des stations de traitement de Gebroulaz et de Caron a été effectué car ces deux usines ont un fonctionnement similaire. Dans un premier temps, l'eau subit une injection de chlorure ferrique pour assurer la coagulation suivie d'une filtration bicouche pour la station de Gebroulaz (sable + anthracite) et d'une filtration simple pour la station du Caron. L'eau ainsi filtrée est reminéralisée grâce à une injection de CO₂ et une filtration sur bécite (calcaire terrestre) complétée par un ajout de soude. Une fois l'eau traitée elle est désinfectée d'abord par un traitement UV puis par une chloration.

La station de Gebroulaz a une capacité de traitement de 52 m³/h et celle du Caron de 140 m³/h réparti sur deux files.

Le diagramme des flux de la station de Gebroulaz permet de mieux visualiser les étapes de traitement, celui de la station de Caron est disponible Annexe 6 page 71.

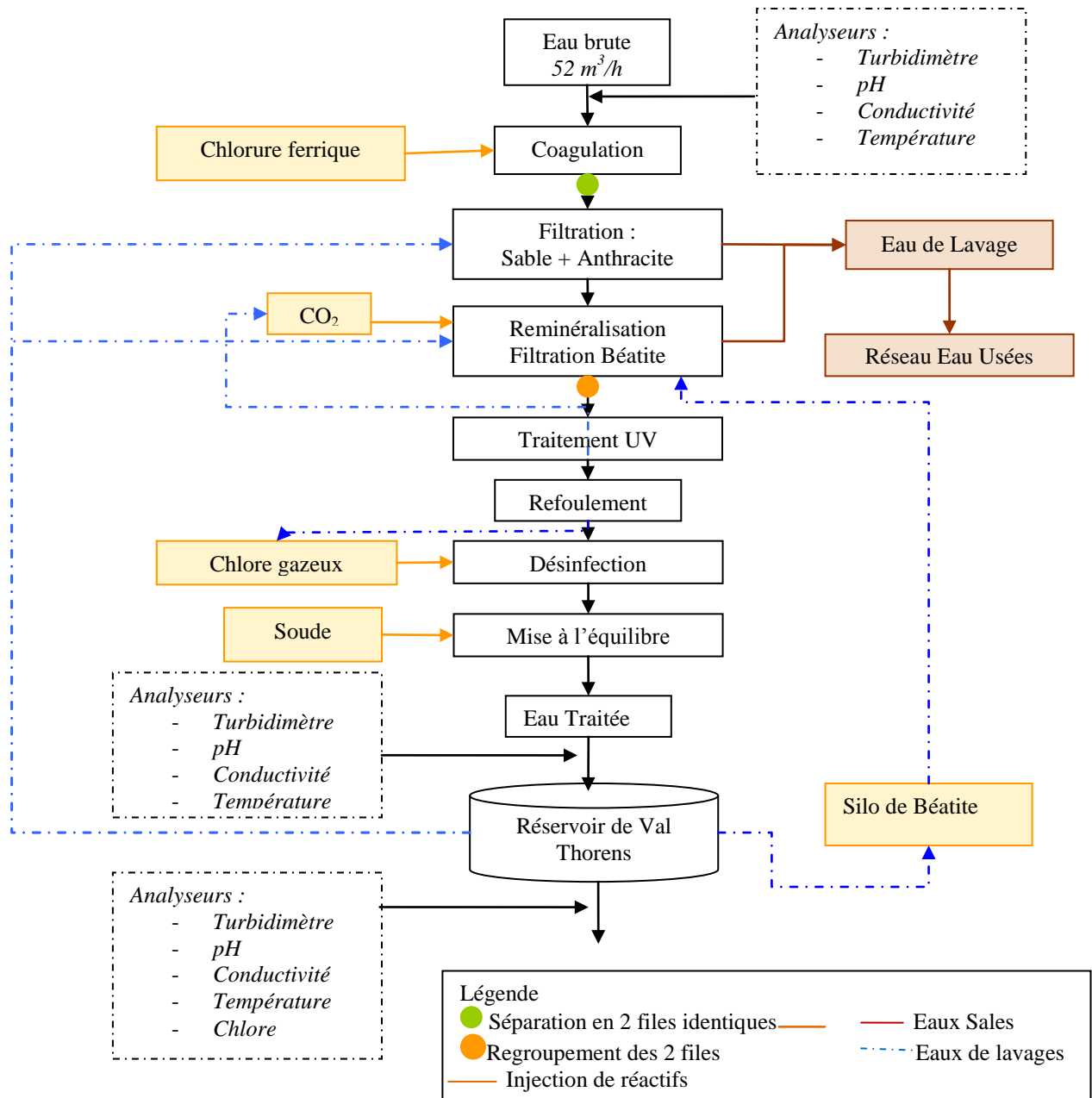


Figure 7: Diagramme des flux station de Gebroulaz

1.1.1.3. Usine des Bruyères

Cette station a un processus un peu plus complexe que les trois stations précédentes. Dans un premier temps, l'eau passe dans des préfiltres (130 µm) avant d'être ultra filtrée. Ensuite, elle subit là aussi une re-minéralisation par injection de CO₂ et filtration sur bécite et soude puis elle est désinfectée par chloration.

Cette station a une capacité de traitement de 225 m³/h répartie sur 3 files. Le diagramme des flux de cette station est présenté ci-dessous :

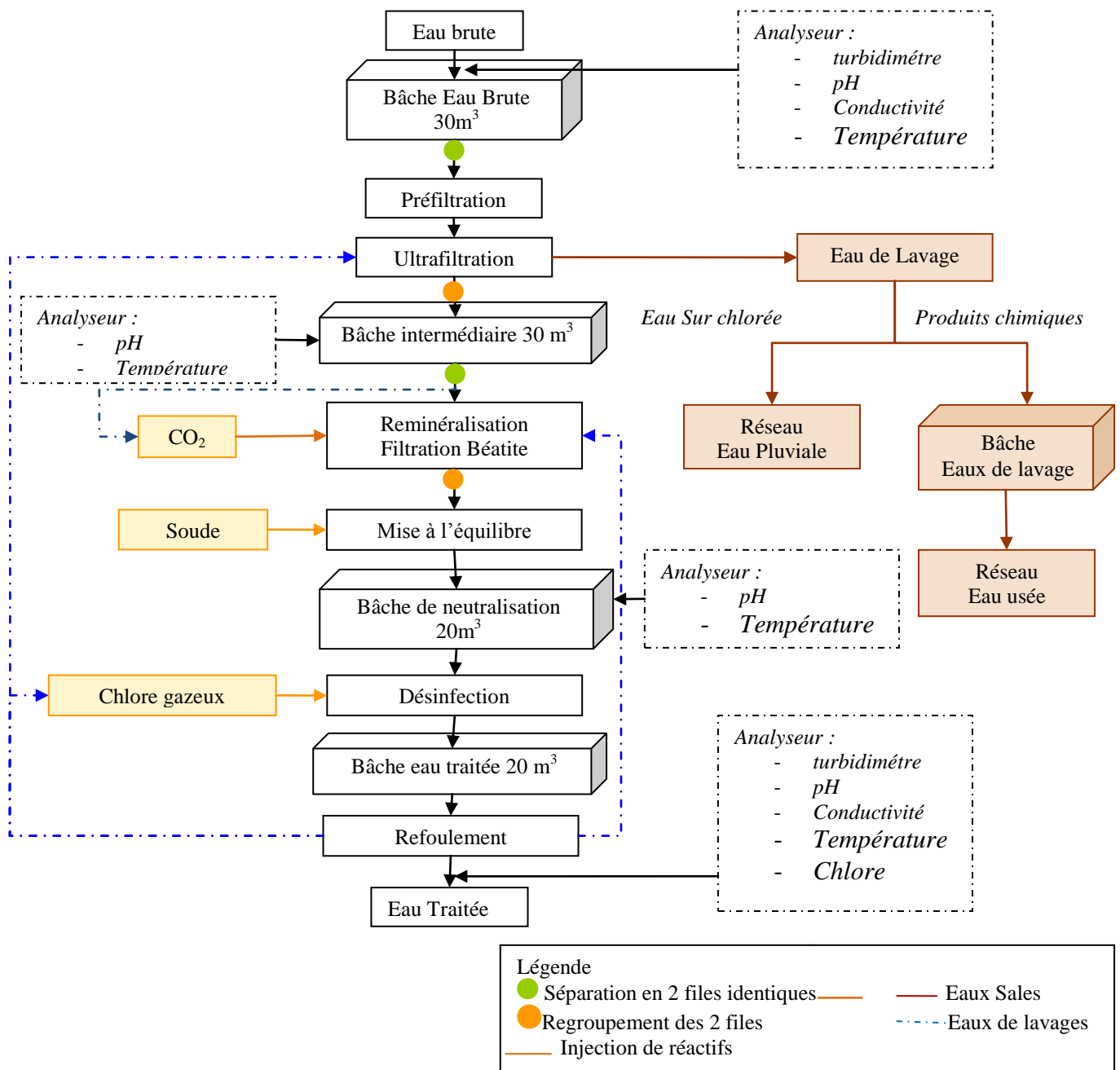


Figure 8: Diagramme des flux station des Bruyères

1.1.2. Analyse des dangers

Dans un premier temps dans le but de réaliser une analyse exhaustive et de n'oublier aucune source de danger, pour chaque danger on a considéré les causes les unes après les autres. Ceci rendait l'utilisation du fichier d'analyse des risques très lourde et multipliait le nombre de mesures de maîtrise. Il a donc été nécessaire dans un second temps les regrouper au maximum pour en faciliter la lecture. La première étape de cette analyse de danger est l'analyse de l'efficacité des stations de traitement.

1.1.2.1. L'analyse de l'efficacité des stations de traitement

Cette méthode d'analyse présentée en partie II du rapport va permettre de contrôler que le traitement appliqué est en adéquation avec le risque microbiologique présent dans nos ressources.

Pour chacune des étapes de traitement présentées sur les diagrammes ci-dessus, une évaluation du log d'abattement des différents pathogènes est réalisée. Ceci nécessite une analyse des données de turbidité sur l'eau filtrée ou ultrafiltrée afin de connaître l'efficacité de cette étape. Ne possédant pas cette information, on s'est basé sur la turbidité de l'eau traitée qui est à priori très similaire à l'eau filtrée. En effet, en aval de la filtration l'eau subit seulement une re-minéralisation à la bétite qui n'entraîne pas d'augmentation de la turbidité contrairement au lait de chaux.

Pour le risque microbiologique (désinfection), deux points ont été vérifiés, l'efficacité de notre chloration par le calcul du CT et le dimensionnement des réacteurs UV.

Le concept de CT pour les traitements de désinfection permet de déterminer le degré d'inactivation des agents pathogènes de notre procédé de désinfection. Ainsi il est nécessaire de s'assurer que celui-ci est suffisant pour assurer la désinfection avant la consommation de l'eau par les premiers habitants.

Le CT est obtenu en multipliant la concentration résiduelle de l'agent désinfectant par le temps de réaction :

$$CT = \text{Concentration (mg/l)} \times \text{Temps de réaction (en min)}$$

La concentration est connue grâce aux mesures de chlore réalisées par les analyseurs aux points de mise en distribution de l'eau. Pour le temps de réaction, on utilise le T10, il correspond au temps durant lequel pas plus de 10 % de l'eau brute traverserait cette étape de traitement-ce point de mesure. L'utilisation du T10 garantit que 90% du volume d'eau aura un temps de réaction supérieur, c'est une mesure de précaution. (30)

Il est important de noter que les valeurs de T10 peuvent être bien différentes du temps de séjour de l'eau. Dans notre cas nous les calculerons grâce au rapport T10/T des écoulements typiques présentés en Annexe 7 page 72. A savoir ils peuvent aussi être déterminés par une modélisation ou par traçage.

Le rapport T10/T est compris entre 0.1 et 1, 1 correspondant au flux piston. Dans notre cas on considéra que lors d'une injection en canalisation le coefficient T10/T est de 0.8, et pour les réservoirs de 0.3., L'eau produite à Caron n'est pas distribuée directement, son CT est donc inclus dans celui des réservoirs de Gebroulaz ou de Chasse.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

	Qmax (m ³ /j)	Qmax (m ³ /min)	longueur canalisation (m)	diamètre (mm)	Volume de canalisation (m ³)	Coefficient hydraulique	T10 canalisation (min)
Reberty	1480	1,03	1037	200	32,6	0,8	25,4
Gebroulaz	3160	2,19	30	250	1,5	0,8	0,5
Chasse	933	0,65	1300	200	40,8	0,8	50,4
Stade	1900	1,32	-	-	-	-	-
Brelin	701	0,49	-	-	-	-	-

	Volume du réservoir (m ³)	Coefficient hydraulique	T10 réservoir (min)	T10 total (min)	Concentration chlore libre (mg/l)	CT10 total (mg/l/min)
Reberty	1000	0,3	292	317	0,12	38
Gebroulaz	4000	0,3	547	547	0,08	44
Chasse	1000	0,3	463	513	0,09	46
Stade	1000	0,3	227	227	0,1	23
Brelin	1000	0,3	616	616	0,072	44

Tableau 18: Calcul des CT pour chaque point de distribution

Une fois le CT10 réel déterminé, on peut le comparer aux CT requis pour l'élimination des différents pathogènes. Il faut savoir que les CT requis varient en fonction de la température, du pH de l'eau et de la concentration en chlore résiduelle, ce qui explique que pour le même pathogène le CT requis n'est pas forcément le même d'une ressource à l'autre. L'Annexe 8 page 73 présente les valeurs des CT requis. Les résultats pour nos stations sont présentés dans le tableau ci-dessous :

CT requis	Giardia				Virus			E.coli
	0,5	1	2	2	3	4		
Log d'abattement								2
Reberty	25	50	75	99	3	4	6	0,04
Gebroulaz	33	66	99	132	3	4	6	0,04
Chasse	25	50	75	99	3	4	6	0,04
Stade	28	55	83	111	4	6	8	0,04
Brelin	28	55	83	111	4	6	8	0,04

Tableau 19: Comparaison des CT10 et des CT requis

On peut en conclure que nos CT permettent l'élimination de 2 logs d'E. Coli, de 4 logs des virus et entre 0 et 1 log de Giardia. La chloration assure donc l'élimination des bactéries et des virus, mais est peu efficace face aux protozoaires, leur élimination sera donc assurée par des étapes en amont que sont le traitement UV ou l'ultrafiltration.

Un autre point que l'on peut mettre en évidence est que notre résiduel de chlore libre au niveau des points de distribution est faible. Seulement 0.1 mg/L mais cette concentration permet toujours de suivre d'éventuelle chute du taux de chlore sur notre réseau pouvant indiquer une pollution. La réglementation Vigipirate (31), indique que l'exploitant doit être en mesure d'atteindre sous 3 jours une concentration de 0.3 mg/L de chlore libre au point de mise en distribution et 0.1 mg/L en tout autre point du réseau. Les dosages en chlore des installations peuvent alors être modifiés afin de respecter ces conditions. Pour la désinfection du stade, le temps de contact étant déjà important, il serait nécessaire d'augmenter la concentration en chlore afin d'atteindre un CT plus important.

Le dernier point important à vérifier relatif à la désinfection est le dimensionnement des UV afin d'être conforme avec la réglementation qui impose une dose d'UV minimum de 40 mJ/cm² (18) L'exploitant confirme que toutes les désinfections UV sont régulées en dose et que celle-ci est fixée à 40 mJ/cm² ce qui correspond à la réglementation.

Maintenant que l'on a déterminé les logs d'abattement de nos désinfections, on connaît l'abattement total de nos stations (se reporter en partie II 1 pour les autres étapes de traitement).

Les taux d'abattement obtenus pour ces stations sont présentés ci-dessous :

Log d'abattement	Gebroulaz			Total	Caron			Total
	Filtration sur sable	Chloration	UV		Filtration sur sable	Chloration	UV	
Cryptosporidium	3	0	4	7	3	0	4	7
Giardia	3	0.5	4	7.5	3	0	4	7
Entérovirus	2	2	4	8	2	0	4	6
E. Coli	1.5	2	4	7.5	1.5	0	4	5.5

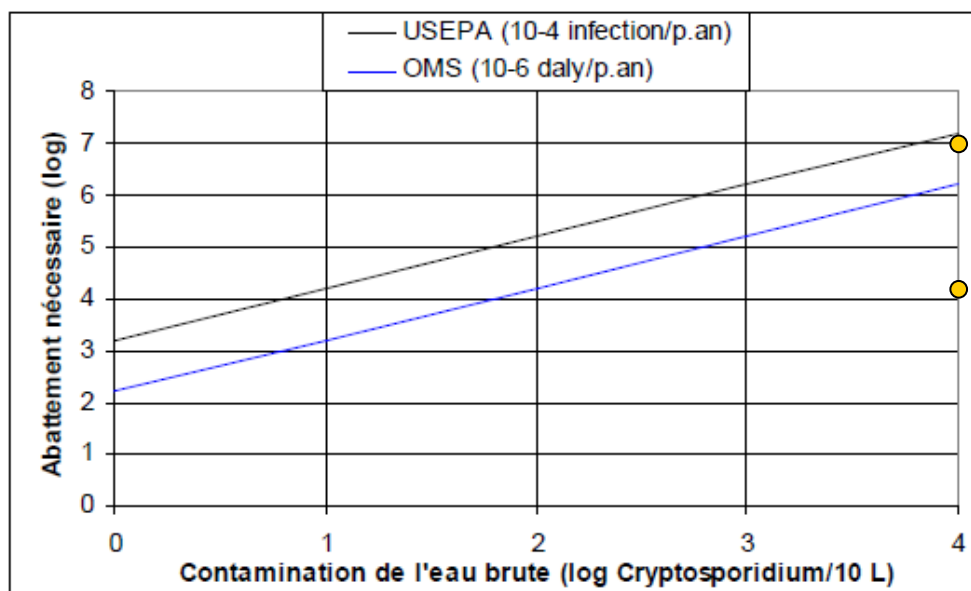
Log d'abattement	Bruyères		Total	Le stade		Total
	UF	Chloration		Chloration	UV	
Cryptosporidium	7	0	7	0	4	4
Giardia	7	0.5	7.5	0	4	4
Entérovirus	7	2	9	2	4	6
E. Coli	7	2	9	2	4	6

Tableau 20: Log d'abattement des Stations de traitement de différents pathogènes

Ce tableau permet de mettre en avant que l'étape la plus efficace pour la lutte contre les pathogènes est l'ultrafiltration avec plus de 7 logs d'abattements pour tous les types de pathogènes microbiologiques.

Pour la station de Caron, on considère que la chloration n'a pas d'impact car les doses injectées sont si faibles que les analyseurs de chlore ne détectent pas de résiduel. Ce point est sans grande gravité car cette eau est ensuite distribuée en passant soit par le réservoir de Val-Thorens ou celui de la chasse où elle est mélangée à de l'eau chlorée (voir résultats résiduel de chlore pour ces 2 réservoirs).

Si l'on reprend le graphique indiquant le taux d'abattement de *Cryptosporidium* nécessaire d'obtenir en fonction de la qualité de l'eau de notre ressource et que l'on place les points correspondants à nos stations, le résultat est le suivant :



Graphique 2: Evaluation de l'efficacité de nos stations de traitement face au risque *Cryptosporidium*

Si l'on considère nos ressources comme étant des ressources de surface, le traitement est suffisant pour l'atteinte des limites de risques prescrites par l'OMS et quasiment celle de l'USEPA pour les stations de Caron, Gebroulaz et de Bruyères

En revanche, ce graphique met en avant que l'on est bien inférieur aux recommandations pour la désinfection du stade cependant comme indiqué précédemment on considère notre eau comme étant une eau de surface ce qui est très sécuritaire puisqu'on se situe très proche des sources des ruisseaux

sur lesquels les captages ont été mis en place. On est donc beaucoup moins exposé au risque *Cryptosporidium* qu'une réserve d'eau stagnante de type barrage.

De plus la réalisation d'une station complète, filtration-re-minéralisation-désinfection, est en cours d'étude et diminuera considérablement ce risque. En effet la mise en place d'une filtration sur sable ajoutera 3 logs d'abattement pour *Cryptosporidium*, l'abattement total de la station sera de 7. Le risque sera alors identique à celui des stations de Gebroulaz et de Caron.

1.1.2.2. Les dangers identifiés

Lors de la réalisation de l'analyse des dangers, j'ai travaillé station par station, cependant pour faciliter la lecture de ce rapport, on va étudier les dangers par étapes de filière. En effet, certaines étapes étant commune à plusieurs stations, cela évitera les redites.

Grâce à la méthodologie des 5M décrites précédemment et suite à plusieurs séances de travail avec l'exploitant, les couples causes/dangers ont été établis pour chacune des étapes de traitement, une présentation des principaux d'entre eux est disponible en Annexe 9 page 76. Les résultats sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Etapes de traitement	Nombre de couple causes/dangers
Coagulation	10
Filtration	13
Ultrafiltration	5
Injection CO2	7
Filtration sur bécite	3
UV	6
Chloration	21
Injection de soude	5

Tableau 21: Récapitulatif des couples causes/danger pour les stations de Caron et Gebroulaz

1.1.3. Les mesures de maîtrise

La définition et le classement des mesures de maîtrise suite à l'analyse des dangers ont montré que pour un bon fonctionnement de ces stations les principaux PRP à respecter sont les suivants :

PRP

Le suivi de la procédure achat (ACS et FDS) : afin de s'assurer de la qualité des produits utilisés

Procédure de livraison : pour minimiser les erreurs de produits livrés

Les procédures de métrologie des appareils de mesures : ces procédures sont données par les fournisseurs d'appareil et permettent d'assurer leur bon fonctionnement

L'habilitation chlore : elle permet de s'assurer de la compétence des agents à la manipulation du chlore

Télécontrôle: bon fonctionnement des systèmes anti-intrusion dans les bâtiments

L'étape de **re-minéralisation** a été classée en **PRPo**, les mesures de maîtrise nécessaires à limiter les risques concernant cette étape seront donc gérées grâce à un plan PRPo. Ce choix a été réalisé car plusieurs mesures de maîtrise de cette étape ont une gravité supérieure ou égale à 10 sans toutefois relever d'un CCP. De plus le non fonctionnement de cette étape peut entraîner un dépassement des références de qualité.

Plusieurs mesures de maîtrise ont quant à elles été assimilées à des **CCP**, elles sont regroupées dans les étapes de **clarification** qui comprend la coagulation et la filtration, d'**ultrafiltration** et de

désinfection qui est composée de la chloration et du traitement UV.

La **clarification** est classée en tant que CCP car en cas de dysfonctionnement de la coagulation ou de la filtration, l'élimination de la turbidité n'est plus assurée et l'on risque un dépassement de la limite de référence ainsi que de la limite de qualité, respectivement 0.5 et 1 NFU en sortie d'usine de traitement. Comme on l'a vu tout précédemment le traitement de la turbidité permet aussi de diminuer considérablement le risque microbiologique. De plus, la non élimination de la turbidité entraîne une diminution des capacités de désinfection de notre station. En effet, en cas de turbidité supérieure à 1 NTU l'efficacité de la désinfection UV est fortement altérée et la désinfection au chlore risque de produire des sous-produits toxiques (32).

Un point spécifique à la station de Caron a été identifiée, concernant la vérification du fonctionnement du filtre à sable, c'est la répartition des débits sur les deux files, il serait intéressant de mettre en place un débitmètre en tête de chacune des files afin de s'assurer qu'il n'y ait pas de chemin préférentiel de l'eau.

L'étape d'**ultrafiltration** a été classée en CCP puisqu'elle permet de diminuer à un niveau acceptable le risque de contamination microbiologique et chimique. De plus tout comme la clarification elle permet l'élimination de la turbidité.

L'étape de **désinfection** est elle aussi considérée comme un CCP car elle permet de diminuer à un risque acceptable la contamination microbiologique de notre eau. Par ailleurs, en cas de dysfonctionnement du système de chloration, le résiduel de chlore n'est plus assuré sur le réseau et l'on peut craindre un développement bactérien lors de la distribution.

Les mesures de maîtrise correspondant aux plans HACCP et PRPo sont récapitulées dans le Tableau 22 en page 47.

1.1.4. Les limites critiques

Dans la majorité des cas, la limite critique correspond à une référence ou limite de qualité imposée par la réglementation. Concernant la limite opérationnelle, il faut fixer un seuil permettant à l'exploitant de réagir avant d'atteindre la limite critique sans toutefois que celui-ci ne se déclenche trop régulièrement.

Lors de la mise en place de ces limites des choix ont dû être réalisés notamment pour le contrôle des niveaux de réactif. Deux possibilités s'offraient à nous, soit un contrôle visuel soit la mise en place de sonde de niveau. Dans la majorité des cas on a priorisé le contrôle visuel et la mise en place d'un cahier de suivi des quantités de réactif consommées car les volumes utilisés sont faibles et un contrôle visuel laisse le temps de réaliser un réapprovisionnement. De même, pour les contrôles de turbidité nécessaires pour s'assurer du bon fonctionnement de la filtration, cette mesure est idéalement placée juste en sortie de filtration. Dans notre cas, la seule étape en aval est une reminéralisation à la béatite. Après questionnement d'un expert en eau potable, celui-ci m'a assuré que cette étape ne dégrade pas la turbidité. On a donc choisi d'utiliser le turbidimètre de sortie de station pour s'assurer du bon fonctionnement de la filtration, les limites fixées sont celles de la réglementation.

De même, afin d'assurer une re-minéralisation optimisée, il avait été question de mettre en place un pH-mètre intermédiaire suite à la coagulation. Cependant une régulation pilotée par la différence entre la conductivité d'entrée et la conductivité de sortie souhaitée est tout aussi efficace. L'investissement dans un pH-mètre n'est donc pas retenu.

Certains de ces équipements sont actuellement en place, pour d'autres il sera nécessaire de les

installer. Un récapitulatif des équipements à mettre en place est établi ci-après.

1.1.5. Surveillance, mesures correctives et validation

Comme on l'a évoqué ci-dessus la surveillance est soit réalisée avec des sondes reliées à des alarmes soit visuelle. Les moyens d'enregistrement et les mesures correctives sont eux aussi décrits dans le Tableau 22 en page 47. L'enregistrement des données permet de s'assurer de l'efficacité des mesures de maîtrise, mais cette vérification devra aussi être réalisée par le biais d'audit interne ou externe.

DEFINITION DU DANGER				Mesure de Maîtrise	Détermination des limites et système de surveillance						Gestion des non-conformité		Validation/Vérification	En place / A créer	
Etape	Nature danger	Definition du Danger	Origine/cause du Danger		Point à surveiller	Limite opérationnelle	Limite critique	Moyen / méthode	Lieu	Fréquence	Enregistrement des données	Mesure corrective	Mesure de vérification		
Plan PRPo															
Reminéralisation	PC	Non mise à l'équilibre de l'eau traitée	Dysfonctionnement des équipements CO2 et/ou béatite	Entretien et maintenance des équipements	Conductimètre	Basse: 200 mS/cm Haute 220 mS/cm		Conductimètre	en sortie de station	continu	Topkapi	En cas d'atteinte de la limite recherche du dysfonctionnement et intervention	-	En place	
			Dysfonctionnement des équipements soude	Entretien et maintenance des équipements	pH mini et maxi.	7 8,5	6,5 9	pH-mètre	en sortie de station	continu	Topkapi	En cas d'atteinte de la limite recherche du dysfonctionnement et intervention	-	En place	
			Rupture de stock CO2	Suivi du niveau de CO2	Niveau	15%	10%	sonde de niveau	cuve de Co2	continu	Topkapi	Commande immédiate de CO2	-	A créer	
			Rupture de stock Béatite	Suivi du niveau de Béatite filtre	Niveau	Bas du hublot	en dessous du hublot	niveau visuel	filtre	Mensuel	Fichier état des stocks	Remplissage du filtre et/ou commande immédiate de béatite	-	A créer	
			Rupture de stock Soude	Suivi du niveau de soude	Niveau	10 cm	5 cm	niveau visuel	cuve de soude	Mensuel	Fichier état des stocks	Commande immédiate de soude	-	A créer	
Plan HACCP															
Clarification	Coagulation	MB+PC	Survie Mauvaise élimination des MES, augmentation de la turbidité et problèmes microbiologiques	Sous dosage en coagulant par manque de coagulant, ou dysfonctionnement de la pompe d'injection	surveillance de l'efficacité de la filtration par un suivi de la turbidité	Turbidité	0,5 NFU	1 NFU	Turbidimètre	en sortie station	en continu	Topkapi	En cas de dépassement limite opérationnelle (rechercher la cause du dysfonctionnement. Si atteinte limite critique arrêt de la station?)	Mettre en place un suivi des alarmes avec la cause du dysfonctionnement	En place
				Suivi du niveau de coagulant		Niveau de coagulant	10 cm	5 cm	Niveau visuel	dans la cuve de coagulant	Mensuel	Fichier état des stocks	Commande immédiate de coagulant	Mettre en place un état des stocks avec fréquence des commandes	A créer
				pH optimal de coagulation non respecté	suivi du pH en entrée de station	pH	> 7	> 6,5	pH-mètre	en entrée de station	en continu	Topkapi	Le ph ne doit pas être trop bas pour éviter la formation d'un résiduel de fer	Mettre en place un suivi des alarmes avec la cause du dysfonctionnement	En place
	Filtration bicouche	MB+PC	Dégradation de la qualité de l'eau filtrée (turbidité, MES), pouvant entrainer une surconsommation de chlore et donc une mauvaise désinfection	Dégradation des buselures du plancher-Mauvaise répartition de l'eau sur le filtre- mauvais lavage des filtres	surveillance de l'efficacité de la filtration par un suivi de la turbidité	Turbidité	0,5 NFU	1 NFU	Turbidimètre	en sortie de station	en continu	Topkapi	En cas de dépassement limite opérationnelle (rechercher la cause du dysfonctionnement. Si atteinte limite critique arrêt de la station)	Mettre en place un suivi des alarmes avec la cause du dysfonctionnement	En place
				Mauvaise répartition du débit entre les deux files de traitement	Surveillance de la répartition du débit	Débit	45%-55%	401%-60%	Débitmètre	en tête de chaque file	en continu	Topkapi	En cas de dépassement limite opérationnelle (rechercher la cause du dysfonctionnement)	Mettre en place un suivi des alarmes avec la cause du dysfonctionnement	A créer à Caron
				Augmentation de la turbidité suite à des départ de sable et d'anthracite du filtre	Suivi du niveau du filtre	Niveau du filtre	bas du hublot	en dessous du hublot	Niveau visuel	hublot du filtre	Mensuel	Fichier état des stocks	En cas de dépassement limite opérationnelle réaliser la recharge du filtre	Pas d'arrêt de filtration	A créer
Ultrafiltration	UF	MB+PC	Dégradation de la qualité d'eau filtrée, surconsommation de chlore pour la désinfection	Dégradation de l'état des membranes		Turbidité	0,5 NFU	1 NFU	Turbidimètre	en sortie de station	en continu	Topkapi	En cas de dépassement limite opérationnelle (rechercher la cause du dysfonctionnement. Si atteinte limite critique arrêt de la station)	Mettre en place un suivi des alarmes avec la cause du dysfonctionnement	En place
					150 L/m ² *bar à 20°C	perméabilité des membranes	100 L/m ² *bar à 20°C	150 L/m ² *bar à 20°C	Perméamètre	sur les membranes d'UF	en continu	Topkapi	En cas de dépassement limite opérationnelle (rechercher la cause du dysfonctionnement. Si atteinte limite critique arrêt de la station)	Mettre en place un suivi des alarmes avec la cause du dysfonctionnement	En place
Désinfection	UV	MB	Survie de micro-organismes	dysfonctionnement du réacteur UV	Contrôle de la dose d'UV appliquée	suivi de l'intensité UV	38	36	Capteur d'intensité	Sur chacune des lampes de filtration	en continu	Topkapi	En cas d'atteinte du seuil bas recherche du dysfonctionnement ou changement de la lampe	Mettre en place un suivi des alarmes avec la cause du dysfonctionnement	En place
	chloration	MB	Survie de micro-organismes	Sous dosage en chlore suite a un encrassement, ou rupture de stock	contrôle de la concentration en chlore	concentration en chlore seuil mini	0,35	0,3	Analyseur de chlore	Sortie de station	en continu	Topkapi	En cas d'atteinte du seuil bas recherche du dysfonctionnement et intervention	Mettre en place un suivi des alarmes avec la cause du dysfonctionnement	En place
				Sous dosage en chlore suite a une fuite de chlore		Fuite de chlore	5 ppm	5ppm	Détecteur de chlore	Dans le local de chloration et la station	en continu	Topkapi	en cas d'alarme suivre la procédure intervention sur une fuite de chlore	Mettre en place un suivi des alarmes avec la cause du dysfonctionnement	En place
	PC	dégradation des paramètres organoleptique de l'eau	Sur dosage en chlore	concentration en chlore seuil maxi		0,5	0,6	Analyseur de chlore	Sortie de station	en continu	Topkapi	En cas d'atteinte du seuil haut recherche du dysfonctionnement et intervention	Mettre en place un suivi des alarmes avec la cause du dysfonctionnement	En place	

Tableau 22: Plan d'action PRPo et HACCP sur les stations de traitement

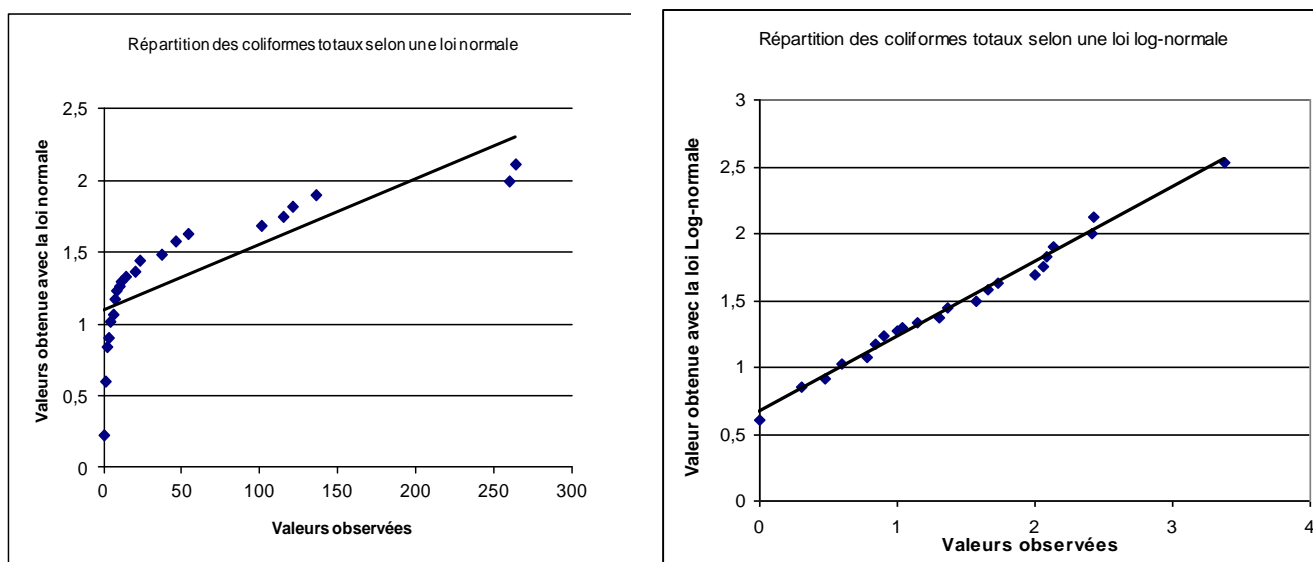
1.2. La modélisation du risque microbiologique

Afin de compléter la gestion des risques par l'HACCP, une évaluation chiffrée du risque microbiologique peut être réalisée. La méthode utilisée est celle du QMRA (Quantitative Microbiological Risk Assessment), présentée en partie II 1. Elle va nous permettre de confirmer que le traitement appliqué permet réellement de rendre négligeable le risque de contamination des consommateurs via des pathogènes microbiologiques. Dans un second temps, il sera possible d'envisager l'impact de différents dysfonctionnements.

1.2.1. La concentration en pathogènes de notre eau brute

Dans les analyses réglementaires d'eau brute en France la détection d'un seul de ces pathogènes est obligatoire, il s'agit d'*E. Coli*. Pour la suite de l'approche QMRA, nous nous focaliserons donc sur ce pathogène, car c'est le seul pour lequel nous possédons des données. Le nombre d'*E. Coli* obtenu lors des analyses englobe plusieurs genres, or le seul pathogène est *E. Coli O157:H7*. Santé Canada (21) a déterminé qu'il représentait seulement 3.49% des *E. Coli* totaux, il est ainsi possible de déterminer les concentrations en *E. Coli O157:H7*.

Afin d'estimer l'exposition de nos consommateurs à *E. Coli O157:H7*, il est nécessaire de déterminer la loi que suivent nos concentrations dans l'eau brute. Pour les phénomènes d'origine naturelle il est possible d'utiliser une répartition selon une loi normale en utilisant la moyenne et l'écart type des analyses dont nous disposons. Cependant, après l'étude de la répartition et la comparaison avec la droite de Henry, on se rend compte que la répartition s'approche plus d'une loi log normale que d'une loi normale. Nous utiliserons donc la loi log normale pour approcher les concentrations en *E. coli*. Les tests de Henry ont été réalisés sur les analyses de Coliformes totaux car leur nombre était plus représentatif, et j'ai fait l'hypothèse qu'étant toutes les deux des bactéries d'origine fécale en milieu naturel leur loi de répartition était similaire. Ces graphiques sont présentés ci-dessous :



Graphique 3:Représentation de la distribution normale des coliformes totaux

La loi choisie pour nos *E. coli* O157:H7 est donc une loi log-normale de paramètre m et σ , définie à partir de nos données d'analyse. On a $m=-3.51$ et $\sigma=1.84$.

Grâce aux lois log normale inverse et Alea d'Excel, j'ai ainsi pu simuler 20 000 concentrations en *E. Coli*. Cette simulation permet d'obtenir un échantillonnage conséquent, dont on ne disposait pas avec les seules mesures d'analyse.

1.2.2. Evaluation de la consommation journalière d'eau non-bouillie

Ce paramètre est assez difficile à évaluer. En effet, s'il est assez facile de connaître la consommation journalière par abonné, la majorité de ce volume est utilisé à des fins sanitaires ou consommé après cuisson. Ne disposant pas de base de données concernant le volume d'eau non bouillie consommée par personne et par jour, je me suis basée sur des données de la littérature indiquant une consommation moyenne de 1L/j/personne, donnée provenant d'Eau France (33). Cependant cette valeur est fortement variable, car dans cette eau de boisson peut être compris le thé, le café... donc de l'eau bouillie. Pour cette raison, nous prendrons un fort écart type (0.25).

De même que pour *E. Coli* en utilisant les fonctions d'Excel, j'ai simulé 20 000 consommations journalières d'eau. Cette simulation permet d'estimer la consommation de 20 000 abonnés car on ne disposait pas de cette information.

1.2.3. Modèle dose réponse et risque d'infection

Grâce aux équations présentées en seconde partie de ce rapport, il m'a été possible de calculer la dose ingérée et la probabilité d'infection annuelle.

Les paramètres utilisés pour la loi bêta-poisson sont ceux du pathogène que l'on étudie, en l'occurrence *E. Coli*O157 : H7 $a=0.0571$ et $b=2.2183$ selon (Strachan et al, 2005) (34)

Pour notre cas on considérera que l'abonné est exposé 365 jours par an ce qui est une hypothèse sécuritaire, la dose d'*E. Coli* étant calculée pour un fonctionnement normal de la station. Il est important de rappeler que les Ménuires et Val-Thorens sont des stations de ski et que les personnes résidant à l'année sont très peu nombreuses.

Pour *E. Coli* le risque de maladie suite à une infection est de 1, la probabilité de développer une maladie est donc égale à la probabilité d'infection.

1.2.4. Le DALY

Suite à l'application de l'ensemble des étapes du QMRA, on a pu ainsi calculer les DALYS de chacune de nos stations. Les DALYS obtenus sur les différentes stations de traitement en fonctionnement normal pour *E. Coli* en considérant une exposition quotidienne sont :

Station de traitement	DALY
Gebroulaz	8,07E-10
Caron	8,06E-08
Les Bruyères	2,09E-11
Le stade	2,09E-08

Tableau 23: DALY des différentes stations de traitement

Nous sommes bien en dessous du DALY recommandé par l'OMS qui est de 10^{-6} DALY/personne/an. Le risque *E. coli* est donc maîtrisé sur nos stations de traitement.

Il pourrait être intéressant de calculer ces DALY en cas de dysfonctionnement d'une étape de traitement. Cependant les temps de réparations étant de l'ordre au maximum de

quelques jours, l'impact sur le DALY annuel est très faible. Afin de confirmer ce phénomène, on a testé le dysfonctionnement des réacteurs UV sur la station de Gebroulaz en considérant que pendant 5 jours l'intensité délivrée est de 10 mJ/cm² à la place de 40 mJ/cm² du à l'usure de la lampe. Le Daly est alors de 5.8*10⁻⁸/personne/an, pour la station du stade on obtient 1.4*10⁻⁶ DALY/personne/an, et pour Caron 5.4*10⁻⁶. Tous nos DALY restent donc de l'ordre du 10⁻⁶ /personne/an.

1.3. Bilan de l'analyse des stations

Suite à l'analyse des dangers, plusieurs nouvelles mesures de maîtrise sont à mettre en place. Le tableau ci-dessous récapitule les investissements à réaliser et les procédures à créer ou mettre en place. Un récapitulatif des procédures à suivre pour chacun des ouvrages est disponible en Annexe 13 page 83.

Nom du site	Investissements	Procédures
Gebroulaz	pH-mètre sortie de filtration pour réguler le CO2	Suivi des quantités de réactifs
	2 Turbidimètres sortie de filtration (1 par file)	Fuite de chlore
	Détecteur de flux sur les pompes de flux	
	Analyseur d'Hydrocarbure en entrée de station	
Caron	2 Débitmètres pour connaître la répartition sur les 2 filtres	Suivi des quantités de réactifs
	pH-mètre sortie de filtration pour réguler le CO2	Fuite de chlore
	2 Turbidimètres sortie de filtration (1 par file)	
	Détecteur de flux sur les pompes de flux	
	Analyseur d'Hydrocarbure en entrée de station	
Bruyère	Turbidimètre en sortie d'UF	Suivi des quantités de réactifs
	Détecteur de flux sur les pompes de flux	Fuite de chlore
	Analyseur d'Hydrocarbure en entrée de station	

Tableau 24: Bilan de l'analyse des stations de traitement

Le seul investissement obligatoire suite à la réalisation de la démarche HACCP est la mise en place de deux débitmètres sur l'usine de Caron permettant de s'assurer que la répartition de l'eau sur les deux filtres est homogène.

Les autres équipements cités dans le tableau ci-dessus permettraient une amélioration de l'exploitation mais ne sont pas indispensables.

2. Le réseau

Après avoir étudié les dangers liés à nos usines de traitement on peut s'intéresser aux autres étapes de production que sont les ressources, le stockage et le transport de l'eau pour sa distribution. La méthode de travail suivie est similaire à la précédente.

2.1. Les ressources

La ressource en eau du contrat de Saint-Martin de Belleville est typique d'un contrat de montagne, puisqu'il est alimenté par une multitude de sources et de prises d'eau en ruisseau. Le descriptif de ces 15 ressources a été réalisé en partie II, de même pour le diagramme des flux se reporter à celui présenté page 30.

2.1.1. Analyse des dangers

Les ressources en eau du contrat de Saint-Martin de Belleville, étant caractéristiques d'un contrat de montagne, une partie des dangers identifiés reflètent cette particularité.

Les principaux dangers mis en avant par cette analyse sont décrits ci-dessous.

De nombreuses ressources se situent sur les pistes du domaine skiable et sont donc vulnérables aux pollutions chimiques. En effet, suite à un incident sur un des engins de damage des déversements de gazole ou d'huile provenant de ces engins peuvent avoir lieu et polluer la ressource.

Le risque ne se limite pas à l'hiver puisque de nombreux chantiers d'aménagement, de réfection des pistes sont réalisés durant la période estivale, et ces travaux entraînent eux aussi des risques de contamination par hydrocarbure.

Toujours concernant le risque hydrocarbure, à l'intérieur de plusieurs bassins versants de nos ressources se trouvent aussi des stockages d'hydrocarbure, leur utilisation est de deux types, l'alimentation des engins du service des pistes où la combustion pour être utilisés comme source d'énergie. En cas de fuite de ces cuves, nos ressources sont donc potentiellement exposées à une contamination par hydrocarbure.

Une pollution microbiologique des ressources est également possible par la présence d'élevages (de moutons et de bovins) en période estivale et la présence de chalets ou restaurants sur ces périmètres. Les élevages bien que non intensifs présentent tout de même un risque de pollution fécale pour la ressource. Les chalets et les restaurants d'altitude généralement non raccordés au réseau d'assainissement disposent d'un assainissement non collectif. Un mauvais entretien de celui-ci peut être à l'origine d'une contamination fécale de l'eau.

Les principaux couples causes/dangers sont présentés en Annexe 12 page 81.

2.1.2. Les mesures de maîtrise

Concernant les mesures de maîtrises, certaines concernent l'ensemble des ressources et d'autres sont particulières à quelques ressources. Comme pour les stations ces mesures ont été classées selon des PRP, des PRPo et des CCP.

Les PRP concernant les ressources sont les suivants :

PRP

Auto surveillance et contrôle : pour avoir une vision de la qualité de l'eau brute

Maintenance et entretien des ouvrages : Visite et nettoyage des captages à minima une fois par an.

Malveillance : alarmes sur les tampons fouds reliées au télécontrôle

Protection de la ressource : DUP avec périmètre de protection

Un des **PRP** et a priori le plus important d'entre eux n'est pas respecté, il s'agit de la mise en place de la DUP (Déclaration d'Utilité Publique). Actuellement, elle n'est pas encore validée sur ce contrat. Ce qui représente un point faible pour notre ressource car les périmètres de protection ne sont pas mis en place ce qui rend vulnérable notre ressource notamment aux pollutions fécales dues aux pâturages à proximité des points d'eau. Cette DUP est en cours de validation, les périmètres de protection définis par celle-ci devront ensuite être mis en place dans les plus brefs délais.

Cette mesure de base est un pré-requis pour le maintien de la qualité de l'eau. Etant donné que les ressources sont situées sur un domaine skiable, les périmètres de protection seront retirés durant la saison d'hiver, la ressource sera donc vulnérable pendant cette période notamment au risque de pollution par hydrocarbure due aux engins d'entretien des pistes. Pour gérer ce risque, un accord a été passé avec la société des remontées mécaniques afin qu'elle prévienne l'exploitant en cas d'incident de ce type. Actuellement, le risque engendré par l'absence de périmètre de protection est géré par une surveillance des pratiques des entreprises de travaux lors de leurs interventions à proximité des ressources, mais cela reste très insuffisant car cette surveillance est ponctuelle.

Deux mesures de maîtrises communes à toutes les ressources ont été classées en **PRPo**.

La première concerne la gestion du danger hydrocarbure. Une des solutions serait de mettre en place des analyseurs sur les ressources les vulnérables face à ce danger. Cependant les captages ne disposant pas d'énergie, cela semble difficilement envisageable techniquement. Pour pallier à ce problème, il a été envisagé d'installer les analyseurs sur l'eau brute en entrée de station, mais le temps de réaction possible serait très réduit et ne permettrait pas de connaître et d'isoler la source responsable de la contamination. De plus, une pollution de ce type ne survenant que très ponctuellement lorsque l'analyseur détecterait une concentration d'hydrocarbures, on aura toujours un doute sur sa fiabilité. Pour ces raisons la mise en place de ces sondes n'a pas été retenue comme étant prioritaire.

La seconde quant à elle consiste à la mise en place de fermeture cadenassée de type Vigipirate sur les tampons fouds des captages avec une alarme sonore et reliée au télécontrôle. Cette mesure est nécessaire afin de diminuer le risque d'acte de malveillance.

Le Tableau 26 page 57 reprend l'ensemble du plan d'action PRPo.

D'autres mesures de maîtrise classées en tant que **PRPo** concernent uniquement une ressource en particulier, celle-ci sont décrites ci-dessous :

Portette haute : il est nécessaire de dévier les eaux du fossé qui s'écoulent actuellement dans la prise d'eau, vers le busage du ruisseau afin d'éviter une pollution du captage par de la turbidité. Dans le même but, il serait aussi nécessaire de mettre en place une crépine ou une grille de protection au niveau de la prise d'eau.

Thorens : la présence d'un système d'assainissement autonome pour le restaurant le Caribou présente un risque pour la qualité de l'eau, le suivi de la conformité de ce système est à réaliser. De même il est nécessaire de supprimer l'ancienne canalisation du système d'assainissement du périmètre de protection immédiat afin de s'assurer qu'elle ne sera plus utilisée. Ces deux mesures permettent de maîtriser le risque de contamination par des eaux usées du captage.

Le dernier point pour cette ressource est de s'assurer de la conformité du stockage des 2500 L de gazole au niveau du restaurant afin d'éviter une pollution par hydrocarbure.

Caron : il est nécessaire de mettre en place une crépine sur la prise d'eau, et de s'assurer du bon raccordement du restaurant de la moutière au réseau d'assainissement.

Boismint : pour toutes ces ressources il est nécessaire de mettre en place une crépine sur les prises d'eau pour éviter l'accumulation de dépôt dans le bac de décantation et l'augmentation de la turbidité.

Les combes et l'allée source 104 : une vérification du raccordement au réseau d'assainissement collectif du restaurant du Cairn est à réaliser ainsi que pour les chalets des Neiges n°1 et n°2.

2.2. Le stockage

2.2.1. Analyse des dangers

2.2.1.1. Les vérifications préalables

Concernant les réservoirs, il est intéressant de connaître le temps de séjour à l'intérieur de ceux-ci pour se faire une idée de la qualité de l'eau lors de sa distribution, ainsi que le marnage qu'effectue le réservoir.

Le temps de séjour :

Aucun modèle hydraulique du réseau n'a été réalisé à ce jour, pour estimer le temps de séjour de l'eau dans les réservoirs, j'ai donc travaillé à partir des débitmètres de production qui m'ont permis de calculer le temps de séjour dans les réservoirs. Les résultats sont les suivants :

(Jours)	Distribution les Ménuieres				Distribution Val-Thorens	
	Le stade	Le Brelin	La Chasse	Reberty	Gebroulaz	Caron
Janvier	1,1	3,49	1,2	1,6	1,5	0,1
Février	0,8	2,66	0,8	1,1	1,3	0,2
Mars	0,9	2,58	1,0	1,2	1,5	0,2
Avril	1,3	3,50	1,8	2,4	1,9	0,3
Mai	4,4	9,34	3,2	-	5,3	1,6
Juin	4,6	10,33	2,9	-	5,2	1,3
Juillet	2,7	6,24	1,7	5,2	2,6	0,7
Août	6,6	6,58	1,3	1,9	1,9	0,5
Septembre	3,8	8,00	2,5	8,8	4,6	1,4
Octobre	5,5	10,45	3,7	4,2	4,4	2,4
Novembre	3,8	9,60	2,7	6,7	2,2	5,7
Décembre	1,4	4,01	1,4	3,0	1,9	0,2

Tableau 25: Temps de séjour dans les réservoirs (35)

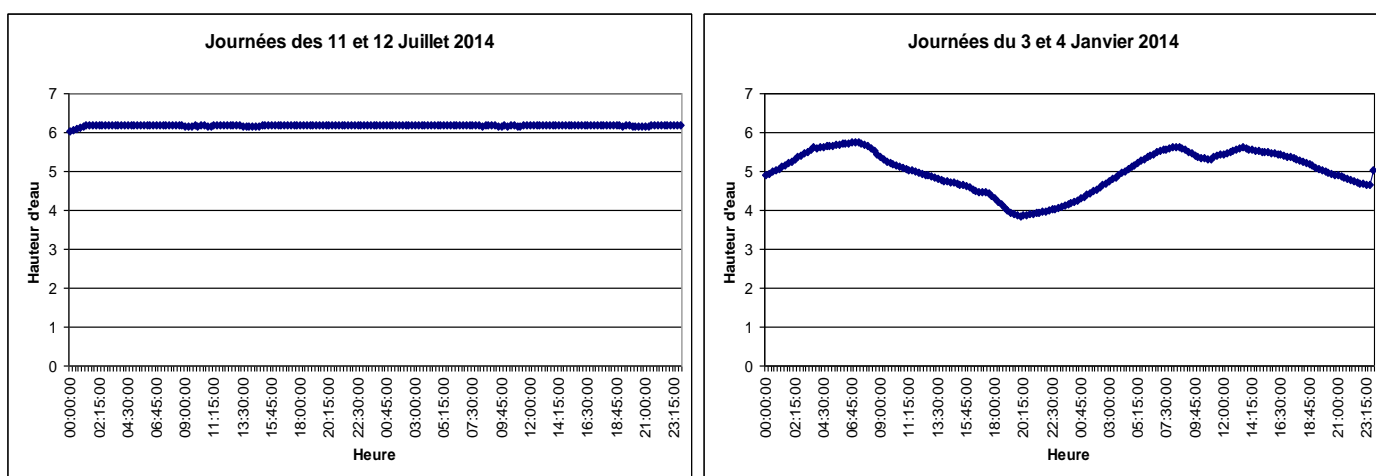
On observe que le temps de séjour dans les réservoirs est compris entre 5h et 11 jours. Par comparaison une eau embouteillée à une date limite d'utilisation d'environ 1 an sans désinfection préalable.

Afin de limiter ces temps de séjour, une gestion adaptée des cuves entre les différentes saisons est réalisée, en effet les installations sont dimensionnées pour des débits de pointe qui ont lieu principalement en hiver. En été une grande partie des cuves est donc mise à l'arrêt. Malgré cela, des

temps de séjour non négligeables sont observés en Mai-Juin et Octobre-Novembre pour le réservoir du Brelin. Cependant de nouvelles améliorations pourraient être apportées tel que le changement du paramétrage des seuils haut des réservoirs ou des vannes altimétriques.

Le Marnage des réservoirs :

Un autre point important à vérifier est le marnage des réservoirs. Plus celui-ci est important plus l'eau est renouvelée dans le réservoir. Cet élément a pu être vérifié grâce à Topkapi qui est le serveur de télégestion dans lequel sont reportées les mesures de niveau d'eau dans les réservoirs. Comme pour le temps de séjour, le marnage varie en fonction de la période de l'année, en hiver la demande en eau étant importante, le marnage s'effectue sans problème au cours de la journée. En été, plusieurs cuves sont fermées (3 à Val-Thorens et celle de Reberty) afin de diminuer le volume de stockage à 3000 m³. Cependant la consommation étant d'environ 500 m³/j à cette période, on peut dire que nos installations sont surdimensionnées pour la basse saison, le marnage des réservoirs n'est donc pas favorisé. Le réservoir de Val-Thorens est un très bon exemple de ce



phénomène :

Graphique 4: Marnage du réservoir de Val-Thorens en hiver et en été (35)

Suite à une discussion avec l'exploitant, celui-ci m'a expliqué qu'en été la cuve ouverte de Val-Thorens était toujours pleine voir même au trop plein afin d'éviter les marches/arrêts de la station de gebroulaz qui perturbe son fonctionnement. De même celui de la chasse est plein durant tout l'été et une recirculation est effectuée en utilisant le trop plein afin de maintenir un résiduel de chlore dans le réservoir. Cette volonté de maintenir le réservoir plein est justifiée pour le maintien d'un secours en cas de problème à Val-Thorens.

Le fonctionnement Hydraulique des réservoirs :

Le dernier point qu'il est intéressant d'analyser, dans le but d'étudier le fonctionnement des réservoirs, est leur schéma hydraulique pour repérer les éventuelles zones mortes. En effet en fonction de la localisation et du type d'entrée, de sortie et de système de mise à l'équilibre, l'eau peut créer des chemins préférentiels et une partie de celle-ci ne va jamais être renouvelée. Cela peut entraîner des problèmes de qualité lors de mobilisation de la réserve incendie par exemple.

Pour tous les réservoirs du contrat, l'arrivée est effectuée en surverse et le départ en pied de réservoir ce qui permet déjà de limiter les zones mortes dans le réservoir.

2.2.1.2. Les dangers identifiés

Au cours de l'analyse des dangers, des questions se sont posées sur la prise en compte de certains

d'entre eux. Dans un premier temps, on avait envisagé la prise en compte de la contamination de l'eau suite à la corrosion des équipements internes au réservoir. Cependant après concertation entre les différentes parties, il a été jugé qu'en cas de corrosion des équipements l'effet de dilution étant tellement important que cela ne représentait pas un risque de contamination. En revanche, le maintien des équipements en bon état est nécessaire pour la sécurité du personnel, ce point doit quand même faire l'objet d'une surveillance.

De même pour le risque d'exposition à la lumière et à la chaleur, on a considéré que la configuration de nos réservoirs (semi-enterré et sans ouverture) écartait ce risque.

Les principaux dangers répertoriés suite à l'analyse concernent l'état de la structure des réservoirs que ce soit interne ou externe et sont présentés en Annexe 12 page 81. D'autre part, comme on l'a mis en avant précédemment, les temps de séjours importants dans les réservoirs sont source d'une dégradation de la qualité de l'eau.

2.2.2. Les mesures de maîtrise

Les **PRP** à respecter pour la gestion des risques sur les réservoirs sont les suivants:

PRP :

Entretien des bâtiments : Réaliser l'entretien extérieur du réservoir pour éviter toute dégradation et perte d'étanchéité ainsi que l'intérieur

Lavage des réservoirs : il doit être effectué annuellement et selon la procédure Alpes

Conception : s'assurer de l'étanchéité et de la présence d'aération lors de la création du réservoir

Malveillance : fermeture des réservoirs avec alarme sur le télé-contrôle

Après discussion avec l'exploitant il se trouve que le PRP lavage des réservoirs n'est pas respecté, le lavage est actuellement réalisé simplement avec de la javel. Cette pratique devra être abandonnée au profit de la procédure définie pour le secteur Alpes.

Les autres mesures sont toutes classées en tant que **PRPo**.

La première d'entre elle concerne la mise en place d'un fichier de suivi de l'état des réservoirs à remplir lors du lavage annuel des réservoirs (Annexe 11 page 80). Il permettra ainsi d'avoir connaissance des défauts présent sur les ouvrages et d'y remédier au plus vite.

La deuxième concerne la mise en place de cadenas sur les tampons fous servant à l'aération, ceux-ci devront être reliés au télécontrôle. Pour le réservoir de Reberty cette aération est inexistante, mais aucun problème de condensation n'est rencontré, cependant en cas de réhabilitation de cet ouvrage il serait intéressant de la créer.

La mise en place de grille sur le trop plein ainsi que sur les aérations des réservoirs est nécessaire pour éviter l'intrusion d'insectes ou d'animaux dans ceux-ci.

Le Tableau 26 page 57 reprend l'ensemble du plan d'action PRPo.

2.3. Le réseau

2.3.1. Analyse des dangers

2.3.1.1. Les vérifications préalables

Un des points à analyser est le temps de séjour dans le réseau, ne possédant pas de modèle hydraulique du réseau, il est difficile d'appréhender précisément cette problématique. Cependant après une analyse du SIG, on remarque que les distances entre les différents réservoirs et les points de consommation les plus éloignés sont plutôt réduites, 3 km au maximum pour le réservoir de Val

Thorens, 2 km pour celui du stade et 1.5 pour le Brelin, ce qui favorise les faibles temps de séjour. Pour vérifier ce point, on peut analyser les mesures de chlore qui sont aussi un bon indicateur du temps de séjour dans le réseau, un temps de séjour trop élevé dans le réseau est à l'origine de la disparition du résiduel de chlore. Les analyses montrent que notre résiduel de chlore est non nul dans 80% du temps, la disparition du résiduel de chlore est principalement observée en période estival ou en intersaison, cela s'explique par la faible consommation pendant ces périodes de l'année.

2.3.1.2. Les dangers identifiés

Lors de l'analyse des dangers, on s'est interrogé sur la nécessité de prendre en compte le danger d'infiltration d'eau en cas de dépression du réseau. Après réflexion, on a considéré qu'en milieu de montagne le manque de pression est un phénomène très rare. De plus, en cas de mise en dépression d'une conduite celle-ci finirait par casser. Le phénomène d'infiltration serait donc observé sur un temps très faible puisqu'une fois la casse apparue, l'eau remettrait en pression le réseau et évacuerait les éventuelles eaux d'infiltration vers l'extérieur de la canalisation. Le danger de contamination par infiltration a donc été écarté.

Au final, 6 couples causes/dangers ont été identifiés, les principaux sont présentés en Annexe 12 page 81.

Les principaux dangers identifiés sont les temps de séjours importants dans le réseau notamment en été. La possibilité de retour d'eau en absence de clapet anti-retour chez les particuliers, les bornes de puisages ou les poteaux incendie.

2.3.2. Les mesures de maîtrise

Pour la partie réseau les **PRP** identifiés sont les suivants :

PRP

Intervention sur le réseau : lors de la réalisation de travaux sur le réseau, les équipes se doivent de respecter les procédures d'interventions notamment celles concernant la désinfection et la remise en eau.

Intervention de sous-traitant : Lors de l'intervention de sous-traitant sur le réseau, s'assurer du respect du plan de prévention des risques et des engagements contractuel

Les **PRPo** identifiés sont la réalisation de purges préventives sur les points de réseau connus pour avoir des temps de séjours moins important et la mise en place de clapet anti-retour sur les compteurs de particuliers pour le pourcent encore non équipé ainsi que sur les bornes de puisage et sur les poteaux incendie. L'exploitant doit aussi réaliser un contrôle annuel du fonctionnement des clapets anti-retour présents sur les 4 bornes de puisage, afin s'assurer qu'ils jouent leur rôle en cas de dépression.

Pour répondre au problème de faible circulation d'eau dans le réseau, des purges en continues sont réalisées, en hiver pour éviter le gel des canalisations et certaines d'entre elles sont maintenues ouvertes en été pour maintenir un résiduel de chlore en bout de réseau et ainsi assurer la qualité de l'eau. Cependant au vu des résultats d'analyse de chlore libre, ces purges devraient être intensifiées afin d'obtenir un résiduel de chlore à chaque mesure.

Ces mesures de maîtrises sont elles aussi reprises dans le Tableau 26 page 57.

Définition du danger				Mesure de Maîtrise	Détermination des limites et système de surveillance				Gestion des non-conformité		Validation/Vérification	En place / A créer
Etape	Nature danger	Definition du Danger	Origine/cause du Danger		Point à surveiller	Moyen / méthode	Lieu	Fréquence	Enregistrement des données	Mesures correctives	Mesure de vérification	
PRPo												
Ressources	MB	Infiltration de matières non dégradées dans la ressource	Fuite sur assainissement autonome au sein du périmètre étudié	s'assurer de la conformité du système d'ANC	Etat des ANC	Visite et inspection du système	Pour tous les bâtiments disposant d'un système d'assainissement autonome	Annuelle	Rédaction de rapport suite aux visites	Mise en conformité du systèmes d'ANC, ou raccordement au réseau collectif	Absence de contamination par l'ANC	En place
Ressources	PC	Introduction d'hydrocarbure	Rupture d'une cuve de stockage, accident des dameuses	Suivi de la teneur en hydrocarbure	Hydrocarbure	en continu	Ressource ou station	continue	enregistrement des données sur topkapi	Identifier la source de pollution et de la ressource concernée et réaliser sont isolement	Suivi de l'historique des mesures	A créer
Ressources et stockage	MB et PC	Acte de malveillance	Introduction de polluant dans la chambre de captage	Mise en place d'une fermeture cadenassée sur les tampons fougés et d'alarmes	Présence cadenas et alarme	Cadenas et alarme télégérée	Tampon foug des captages	continue	enregistrement des alarmes	Interventions sur site, arrêt de production si pollution constatée	Suivi de l'historique des alarmes	A créer
Stockage	MB et PC	contamination microbiologique et chimique de l'eau	Intrusion d'insecte ou mauvaise étanchéité du réservoir	s'assurer de la présence de grille sur les différentes ouvertures et de l'étanchéité des réservoirs	état du génie civil et des équipements	Inspection annuelle de l'état des grilles à réaliser lors des lavages de réservoir	Tous les réservoirs	Annuelle	Rédaction du rapport type concernant l'état des réservoirs	Mise en conformité du réservoir	Absence d'infiltration et d'insecte dans le réservoir	A créer
Réseau	MB	Disparition du résiduel de chlore et contamination de l'eau	stagnation d'eau dans le réseau: temps de séjour trop important	Réalisation de purge sur les bras mort	Qualité de l'eau et teneur en chlore	Analyse bactériologique et teneur en chlore	Réseau concerné par des temps de séjour important	Définition d'un planning pour la période estivale	Compteurs volumes des purges	Purges curatives	analyse d'autosurveillance	En place
Réseau	MB et PC	Retour d'eau sur le réseau	absence ou dysfonctionnement de clapet anti-retour	Mise en place et contrôle de clapet anti-retour sur les poteaux incendie	Présence et état des clapets anti-retour	Contrôle visuel	Sur les bornes de puisages pour la lyonnaise des eaux et sur les branchements par les particuliers	annuelle	Planning de contrôle des bornes de puisages	Purge du réseau contaminé	analyse d'autosurveillance	En place

Tableau 26: Plan d'action PRPo sur l'ensemble du réseau

2.4. Bilan de l'analyse sur le réseau

Suite à l'analyse des dangers, il ressort que plusieurs points nécessitent la mise en place de procédures ou la réalisation d'investissements comme cela est synthétisé dans le tableau ci-dessous. Un récapitulatif des procédures à suivre pour chacun des ouvrages est disponible en Annexe 13 page 83.

Nom du site	Investissements	Procédures
Réservoir	Alarmes reliées à la télégestion sur les tampons foudgs	Fichier de suivi de l'état des réservoirs
		Procédure de lavage des réservoirs
Ressource	Périmètres de protection	
	Alarmes reliées à la télégestion sur les tampons foudgs	
Réseau		Purge des zones avec peu de circulation d'eau

Tableau 27: Bilan de l'analyse du réseau

Les investissements répertoriés dans le tableau ci-dessus sont indispensables à la gestion préventive des risques sanitaires sur le réseau de Saint-Martin de Belleville. La création des périmètres de protection est le plus urgent à réaliser.

PARTIE N°4 : BILAN ET DISCUSSION

Le travail réalisé au cours de ces derniers mois a permis d'atteindre l'objectif souhaité c'est à dire de réaliser l'analyse des dangers aussi bien sur l'ensemble des stations de traitement que sur la totalité des étapes de distribution, de stockage et de ressource. Néanmoins une démarche HACCP se doit d'évoluer dans le temps afin de prendre en compte les éventuelles modifications de fonctionnement du contrat ou l'apparition de nouveaux risques. Cette partie permet de présenter le devenir de la démarche sur le contrat de Saint-Martin de Belleville.

2.5. Améliorations pouvant être réalisées

Lors de l'analyse des dangers, la fréquence de chacun des risques a été définie sur la base de l'expérience de l'exploitant et les données d'astreintes. En effet à cause d'un mauvais paramétrage de l'outil de supervision, l'enregistrement des alarmes s'effectuait seulement sur les deux dernières semaines. L'historique était donc insuffisant pour être exploité pour la réalisation de ce travail. Ce paramétrage a été modifié au cours de mon stage, suite à une année complète d'enregistrement il sera alors possible de revoir ou de valider les fréquences attribuées pour chacun des points. Ce travail permettra d'affiner la pertinence de l'analyse.

D'autre part, comme on l'a vu au cours de ce rapport, aucune modélisation du réseau n'existe ce qui est un facteur limitant pour l'analyse du fonctionnement du réseau et des marnages de réservoir. Dans un but d'amélioration, il serait envisageable de mettre en place un tel outil. Celui-ci permettrait aussi d'analyser précisément la diffusion du chlore et les pollutions éventuelles. Pour un meilleur suivi du chlore sur le réseau et une optimisation de son dosage la réalisation d'une carte chlore serait un atout. On pourrait ainsi voir si des purges complémentaires sont nécessaires voir même la mise en place de poste de rechloration.

2.6. Le travail restant à mener:

Les analyses de dangers ont bien été menées dans les temps impartis cependant des actions complémentaires sont à mener afin de valider le travail réalisé.

2.6.1. Mesures de maîtrise

A ce jour toutes les mesures de maîtrise n'ont pas encore été mises en place. Deux explications à cela, le manque de temps et le besoin de concerter la collectivité pour toutes les mesures nécessitant des investissements. La première action à réaliser suite à ce travail est donc de mettre en place toutes les mesures de maîtrise.

2.6.2. Validation des plans d'actions

Concernant les plans d'actions, le premier point est de s'assurer de la bonne mise en place des procédures ou autres actions définies dans les plans HACCP ou PRPo. Dans un second temps, il faudra vérifier leur efficacité en contrôlant les historiques de données, si aucun dépassement des limites n'est observé les mesures de maîtrise pourront être validées autrement il faudra les modifier ou les compléter.

Toujours dans un but de validation, il serait bien de réaliser des audits internes et/ou externes, pour s'assurer de la cohérence et de l'efficacité de la démarche.

2.6.3. Les mises à jours

La démarche a été réalisée pour les installations telles quelles sont actuellement, en cas de modification des stations de traitement, du stockage ou d'autres éléments du réseau, il ne faudra pas oublier de mettre à jour le plan d'action. Ce point est particulièrement pertinent pour la réalisation de la station du stade qui devrait voir le jour dans les années à venir. Ainsi que lors de la mise en place de la DUP.

Il en est de même en cas de changement de la réglementation, il faudra actualiser les limites opérationnelles et critiques.

CONCLUSION

Souhaitant minimiser les risques de contamination de l'eau distribuée sur le contrat de Saint-Martin de Belleville et réaliser une étude plus générale du fonctionnement de ce contrat, la Lyonnaise des eaux a choisi de mettre en place une démarche HACCP.

La gestion préventive des risques est un atout majeur dans le domaine de l'eau potable puisqu'elle permet d'anticiper les éventuels problèmes de qualité de l'eau distribuée. Au cours de ce stage, cette démarche a pu être appliquée sur la totalité des installations du contrat de Saint-Martin de Belleville. Plusieurs points critiques ont été mis en évidence et il sera nécessaire d'appliquer les plans d'action décrits dans ce rapport afin de s'assurer de leur maîtrise.

Plusieurs conclusions peuvent être tirées de la mise en place de cette démarche, il est nécessaire :

- d'avoir un exploitant disponible pour bien comprendre le fonctionnement des installations et de réaliser des visites terrain,
- de développer les moyens de communication indispensables pour la réussite d'un tel projet
- de définir les termes de la norme pour que chacune des personnes impliquées sache de quoi on parle, afin d'éviter les confusions.
- d'éviter de multiplier les CCP et les PRPo, pour cela il est impératif de définir le degré de précision adéquat lors de l'identification des dangers.

Il est important de noter que cette démarche doit être complétée, modifiée lors de l'évolution des installations ou des pratiques d'exploitation. Afin de valoriser le travail effectué, une demande de certification ISO 22 000 pourra être effectuée par un organisme agréé, mais dans un premier temps un audit interne pourrait être réalisé. Pour cela le travail technique réalisé devra être complété par une phase de management de la qualité qui s'assurera de mise en place des mesures et de la validation des procédures citées.

BIBLIOGRAPHIE

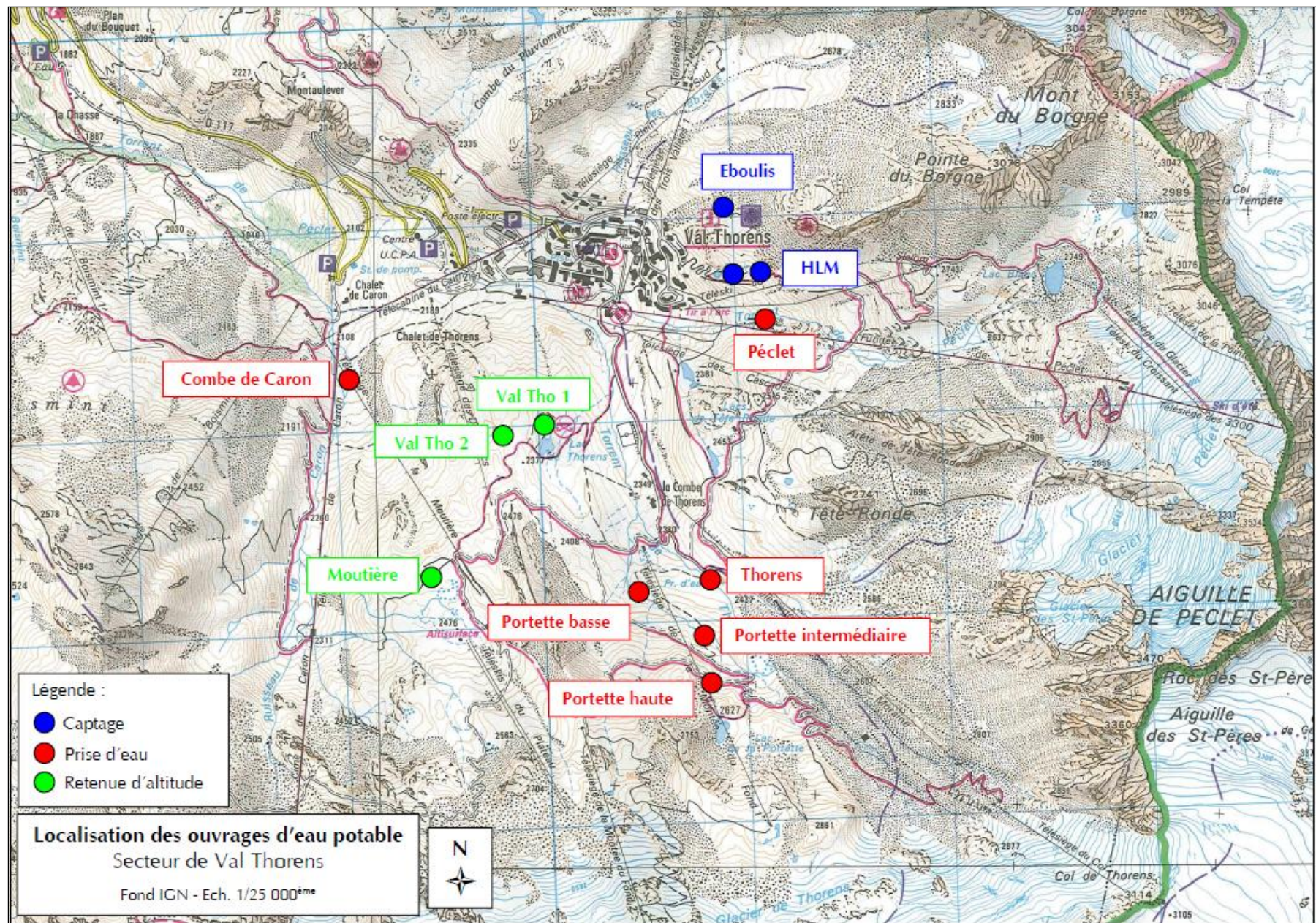
1. **Comission du Codex Alimentarius.** *Système d'analyse des risques - Points critiques pour leur maîtrise (HACCP) et directive concernant son application, Appendice du CAC/RCP 1-1969: Code d'usage international recommandé - Principes généraux en matière d'hygiène alimentaire.* Rome : s.n., 1969.
2. **AFNOR (Association Française de Normalisation).** *NF EN ISO 22 000 Système de management de la sécurité des denrées alimentaires.* 2005.
3. **Steve E. Hrudey, Elizabeth J. Hrudey, Simon J T Pollard.** *Risk management for assuring safe drinking water.* Canada : Environment International, 2006.
4. **O Connor DR.** *Report of Walkerton Inquiry. Part II A strategy for safe water.* Toronto, Canada : The Walkerton Inquiry, 2002.
5. **Code de la santé publique.** article 1321-1 à 1321-63 Eaux destinées à la consommation humaine à l'exclusion des eaux minérales naturelles.
6. **Directive 98/83/CE.** Relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaines. 3 novembre 1998.
7. **Arrêté du 11 Janvier 2007.** relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine. Paris : Ministère de la santé et des solidarités, 2007.
8. **Règlement 178/2002.** établissant les principes généraux et les prescriptions générales de la législation alimentaire, instituant l'autorité européenne de sécurité des aliments et fixant des procédures relatives à la sécurité des denrées alimentaires. Paris : Parlement européen et du conseil, 28 Janvier 2002.
9. **Directive 93/43.** relative à l'hygiène des denrées alimentaires. s.l. : Conseil des communautés Européennes, 14 Juin 1993.
10. **WHO .** Guidelines for drinking water quality, volume 1 recommandation. Genève : World Health Organisation, 2008.
11. **Havelaar, A. H.** Application of HACCP to drinking water supply. 1994.
12. **ASTEE.** *Maitrise de la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution, Tome 2 exploitation et maintenance du réseau, p209.* 2010.
13. *Water safety Plans: planning for adverse events and communicating with consumers.* **IWA, Paul M. Byleveld, Daniel Dare and Anette Davison.** 2008, Journal of water and health.
14. **Didier Blanc.** *ISO 22 000 HACCP et sécurité des aliments, Recomandation , outils, FAQ et retour de terrain.* Paris : Association Française de NORmalisation, 2006.
15. **Microrisk, Gertjan Medema, Nicholas Ashbolt.** *QMRA its value for risk management.* Avril 2006.
16. **Lyonnaise des eaux-CIRSEE.** Estimation du risque potentiel du à la présenced'oocyste de Cryptosporidium dans l'eau. 2000, p. 8.
17. **Microrisk.** *Efficacy of water treatment processes.* Avril 2006.
18. **Suez environnement, J-F Loret.** *Guide pour développer une gestion préventive du risque sanitaire selon la norme ISO 22 000 version n°3.* Octobre 2010.
19. Réacteur UV pour la désinfection de l'eau potable. *Journ'eau la lettre des acteurs de l'eau, n°847.* 22 octobre 2012.
20. **Level, Sarah.** *Analyse du risque et dela faisabilité lors de la réutilisation d'eau usée traitée à Kelowna.* Kelowna : s.n., 2012. p. 43, Rapport de SPI.
21. **Amélie, Lefebvre.** *Applicabilité du modèle d'analyse quantitative du risque microbiologique de santé canada aux stations de traitement d'eau potable de la région de Montréal.* Montréal : Mémoire de fin d'étude, université de Montréal, pour le diplôme de Maitrise en Sciences appliquée, Décembre 2011 . p. 219.
22. **ASTEE.** *Maitrise de la qualité de l'eau dans les réseaux d distribution, Tome 3 Surveillance de la qualité de l'eau.* 2010.
23. **SCERCL (Bureau d'étude).** *Déclaration d'utilité publique pour l'instauration des périmètres*

- de protection des captages, secteur des stations des Ménuires et de Val-Thorens.* Janvier 2014.
24. **Lyonnaise des eaux, service qualité Karine Simon** . *Données d'autosurveillance et de contrôle de l'ARS.* 2014.
25. *Circulaire DG 5/VS4 n°2000-166 relative aux produit de procédés de traitement des eaux destinées à la consommation humaine.* s.l. : Direction générale de la santé, 28 mars 2000.
26. **Lyonnaise des eaux.** *Rapport annuel du délégataire - Contrat de Saint-Martin de Belleville eau potable.* 2013.
27. **EPA.** *Application of HACCP for Distribution of System Protection.* s.l. : United States Environment Protection Agency, 2006.
28. **Branlard, Sophie.** *Gestion préventive des risques sanitaires sayndicat de la Rozeille.* 2006. p. 91, Rapport de TFE, pour l'obtention du diplôme d'ingénieur ENGEES.
29. **WHO.** *Water Safety Plan Manual, Step by step risk management for drinking water suppliers.* Genève : World Health Organisation, 2009. p. 108.
30. *Marche à suivre pour désinfecter l'eau en Ontario.* Ontario : Ministère de la santé et des soins de longue durée (Ontario), 2008. p. 31.
31. **Circulaire DGS/SD7 A . n°2003-524/de/19-03 relatives aux mesures à mettre en oeuvre en matière de protection des systèmes d'alimentation en eau destinée à la consommation humaine, y compris les eaux conditionnées dans le cadre du plan vigipirate.** Paris : Ministère de la santé, de la famille et des personnes handicapées, 7 novembre 2003.
32. **SSIGE .** Désinfection par UV de l'eau Potable. *Reflets.* Société Suisse de l'industrie des Gaz et des Eaux, 2009, 2.
33. **Eau France.** <http://www.eaufrance.fr/groupe-de-chiffres-cles/consommation-d-eau-par-foyer-en>. [En ligne]
34. **N.J.C Strachan, M.P Doyle, F. Kasuga, O. Rotariu et I.D. Ogden.** Dose reponse modelling of Eschericia Coli O157 incorporating data from foodborne and environmental outbreak. *International Journal of Food microbiology.* 2005.
35. **Lyonnaise des eaux.** Données issues du système de télégestion Topkapi. 2014.

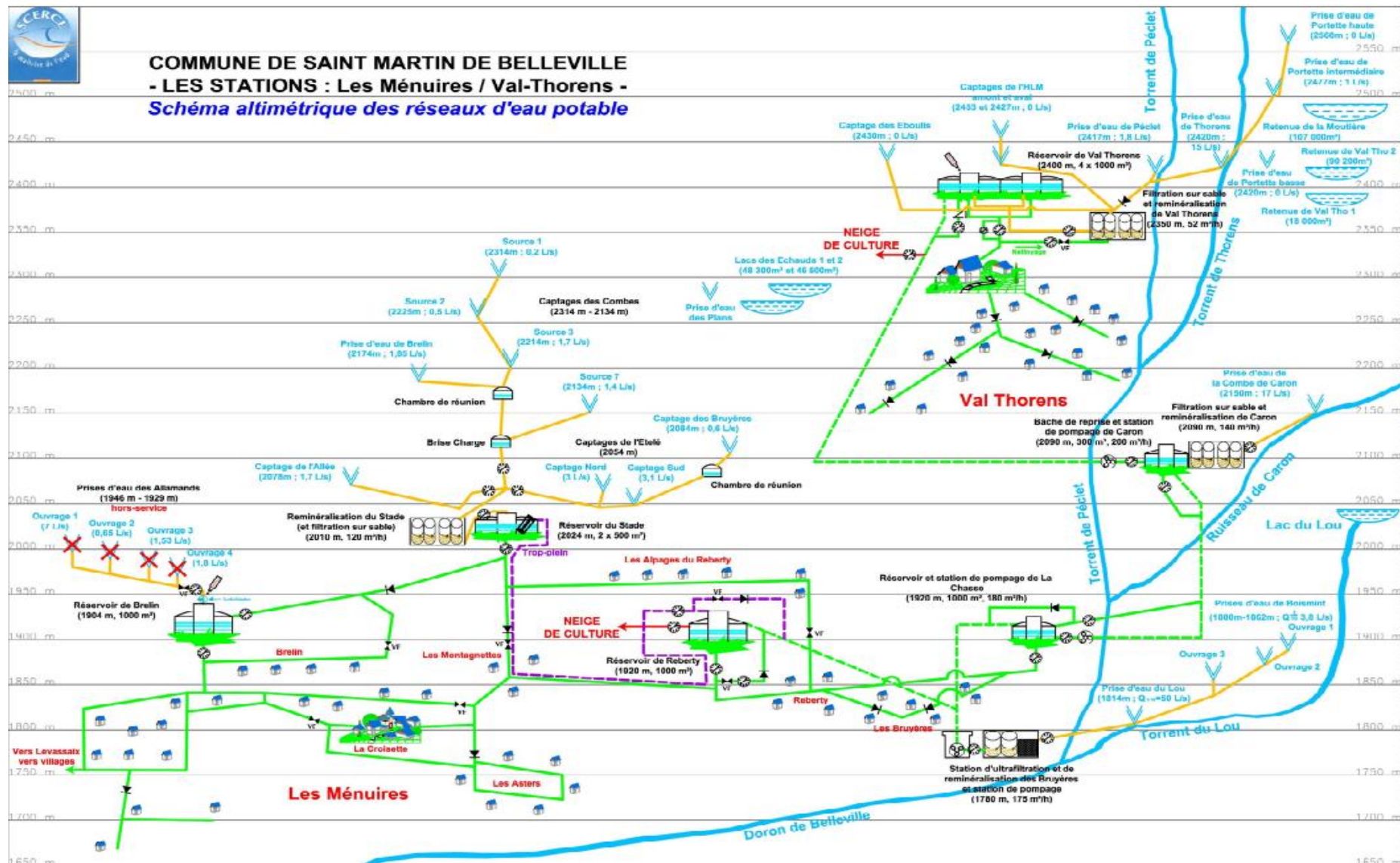
ANNEXES

Annexe 1: Localisation des sources du contrat de Saint-Martin de Belleville	65
Annexe 2: Schéma altimétrique du contrat de Saint-Martin de Belleville	66
Annexe 3: Qualité des eaux superficielles destinées à la procédure d'eau alimentaire (Arrêté du 11 Janvier 2007).....	67
Annexe 4: Limites et référence de qualité des eaux destinées à la consommation humaines, à l'exclusion des eaux conditionnées (Arrêté du 11 Janvier 2007).....	68
Annexe 5: Description des étapes de traitement	70
Annexe 6: Diagramme des flux de l'usine de Caron.....	71
Annexe 7 : Détermination du rapport T10/T	72
Annexe 8: Valeur des CT nécessaires à l'inactivation des pathogènes par une désinfection au chlore	73
Annexe 9: Principaux couples causes/dangers identifiés sur les stations de traitement	76
Annexe 10: Fichier suivi des réactifs	79
Annexe 11 : Tableau à remplir suite aux lavages de réservoirs	80
Annexe 12: Principaux couples causes/dangers identifiés sur le réseau.....	81
Annexe 13: Récapitulatif des procédures et investissements à réaliser	83

Annexe 1: Localisation des sources du contrat de Saint-Martin de Belleville



Annexe 2: Schéma altimétrique du contrat de Saint-Martin de Belleville



Annexe 3: Qualité des eaux superficielles destinées à la procédure d'eau alimentaire (Arrêté du 11 Janvier 2007)

			1A		1B		1C	
			guide	Impér.	Guide	Impér.	guide	Impér.
Paramètres organoleptiques	Couleur	(mg.L-1Co/Pt)	10	20	50	100	50	200
	Odeur	(dilution à 25)	3		10		20	
Paramètres physicochimiques	Température	°C	22	25	22	25	22	25
	pH	U pH	6,5 - 8,5		5,5 - 9,0		5,5 - 9,0	
	Conductivité	µS/cm	1000		1000		1000	
	Chlorure	mg.L ⁻¹	200		200		200	
	Sulfate	mg.L ⁻¹	150	250	150	250	150	250
	O2 dissous	%	> 70		> 50		> 30	
	DBO ₅	mgO ₂ .L ⁻¹	< 3		< 5		< 7	
	DCO	mgO ₂ .L ⁻¹					30	
MES	mg.L ⁻¹	25						

Substances indésirables	Nitrate	Mg.L ⁻¹	25	5r0		50		50
	Ammonium	mg.L ⁻¹	0,05		1,0	1,5	2	4
	N Kjeldahl	mg.L ⁻¹	1		2		3	
	Hydrocarbure	mg.L ⁻¹		0,05		0,2	0,5	1,0
	Indice Phénols	mg.L ⁻¹		0,001	0,001	0,005	0,01	0,1
	Agents de surface	mg.L ⁻¹	0,2		0,2		0,5	
	SEC	mg.L ⁻¹	0,1		0,2		0,5	
	Fer	mg.L ⁻¹	0,1	0,3	1	2	1	
	Manganèse	mg.L ⁻¹	0,05		0,1		1	
	Cuivre	mg.L ⁻¹	0,02	0,05	0,05		1	
	Zinc	mg.L ⁻¹	0,5	3	1	5	1	5
	Phosphore	mg.L ⁻¹	0,4		0,7		0,7	
	Fluor	mg.L ⁻¹	0,7 - 1	1,5	0,7 - 1,7		0,7 - 1,7	
	Bore	mg.L ⁻¹	1		1		1	
Baryum	mg.L ⁻¹		0,1		1		1	
Substances toxiques	Arsenic	µg.L ⁻¹	10	50		50	50	100
	Cadmium	µg.L ⁻¹	1	5	1	5	1	5
	Cyanures	µg.L ⁻¹		50		50		50
	Chrome total	µg.L ⁻¹		50		50		50
	Plomb	µg.L ⁻¹		50		50		50
	Mercure	µg.L ⁻¹	0,5	1	0,5	1	0,5	1
	Sélénium	µg.L ⁻¹		10		10		10
	HPA	µg.L ⁻¹		0,2		0,2		0,2

Substances toxiques	Arsenic	µg.L ⁻¹	10	50		50	50	100
	Cadmium	µg.L ⁻¹	1	5	1	5	1	5
	Cyanures	µg.L ⁻¹		50		50		50
	Chrome total	µg.L ⁻¹		50		50		50
	Plomb	µg.L ⁻¹		50		50		50
	Mercure	µg.L ⁻¹	0,5	1	0,5	1	0,5	1
	Sélénium	µg.L ⁻¹		10		10		10
	HPA	µg.L ⁻¹		0,2		0,2		0,2
Pesticides*	Par substance individuelles y compris métabolites	µg.L ⁻¹		0,1		0,1		2
Paramètres microbiologiques	Coliformes totaux	N.100 ml ⁻¹		50		5000		50000
	Coliformes fécaux	N.100 ml ⁻¹		50		2000		20000
	Streptocoques fécaux	N.100 ml ⁻¹		20		1000		10000
	Salmonelles			0 dans 5L		0 dans 1L		

Annexe 4: Limites et référence de qualité des eaux destinées à la consommation humaines, à l'exclusion des eaux conditionnées (Arrêté du 11 Janvier 2007)

LIMITES ET RÉFÉRENCES DE QUALITÉ

Paramètres	Unité	EAU BRUTE		EAU DISTRIBUEE	
		Limites	Limites	Limites	Références
Paramètres physico chimiques					
Acrylamide	µg/L			0,1 ⁽¹⁾	
Agents de surface réagissant au bleu de méthylène	mg/L	0,5			
Aluminium total	µg/L				200 ⁽²⁾
Ammomium	mg/L	4			0,1 ⁽³⁾
Antimoine	µg/L			5	
Arsenic	µg/L	100		10	
Baryum	mg/L			0,7	
Benzène	µg/L			1	
Benzo(a)pyrène	µg/L			0,01	
Bore	mg/L			1	
Bromates	µg/L			10 ⁽⁴⁾	
Cadmium	µg/L	5		5	
Carbone organique total (COT)	mg/L C	10			2 (+ pas de changement anormal)
Oxydabilité au KMnO4 (mesurée après 10 mn en milieu acide)	mg/L O ₂				5
Chlore libre et total					⁽⁵⁾
Chlorites	mg/L				0,2 ⁽⁶⁾
Chlorure de vinyle	µg/L			0,5 ⁽¹⁾	
Chlorures	mg/L	200			250 ⁽⁶⁾
Chrome	µg/L	50		50	
Conductivité à 20°C	µS/cm				180 à 1000 ⁽⁶⁾
Conductivité à 25°C	µS/cm				200 à 1100 ⁽⁶⁾
Couleur (Pt/Co)	mg/L (Pt)	200			15 (+ pas de changement anormal)
Cuivre	mg/L			2	1
Cyanures totaux	µg/L	50		50	
1,2 dichloroéthane	µg/L			3	
Epichlorhydrine	µg/L			0,1 ⁽¹⁾	
Equilibre calcocarbonique					Equilibre ou légèrement incrustante
Fer total	µg/L				200
Fluorures	mg/L			1,5	
Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	µg/L	1 ⁽⁷⁾		0,1 ⁽⁸⁾	
Hydrocarbures dissous ou émulsionnés	mg/L	1			
Manganèse	µg/L				50
Mercure	µg/L	1		1	
Total microcystines	µg/L			1 ⁽⁹⁾	
Nickel	µg/L			20	
Nitrates	mg/L	100 50 (pour les eaux superficielles)		50 ⁽¹⁰⁾	

Paramètres	Unité	EAU BRUTE		EAU DISTRIBUEE	
		Limites		Limites	
Nitrites	mg/L			0,5 ⁽¹¹⁾	
Taux de saturation en oxygène dissous (taux de saturation)	% O ₂	< 30			
Pesticides	µg/L	2		0,1 par pesticide ⁽¹²⁾	
Total pesticides	µg/L	5		0,5	
pH					6,5 à 9 ⁽¹³⁾
phénols	mg/L	0,1			
Plomb	µg/L	50		10 ⁽¹⁴⁾	
Odeur – Saveur à 25°C					⁽¹⁵⁾
Sélénium	µg/L	10		10	
Sodium	mg/L	200			200
Sulfates	mg/L	250			250 ⁽⁶⁾
Température	°C	25			25 ⁽¹⁵⁾
Tétrachloroéthylène + trichloroéthylène	µg/L			10 ⁽¹⁶⁾	
Total trihalométhanes (THM)	µg/L			100 ⁽⁴⁾ ⁽¹⁸⁾	
Turbidité	NFU			1 ⁽¹⁷⁾	0,5 ⁽¹⁹⁾ 2 ⁽²⁰⁾
Zinc	mg/L	5			
Paramètres Microbiologiques					
Bactéries coliformes	n/100mL				0
Bactéries sulfito-réductrices (et spores)	n/100mL				0 ⁽²¹⁾
Escherichia coli (E. coli)	n/100mL	20000		0	
Entérocoques	n/100mL	10000		0	
Germes totaux à 22 et 37°C					⁽²²⁾
Paramètres indicateurs de radioactivité					
Activité alpha globale	Bq/L				Si > 0,1 voir ⁽²³⁾
Activité bêta globale résiduelle	Bq/L				Si > 1 voir ⁽²³⁾
Dose totale indicative (DTI)	mSv/an				0,1
Tritium	Bq/L				Si > 100 voir ⁽²³⁾

(1) Se réfère à la concentration résiduelle en monomère.

(2) Excepté les eaux ayant subi un traitement thermique pour la production d'eau chaude pour lesquelles la valeur de 500 µg/L ne doit pas être dépassée.

(3) Pour l'ammonium d'origine naturelle, la limite fixée est de 0,5mg/L.

(4) La valeur la plus faible possible doit être visée sans pour autant compromettre la désinfection.

(5) Absence d'odeur ou de saveur désagréable et pas de changement anormal.

(6) Les eaux ne doivent pas être corrosives.

(7) Pour la somme des composés suivants : fluoranthène, benzo[b]fluoranthène, benzo[k]fluoranthène, benzo[a]pyrène, benzo[ghi]pérylène, indéno[1,2,3-cd]pyrène.

(8) Pour la somme des composés suivants : benzo[b]fluoranthène, benzo[k]fluoranthène, benzo[ghi]pérylène, indéno[1,2,3-cd]pyrène.

(9) Somme de toutes les microcystines détectées et quantifiées.

(10) De plus, la somme de la concentration en nitrates divisée par 50 et celle en nitrites divisée par 3 doit rester inférieure à 1 mg/L.

(11) En sortie des installations de traitement, la concentration en nitrites doit être inférieure ou égale à 0,1 mg/L.

(12) Sauf aldrine, dieldrine, heptachlore, heptachlorépoxyde : 0,03 µg/L pour ceux-ci.

(13) Les eaux ne doivent pas être agressives.

(14) Jusqu'au 25 décembre 2013 : 25 µg/L.

(15) Acceptable pour tous les consommateurs et aucun changement anormal notamment pas d'odeur détectée pour un taux de dilution de 3 à 25°C.

(16) Sauf pour les eaux chaudes sanitaires et les eaux distribuées dans les départements d'outre-mer.

(17) Somme des concentrations des paramètres spécifiés.

(18) Par Total THM on entend la somme de : chloroforme, bromoforme, dibromochlorométhane, et bromodichlorométhane.

(19) Au point de mise en distribution, avant traitement de neutralisation ou reminéralisation, pour les eaux superficielles, et pour les eaux d'origine souterraines provenant de milieux fissurés présentant une turbidité périodique supérieure à 2,0 NFU.

(20) Aux robinets normalement utilisés pour la consommation humaine.

(21) A mesurer sur les eaux d'origine ou sous influence superficielle. Vérifier l'absence de micro-organismes pathogènes tels que les cryptosporidium en cas de non respect de la valeur.

(22) Variation dans un rapport de 1 à 10 par rapport à la valeur habituelle.

(23) Procéder à l'analyse des radionucléides spécifiques.

Annexe 5: Description des étapes de traitement

COAGULATION

La coagulation permet de favoriser l'agrégation des particules entre-elle sous forme de floc. L'ajout d'un coagulant dans l'eau permet de déstabiliser la suspension colloïdale, en neutralisant les charges négatives à l'origine du maintien des particules, la formation de floc devient alors possible.

Sur les stations du contrat de Saint-Martin de Belleville le coagulant utilisé est le chlorure ferrique, il est injecté dans la conduite en amont de la filtration.

L'introduction de chlorure ferrique en trop grande quantité ou dans de mauvaise condition peut entrainer un excès de chlorure ferrique dans l'eau traitée. Ce point doit est pris en compte dans l'analyse des dangers.

FILTRATION

La filtration est un procédé de séparation de la phase liquide et solide. La percolation de l'eau à travers un milieu poreux permet de retenir les particules solides. Les particules retenues finissent par colmater le filtre, ce qui augmente la perte de charge de l'eau. Un programme de rétro-lavage est alors déclenchée se qui permet de chasser les particules qui sont emporté par le flux d'eau sans perte de milieu filtrant.

Pour la station de Caron, le filtre est composé d'une seule couche de sable. En revanche pour la station de Gebroulaz on a une première couche d'anthracite puis une couche de sable.

ULTRAFILTRATION

L'ultrafiltration est un procédé de séparation sur membrane. La taille des pores de la membrane laisse uniquement passer les sels et rejettent toutes les macromolécules et les éléments particuliers tel que les virus, les bactéries... La rétention de ces particules entraine une diminution de la perméabilité de la membrane, un rétro lavage est alors déclenché.

Le procédé d'ultrafiltration est utilisé sur la station des Bruyères.

REMINERALISATION ET MISE A L'EQUILIBRE

La mise à l'équilibre calco-carbonique, permet d'éviter d'avoir une eau trop agressive qui serait à l'origine de la dégradation des ouvrages et des canalisations ou trop douce qui entarttrerait les canalisations.

Dans notre cas l'eau est trop faiblement minéralisée ce qui nécessite un ajout de carbonate et de CO₂. L'apport de carbonate est réalisé par une filtration sur bécite et le CO₂ est injectée en amont de celle-ci.

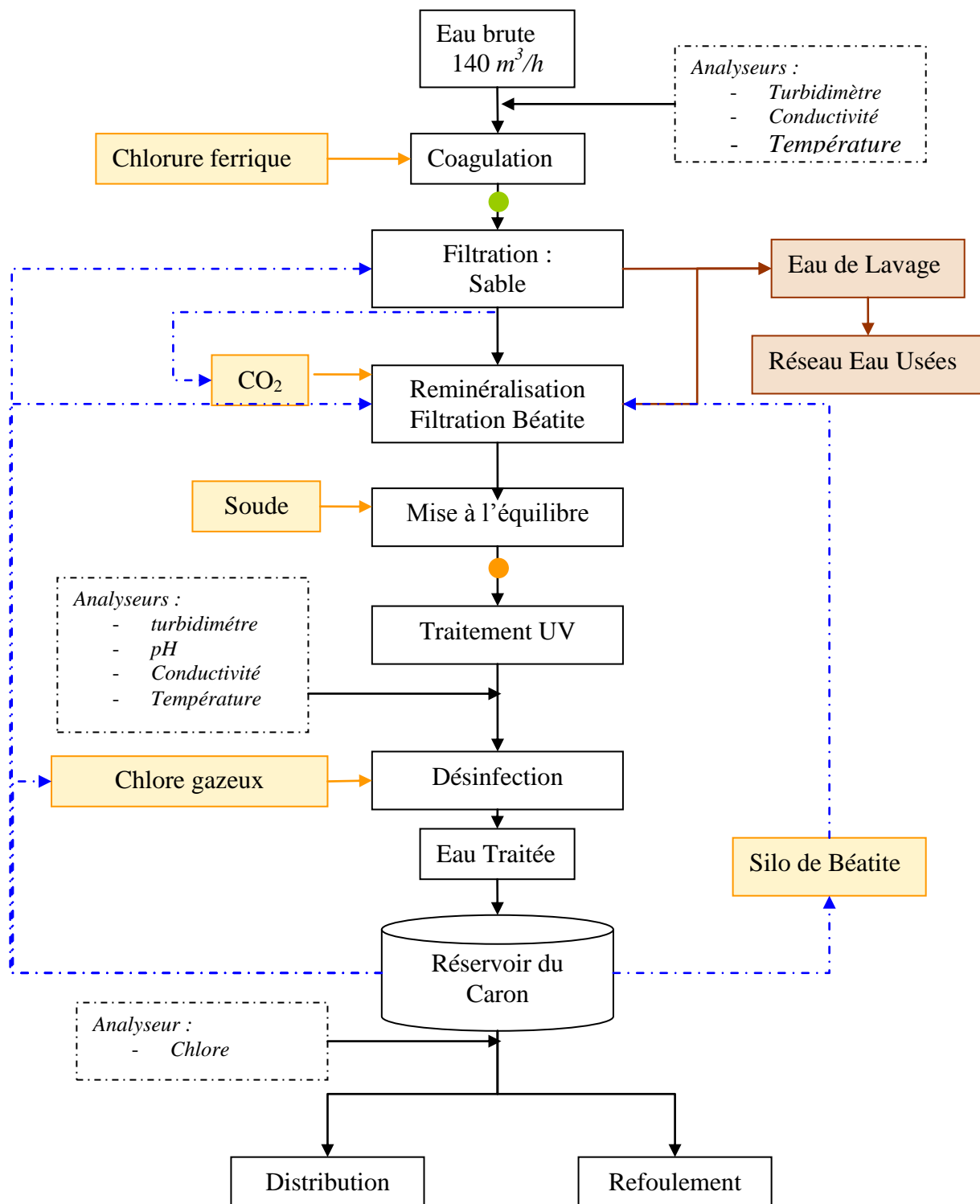
En fin de traitement une mise à l'équilibre est réalisée par un ajout de soude et permet d'ajuster le pH de sortie.

LA DESINFECTION

La désinfection permet l'élimination des microorganismes présents dans l'eau.

Sur les stations du contrat de Saint-Martin de Belleville elle est réalisée par un traitement UV suivi par une chloration permettant d'assurer la rémanence le long du réseau de distribution.

Annexe 6: Diagramme des flux de l'usine de Caron



Annexe 7 : Détermination du rapport T10/T

ÉCOULEMENT TYPIQUE

Caractéristiques d'écoulement	Rapport T10/T	Description
Écoulement libre (écoulement mixte) avec admission et sortie séparées.	0,1	Écoulement sans obstacle; agitation en bassin; très faible rapport entre longueur et largeur; haute vitesse d'écoulement à l'admission et à la sortie
Pauvres	0,3	Prise et sortie d'eau simples ou multiples, sans obstacle à l'écoulement; écoulement sans obstacle dans le bassin
Moyennes	0,5	Prise ou sortie d'eau à chicanes, avec certains obstacles à l'écoulement dans le bassin
Supérieures	0,7	Prise d'eau perforée; écoulement en serpentin ou à travers une cloison perforée dans le bassin; déversoir de sortie ou goulottes perforées
Idéales (écoulement piston)	1	Très haut rapport entre longueur et largeur (à la façon d'un pipeline)

Annexe 8: Valeur des CT nécessaires à l'inactivation des pathogènes par une désinfection au chlore

TABLEAU 2 - VALEURS CT POUR L'INACTIVATION DE KYSTES DE *GIARDIA* PAR LE CHLORE LIBRE À UNE TEMPÉRATURE DE 5 °C

Concentration de chlore libre (en mg/l)	pH <= 6 Inactivation (en log)						pH = 6,5 Inactivation (en log)						pH = 7 Inactivation (en log)						pH = 7,5 Inactivation (en log)					
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	0,5	1	1,5	2	2,5	3	0,5	1	1,5	2	2,5	3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
<=0,4	16	32	49	65	81	97	20	39	59	78	98	117	23	46	70	93	116	139	28	55	83	111	138	166
0,6	17	33	50	67	83	100	20	40	60	80	100	120	24	48	72	95	119	143	29	57	86	114	143	171
0,8	17	34	52	69	86	103	20	41	61	81	102	122	24	49	73	97	122	146	29	58	88	117	146	175
1	18	35	53	70	88	105	21	42	63	83	104	125	25	50	75	99	124	149	30	60	90	119	149	179
1,2	18	36	54	71	89	107	21	42	64	85	106	127	25	51	76	101	127	152	31	61	92	122	153	183
1,4	18	36	55	73	91	109	22	43	65	87	108	130	26	52	78	103	129	155	31	62	94	125	156	187
1,6	19	37	56	74	93	111	22	44	66	88	110	132	26	53	79	105	132	158	32	64	96	128	160	192
1,8	19	38	57	76	95	114	23	45	68	90	113	135	27	54	81	108	135	162	33	65	98	131	163	196
2	19	39	58	77	97	116	23	46	69	92	115	138	28	55	83	110	138	165	33	67	100	133	167	200
2,2	20	39	59	79	98	118	23	47	70	93	117	140	28	56	85	113	141	169	34	68	102	136	170	204
2,4	20	40	60	80	100	120	24	48	72	95	119	143	29	57	86	115	143	172	35	70	105	139	174	209
2,6	20	41	61	81	102	122	24	49	73	97	122	146	29	58	88	117	146	175	36	71	107	142	178	213
2,8	21	41	62	83	103	124	25	49	74	99	123	148	30	59	89	119	148	178	36	72	109	145	181	217
3	21	42	63	84	105	126	25	50	76	101	126	151	30	61	91	121	152	182	37	74	111	147	184	221
Concentration de chlore libre (en mg/l)	pH = 8 Inactivation (en log)						pH = 8,5 Inactivation (en log)						pH <= 9 Inactivation (en log)											
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	0,5	1	1,5	2	2,5	3	0,5	1	1,5	2	2,5	3						
<=0,4	33	66	99	132	165	198	39	79	118	157	197	236	47	93	140	186	233	279						
0,6	34	68	102	136	170	204	41	81	122	163	203	244	49	97	146	194	243	291						
0,8	35	70	105	140	175	210	42	84	126	168	210	252	50	100	151	201	251	301						
1	36	72	108	144	180	216	43	87	130	173	217	260	52	104	156	208	260	312						
1,2	37	74	111	147	184	221	45	89	134	178	223	267	53	107	160	213	267	320						
1,4	38	76	114	151	189	227	46	91	137	183	228	274	55	110	165	219	274	329						
1,6	39	77	116	155	193	232	47	94	141	187	234	281	56	112	169	225	281	337						
1,8	40	79	119	159	198	238	48	96	144	191	239	287	58	115	173	230	288	345						
2	41	81	122	162	203	243	49	98	147	196	245	294	59	118	177	235	294	353						
2,2	41	83	124	165	207	248	50	100	150	200	250	300	60	120	181	241	301	361						
2,4	42	84	127	169	211	253	51	102	153	204	255	306	61	123	184	245	307	368						
2,6	43	86	129	172	215	258	52	104	156	208	260	312	63	125	188	250	313	375						
2,8	44	88	132	175	219	263	53	106	159	212	265	318	64	127	191	255	318	382						
3	45	89	134	179	223	268	54	108	162	216	270	324	65	130	195	259	324	389						

TABLEAU 3 - VALEURS CT POUR L'INACTIVATION DE KYSTES DE *GIARDIA* PAR LE CHLORE LIBRE À UNE TEMPÉRATURE DE 10 °C

Concentration de chlore libre (en mg/l)	pH <= 6 Inactivation (en log)						pH = 6,5 Inactivation (en log)						pH = 7 Inactivation (en log)						pH = 7,5 Inactivation (en log)					
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	0,5	1	1,5	2	2,5	3	0,5	1	1,5	2	2,5	3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
<=0,4	12	24	37	49	61	73	15	29	44	59	73	88	17	35	52	69	87	104	21	42	63	83	104	125
0,6	13	25	38	50	63	75	15	30	45	60	75	90	18	36	54	71	89	107	21	43	64	85	107	128
0,8	13	26	39	52	65	78	15	31	46	61	77	92	18	37	55	73	92	110	22	44	66	87	109	131
1	13	26	40	53	66	79	16	31	47	63	78	94	19	37	56	75	93	112	22	45	67	89	112	134
1,2	13	27	40	53	67	80	16	32	48	63	79	95	19	38	57	76	95	114	23	46	69	91	114	137
1,4	14	27	41	55	68	82	16	33	49	65	82	98	19	39	58	77	97	116	23	47	70	93	117	140
1,6	14	28	42	55	69	83	17	33	50	66	83	99	20	40	60	79	99	119	24	48	72	96	120	144
1,8	14	29	43	57	72	86	17	34	51	67	84	101	20	41	61	81	102	122	25	49	74	98	123	147
2	15	29	44	58	73	87	17	35	52	69	87	104	21	41	62	83	103	124	25	50	75	100	125	150
2,2	15	30	45	59	74	89	18	35	53	70	88	105	21	42	64	85	106	127	26	51	77	102	128	153
2,4	15	30	45	60	75	90	18	36	54	71	89	107	22	43	65	86	108	129	26	52	79	105	131	157
2,6	15	31	46	61	77	92	18	37	55	73	92	110	22	44	66	87	109	131	27	53	80	107	133	160
2,8	16	31	47	62	78	93	19	37	56	74	93	111	22	45	67	89	112	134	27	54	82	109	136	163
3	16	32	48	63	79	95	19	38	57	75	94	113	23	46	69	91	114	137	28	55	83	111	138	166
Concentration de chlore libre (en mg/l)	pH = 8 Inactivation (en log)						pH = 8,5 Inactivation (en log)						pH <= 9 Inactivation (en log)											
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	0,5	1	1,5	2	2,5	3	0,5	1	1,5	2	2,5	3						
<=0,4	25	50	75	99	124	149	30	59	89	118	148	177	35	70	105	139	174	209						
0,6	26	51	77	102	128	153	31	61	92	122	153	183	36	73	109	145	182	218						
0,8	26	53	79	105	132	158	32	63	95	126	158	189	38	75	113	151	188	226						
1	27	54	81	108	135	162	33	65	98	130	163	195	39	78	117	156	195	234						
1,2	28	55	83	111	138	166	33	67	100	133	167	200	40	80	120	160	200	240						
1,4	28	57	85	113	142	170	34	69	103	137	172	206	41	82	124	165	206	247						
1,6	29	58	87	116	145	174	35	70	106	141	176	211	42	84	127	169	211	253						
1,8	30	60	90	119	149	179	36	72	108	143	179	215	43	86	130	173	216	259						
2	30	61	91	121	152	182	37	74	111	147	184	221	44	88	133	177	221	265						
2,2	31	62	93	124	155	186	38	75	113	150	188	225	45	90	136	181	226	271						
2,4	32	63	95	127	158	190	38	77	115	153	192	230	46	92	138	184	230	276						
2,6	32	65	97	129	162	194	39	78	117	156	195	234	47	94	141	187	234	281						
2,8	33	66	99	131	164	197	40	80	120	159	199	239	48	96	144	191	239	287						
3	34	67	101	134	168	201	41	81	122	162	203	243	49	97	146	195	243	292						

TABLEAU 7
VALEURS CT POUR L'INACTIVATION DES VIRUS
PAR LE CHLORE LIBRE

Température (°C)	Inactivation (en log)					
	2		3		4	
	pH		pH		pH	
	6 à 9	10	6 à 9	10	6 à 9	10
0,5	6	45	9	66	12	90
5	4	30	6	44	8	60
10	3	22	4	33	6	45
15	2	15	3	22	4	30
20	1	11	2	16	3	22
25	1	7	1	11	2	15

Annexe 9: Principaux couples causes/dangers identifiés sur les stations de traitement

Definition du danger			Cause du danger					Evaluation du risque			Mesure de maitrise						
Etape	Type	Précision sur le danger	Milieu	Matériel	Méthode	Matière Première	Main d'œuvre	Précision sur la cause du danger	Fréquence	Gravité	Risque = F*G	Moyen de détection direct de l'anomalie	Standard de fonctionnement (PRP)	CCP ou PRPo?	Description de la méthode de prévention des risques	Commentaires	Compléments
Clarification																	
Coagulation	MB + PC	Introduction résiduel de fer/ non élimination turbidité					x	Erreur de produit lors de la livraison /Concentration différente de celle du cahier des charge	1	10	10		Achat Livraison/réception produit	-	#Vérification auprès du fournisseur de la conformité du produit à la norme #Présence de l'exploitant lors des livraison et suivi de la procédure de dépotage	En cours de vérification	
Coagulation	PC	Introduction résiduel de fer					x	Surdosage: passage de la pompe en mode manuel	2	5	10	Alarme de défaut pompe pas an auto	Formation Automatismes	PRPo	#Suivi en continu de la turbidité en sortie de station, mise en place d'une alame de seuil haut #Suivi de la consommation en coagulant #Formation du personnel	Seuil à mettre en place Fichier de réactif à remplir tous les mois	Asservissement de la concentration en fonction de Qeau
Coagulation	PC	Introduction résiduel de fer		x				Surdosage: mesure de turbidité qui régule le dosage est fausse	2	5	10	Alarme de défaut si turbidité >13 NTU	Metrologie		#Contrôle analyseur 1/3mois #Suivi en continu de la turbidité en sortie de station, mise en place d'une alame de seuil haut #Analyseur de secours à mettre en place en cas de dérive # Suivi de la consommation en réactif	Planning de maintenance Turbidimètre en place, programmation du seuil d'alarme haut Suivi visuel + fichier de suivi des réactifs à replir	
Coagulation	MB + PC	Survie Mauvaise élimination des MES, augmentation de la turbidité et problèmes microbiologiques		x				Sous-dosage panne de la pompe d'injection	2	10	20	Alarme de défaut de la pompe	Metrologie	CCP clarification	#Suivi en continu de la turbidité en sortie de filtration, mise en place d'une alame de seuil haut #Contrôle Visuel de son fonctionnement quand passage sur site #Suivi de la consommation en coagulant	Turbidimètre en place en sortie de station, programmation du seuil d'alarme haut Contrôle visuel 1/mois Mise en place d'un fichier de suivi des réactifs	1 pompe de secours est disponible (basculement automatique)
Filtration	MB + PC	Risque en fonction du produit livré					x	Erreur lors de la livraison de sable ou de l'anthracite ou qualité non-conforme	1	10	10		Achat Livraison/réception produit		#Vérification auprès du fournisseur de la conformité du produit à la norme #Lavage des filtres avant remise en eau #Procédure de réception	en cours	
Filtration	MB + PC	Filtration déficiente entraînant une contamination physico-chimique de l'eau : MES et turbidité		x				Mauvaise répartition de l'eau sur les filtres : présence de chemins préférentiels	2	10	20		métrie	CCP clarification	#Suivi de la turbidité en continu avec alarme seuil haut	Mise en place d'un fichier indiquant les anomalies et la date du contrôle Mise en place d'un turbidimètre en sortie de filtration	
Filtration	MB + PC	Dégradation de la qualité de l'eau : détérioration du goût et de l'odeur, pic de turbidité,...		x				Non déclenchement du lavage : pb capteur de pression différentielle	3	10	30	défaut 4-20 mA + suivi de la courbe de pression différentielle	métrie télécontrôle	CCP clarification	#Alarme de dysfonctionnement du capteur de pression différentielle avertie du dysfonctionnement	Actuellement en place Vérifier sont fonctionnement	lavage asservit par rapport à un temps ou un volume
Filtration	MB + PC			x				Panne/dysfonctionnement du surpresseur d'air	2	10	20	alarme défaut si supresseur HS	maintenance métrie	CCP clarification	#Alerte transmise au centre de télécontrôle en cas de dysfonctionnement du lavage #Suivi de la turbidité en sortie de filtration	Mise en place d'un turbidimètre après la filtration	En cas de pb ouverture de la vanne manu
Filtration	MB + PC			x				Dysfonctionnement de la vanne eau de lavage ou air de lavage	3	10	30	alarme de discordance	maintenance métrie				
Filtration	MB + PC	Relargage de matières en suspension (MES) dans l'eau entraînant un pic de turbidité					x	Mauvais réglages des paramètres de lavage des filtres	1	10	10	analyse de la turbidité ET		PRPo	#Suivi de la pression différentielle permet de prévenir d'un encrassement des filtres #Suivi de la turbidité en sortie de filtration #Méthodologie de lavage manuel en cas de pb	Capteur de pression en place s'assurer de son fonctionnement turbidimètre en sortie de station en place	
Filtration	MB + PC	Relargage de composés entraînant une dégradation de la qualité de l'eau filtrée : goût et odeur, MES, turbidité,...		x			x	Conditions d'arrêt / démarrage de la production	2	10	20	turbidimètre ET		CCP clarification	#Mode opératoire de redémarrage de l'installation #Suivi de la turbidité en continu en sortie de filtration	Mode opératoire en place Mise en place d'un turbidimètre après la filtration	

Reminéralisation															
CO2	PC	Sous dosage en CO2 ; non acidification de l'eau ; Non remise à l'équilibre (variation du pH et du TAC)	x				Dysfonctionnement du réchauffage électrique	2	5	10	Alarme défaut	maintenance métrologie	PRPo	#Analyseur de la conductivité sur l'eau traitée en place et alerte seuil bas reliée au télécontrôle	En place
CO2	PC		x				Dysfonctionnement de la pompe eau motrice du CO2	3	5	15	Alarme défaut pompe eau motrice		PRPo	#Analyseur de la conductivité sur l'eau traitée en place et alerte seuil bas reliée au télécontrôle	En place
CO2	PC		x				Dysfonctionnement vanne d'injection de CO2	3	5	15	Alarme sur conductivité ET seuil min et max		PRPo	#Analyseur de la conductivité sur l'eau traitée en place et alerte seuil bas reliée au télécontrôle #Procédure d'étalonnage et de vérification du conductimètre 1/mois par mesure comparative	En place
Béatite	PC	Non remise à l'équilibre : eau agressive dégradation des ouvrages				x	Rupture de stocke/niveau insuffisant de béatite soude ou Co2	1	5	5		Achat-Appro Métrologie	PRPo	#Suivi de la consommation en Béatite #Anticipation des commandes #Contrôle du niveau de la cuve avec une alarme de seuil de niveau bas permettant le réapprovisionnement	Création d'un fichier de suivi des consommations en réactifs Choix du type de contrôle et si visuel de sa périodicité
Béatite	PC							Panne surpresseur air (détassage de la béatite)	2	5	10		maintenance métrologie	PRPO	# Alerte transmise au centre de télécontrôle en cas de dysfonctionnement du détassage # Conductimètre sur eau refoulée, en continu reliés au télécontrôle pour signal d'alerte en cas de seuil haut
Soude	PC	Non remise à l'équilibre : eau agressive dégradation des ouvrages					Pb injection soude: panne de la pompe	2	5	10	alarme défaut si pompe HS; analyseur pH	métrologie	PRPO	# Maintenance préventive des pompes doseuses et mode opératoire associé # Détecteur de flux sur les pompes # pHmètre en continu sur l'eau traitée, relié au dispatching	Mise en place d'un détecteur de flux sur les pompes pHmètre actuellement en place
Soude	PC							désamorçage de la pompe	3	5	15	vu sur les courbes de pH/ phmètre	métrologie	PRPO	# Détecteur de flux sur les pompes # pHmètre en continu sur l'eau traitée, relié au dispatching pour signal d'alerte
Traitement UV															
UV	MB	Survie de micro-organismes	x	x		x	Puissance de rayonnement insuffisante par rapport au débit de passage	2	10	20	alarme intensité	formation	CCP Désinfection	# Suivi en ligne de l'intensité UV (1 capteur / lampe) et alarme sur seuil bas # Suivi en ligne du débit d'eau traitée et alarme sur seuil haut	En place
UV	MB						Usure de la lampe	3	10	30					
UV	MB						Puissance de rayonnement insuffisante suite à un mauvais nettoyage des tubes	2	10	20					
Chloration															
chlore	MB	Survie de micro-organismes	x			x	Chauffage insuffisant en cas de fort gel: cristallisation du chlore et arrêt de la chloration	2	10	20	alarme seuil bas chlore	Formation	CCP Désinfection	# mise hors gel du local	En place
chlore	MB	Survie de micro-organismes Désinfection insuffisante		x			Rupture d'alimentation en eau motrice : arrêt de la chloration	1	10	10		PRP métrologie des appareils		# Analyseur de chlore, en continu sur l'eau refoulée, relié au télécontrôle pour signal d'alerte en cas de seuil bas #Capteur de flux pour surveiller la circulation d'eau	analyseur de chlore en place mettre en place un capteur de flux
chlore	MB	Survie de micro-organismes		x			Dysfonctionnement du chloromètre, hydro éjecteur: sous-chloration désinfection insuffisante	2	10	20		PRP métrologie et maintenance	CCP Désinfection	#Analyseur de chlore en continu sur l'eau refoulée avec des seuils d'alerte bas et haut #Vérification mensuelle de l'état des installations	En place
chlore	MB + PC	Sous-dosage ou sur-dosage de chlore entraînant une dégradation de la qualité de l'eau		x			Dysfonctionnement de l'électrovanne entraînant un décalage dans la qualité de chlore introduite	2	10	20		PRP métrologie	CCP Désinfection	# Maintenance préventive du spyromètre et modes opératoires associés #Analyseur de chlore en continu sur l'eau refoulée #Contrôle mensuel des installations	analyseur de chlore Actuellement en place Périodicité des contrôles à définir
chlore	MB	Désinfection insuffisante entraînant une contamination bactériologique de l'eau		x			Dysfonctionnement de l'inverseur : pas de basculement entre les bouteilles entraînant un sous-dosage de chlore	1	10	10	Alarme défaut	PRP métrologie		# Maintenance préventive de l'inverseur et modes opératoires associés #Analyseur de chlore en continu sur l'eau refoulée avec un seuil d'alarme bas #Contrôle mensuel des installations	analyseur de chlore Actuellement en place Périodicité des contrôles à définir
chlore	MB				x			Non détection d'une bouteille vide	2	10	20		PRP métrologie	CCP Désinfection	# Analyseur de chlore libre et injecté relié au centre de télécontrôle pour signal d'alerte en cas de seuil bas #alarme de détection seuil bas et vérification de son fonctionnement
chlore	MB	Survie de micro-organismes					Erreur humaine (installation bouteille vide, mauvais enclenchement...): sous-chloration désinfection insuffisante	1	10	10		PRP-Formation		# Analyseur de chlore libre et injecté relié au centre de télécontrôle pour signal d'alerte en cas de seuil bas	actuellement en place

Annexe 10: Fichier suivi des réactifs

<u>Contrat</u>			
<u>Nom du site:</u>			
Réactifs	Date	Date	Date
Chlorure Ferrique			
Filtre à sable			
Béatite (filtre)			
Béatite (silo)			
CO2			
Soude			
Acide citrique			
Lessive ecoskid			
Javel			
Commentaires			

Annexe 11 : Tableau à remplir suite aux lavages de réservoirs

Contrat	Saint-Martin de Belleville			
Commune	Val Thorens			
Cuve	Gebroulaz cuve 1			
		DATE	DATE	DATE
SITE				
<u>GENIE CIVIL</u>	Ouvrage	1000 M ³	1000 M ³	1000 M ³
	COTES: Diamètre Longeur Largeur H Cuve H trop plein H Crépine			
	Altitude			
	Etat Extérieur			
	Etat Intérieur			
	Ventilation			
	<u>METALLERIE</u>	Portail		
Portes				
Huisseries				
Trappes				
Moustiquaires				
<u>SECURITE</u>	Echelles de Cuves			
	Echelles d'accès			
	Garde-corps			
	Signalisation			
<u>FONTAINERIE</u>	Niveau			
	Rob. Vannes			
	Tuyauteries			
	Crépine			
	Volume de PRODUIT utilisé			
RESERVOIR VIDE				
OBSERVATION				

Annexe 12: Principaux couples causes/dangers identifiés sur le réseau

Definition du danger			Cause du danger					Evaluation du risque			Mesures de maitrise				
Etape	Type	Précision sur le danger	Milieu	Matériel	Méthode	Matière Première	Main d'œuvre	Précision sur la cause du danger	Fréquence	Gravité	Risque = F*G	Standard de fonctionnement (PRP)	CCP ou PRPo?	Description de la méthode de prévention des risques	Commentaires
Ressource															
Ressource	MB + PC	Fuite et infiltration de matières non dégradées dans le milieu naturel : contamination microbiologique et chimique, augmentation de la turbidité et détérioration du goût et de l'odeur	x					Fuite sur assainissement autonome au sein du périmètre étudié	1	10	10			# Enquête de conformité #Renforcement de la chloration # Recherche de fuite (caméra)	Programme de vérification des système d'assainissement autonome réalisé, + non confirmé à mettre a jour par les propriétaires
Ressource	PC	Contamination chimique de la ressource par ruissèlement	x					Fuite et/ou ruissellement de produits provenant du stockage de matières premières et/ou de combustibles (cuves de fioul de particuliers ou restaurants et remontées mécaniques)	1	10	10	gestion des pollutions		Mise en place d'analyseur d'hydrocarbure Identifier les vecteurs de pollutions possibles Mise en place d'un suivi de la ressource en particulier des polluants identifiés	Analyseurs d'hydrocarbures non retenu en prioritaire
Ressource	MB + PC	Ruissellement d'eaux polluées dans la ressource entrainant une microbiologique	x					Déjections animales (élevage non intensif de bovins et moutons)	1	10	10			# adapter la filière en cas de pollution, renforcement des étapes de désinfections # Mise en place et respect des périmètres de protection #Mise en place d'un suivi de la ressource et des eaux traitées # Enquête sur les élevages autorisés	Actuellement aucun périmètre de protection n'est mis en place
Ressource	PC	Ruissellement d'hydrocarbures (huile, essence) entrainant une contamination de la ressource	x					Utilisation d'engins (travaux en période estivale, et rattrak en hiver)	1	10	10		PRPo	#En cas d'incident le service technique des piste se doit de prévenir la LDE #Respect des périmètres de protection # Mise en place d'un suivi de la ressource et des eaux traitées #Mise en place d'un analyseur d'hydrocarbure sur la ressource notamment pour la ressource de l'UF	Actuellement aucun périmètre de protection n'est mis en place
Ressource	MB + PC	Contamination de la ressource par déversements de produits toxiques	x					Actes de malveillance	1	10	10	PRP sécurité des ouvrages	PRPo	# Clôture du périmètre de protection immédiat # retour d'information au télécontrôle # système de dissuasion (alarme sonore) +alarme télégérée sur les tampons foug # Capot fermé et cadenassé type Vigipirate # Protection de tous les points d'entrée dont l'aération	Actuellement aucun périmètre de protection n'est mis en place, ni de fermeture ou alarme particulière pour les tampons Fougs
Ressource	MB + PC	Utilisation de produits toxiques pour l'extinction du feu, ou eau d'extinction polluées par une pollution du site : ruissellement et infiltration de composés toxiques entrainant une contamination de la ressource et une augmentation de la turbidité	x					Incendie à proximité de la ressource	1	10	10	Gestion des crises		# Information transmise au centre de télécontrôle par organisme extérieur # Suivi qualité pour mesurer l'impact sur la ressource # Faire tourner à l'égout # Arrêt temporaire du captage # Confinement # Mode opératoire pour les interventions d'urgence	
Ressource	MB + PC	Fort ruissellements entrainant une contamination de l'eau et/ou une augmentation de la turbidité					x	Fonte des neiges	3	5	15			# Suivi renforcé de la qualité des eaux brutes	Fermeture de la ressource en cas de trop forte turbidité
Réservoirs															
	MB + PC	Contamination microbiologique et chimique de l'eau (augmentation de la turbidité, dégradation organoleptique,...)		x				Détérioration de la structure de l'ouvrage (intérieure ou extérieure) : infiltration d'eau pluviale	1	10	10	entretien	PRPo	# Contrôle visuel de la structure à chaque vidange et lavage # Renouvellement de l'étanchéité si nécessaire Contrôle de l'étanchéité mur et toit # Fiche de compte-rendu après lavage	Mise en place ou suivi du fichier des laveur de réservoir, suite à notre visite tous les réservoirs semblent en bon état
	MB + PC	Pénétration d'insectes, d'animaux et ruissellement de produits entrainant une contamination ainsi qu'une dégradation organoleptique de l'eau		x				Mauvaise étanchéité des différents points d'accès à l'eau (trappes, aération, tuyau contenant les poires de niveau,...)	1	10	10	entretien		# Accès étanche # Contrôle périodique de l'étanchéité de chaque point d'accès à l'eau # Accès surélevé par rapport au niveau du sol	Pour réservoir de Reberly vérifier l'étanchéité du tampon foug
	MB + PC	Possibilité de pénétration d'insectes et d'animaux dans la bache par l'intermédiaire de la conduite de trop-plein (pas de grillage ou troué et/ou rouillé)		x				Possibilité de pénétration d'insectes et d'animaux dans la bache par l'intermédiaire de la conduite de trop-plein (pas de grillage ou troué et/ou rouillé)	2	10	20	entretien	PRPo	# Conduite grillagée ou présence d'un clapet anti-retour	A mettre en place +contrôle annuel de leur état

	MB + PC	Contamination microbiologique et chimique de l'eau			x			Lavage des bâches et réservoirs : introduction de substances polluantes	3	5	15	lavage des réservoirs		# Mode opératoire de lavage des bâches # Formation	Suivre la procédure alpes pour le lavage des réservoir
	MB + PC	Contamination microbiologique et chimique de l'eau	x				x	Actes de malveillance au niveau des bâches ou réservoirs	1	10	10	télégestion	PRPo	# Présence et bon état de fonctionnement des systèmes de sécurité des bâches ou réservoirs : accès fermés à clef, plombage de chaque trappe d'accès à l'eau, mis sous alarme # Trappes de sécurité # Contrôle périodique des systèmes de sécurité	Mise en place de cadenas et d'alarme sur les tampons foug
Réseau															
Tuyau	PC	Introduction	x					Temps de séjour trop important dans le réseau	2	10	20		PRPo	Purges curatives suites à plaintes clients pour eaux colorées Recensement des queues de réseaux problématiques, puis mise en place de purges préventives	En place
Tuyau et branchement	MB + PC	Introduction						Méthodes de travail du personnel de sous-traitance non conformes ou en interne	1	10	10	plan de prévention et engagement contractuel Intervention réseau		Formation Suivi par audits des performances des sous-traitants (procédures)	En place
Branchement	MB + PC	Introduction			x			Absence ou dysfonctionnement de clapet anti-retour sur les PI : retour d'eau dans le réseau lors de l'utilisation par les pompiers, les entreprises, les particulier ou les gens du voyage	2	10	20		PRPo	Communications avec les collectivités concernant l'utilisation des PI par les gens du voyage et les entreprises de travaux Programme d'installation et de contrôle des clapets Obligation du propriétaire de réaliser une visite annuelle Mise en place de bornes de prépaiement	En place Contrôle des clapets anti-retour des bornes de puisages à réaliser annuellement

Annexe 13: Récapitulatif des procédures et investissements à réaliser

Gebroulaz :

Investissements non prioritaires

- 2 turbidimètres en sortie de filtration
- 2 pH-mètres en sortie de filtration
- Analyseur d'hydrocarbure

Procédures et vérifications

Vérification	Fréquence	Consigne
Coagulation		
Suivi visuel du niveau de coagulant	(1/mois)	inscription dans fichier état des stocks Prévoir le réapprovisionnement
Contrôle de la pompe doseuse	(1/mois)	
Filtration bicouche		
Suivi de la répartition du débit sur les 2 files	En continu	
Vérification du niveau du filtre	(1/an)	inscription dans le fichier état des stocks Prévoir le réapprovisionnement
Vérification qu'il n'y a pas de sable dans la trappe sous le filtre pour s'assurer du bon état des buselures	(1/an)	Rapport en cas de présence de sable
Reminéralisation		
Maintenance du dispositif CO ₂	1/an	par Air Liquide
Suivi visuel du niveau du filtre à bécite	(1/mois)	Prévoir le réapprovisionnement
Suivi visuel du niveau du silo de bécite	(1/mois)	inscription dans fichier état des stocks Prévoir le réapprovisionnement
Suivi visuel du niveau de soude	(1/mois)	inscription dans fichier état des stocks Prévoir le réapprovisionnement
Contrôle de la pompe doseuse de soude	(1/mois)	
Chloration		
Inspection visuelle	(1/mois)	Contrôle du bon fonctionnement et changement bouteille si nécessaire
Contrôle du dosage	(1/mois)	10mg/m ³
Contrôle des détecteurs de chlore	(1/3mois)	inscription dans un registre
Désinfection UV		
Contrôle du dosage	(1/mois)	40 mJ/cm ²
Instrumentation		
Vérification des mesures indiquées sur turbidimètres	(1/3mois)	Noter sur la fiche suivi du turbidimètre
Vérification des mesures indiquées sur conductimètres	(1/3mois)	Noter sur la fiche suivi du conductimètre
Vérification des mesures indiquées sur pH-mètres	(1/3mois)	Noter sur la fiche suivi du pH-mètre

Caron

Investissements prioritaires

- 2 débitmètres en tête de filtration pour s'assurer de la répartition homogène du débit entre les 2 files

Investissements non prioritaires

- 2 turbidimètres en sortie de filtration
- 2 pH-mètres en sortie de filtration
- Analyseur d'hydrocarbure

Vérification	Fréquence	Consigne
Coagulation		
Suivi visuel du niveau de coagulant	(1/mois)	inscription dans fichier état des stocks Prévoir le réapprovisionnement
Contrôle de la pompe doseuse	(1/mois)	
Filtration sable		
Suivi de la répartition du débit sur les 2 files	En continu	
Vérification du niveau du filtre	(1/an)	inscription dans le fichier état des stocks Prévoir le réapprovisionnement
Vérification qu'il n'y a pas de sable dans la trappe sous le filtre pour s'assurer du bon état des buselures	(1/an)	Rapport en cas de présence de sable
Reminéralisation		
Maintenance du dispositif CO ₂	1/an	Par Air Liquide
Suivi visuel du niveau du filtre à bécite	(1/mois)	Prévoir le réapprovisionnement
Suivi visuel du niveau du silo de bécite	(1/mois)	inscription dans fichier état des stocks Prévoir le réapprovisionnement
Suivi visuel du niveau de soude	(1/mois)	inscription dans fichier état des stocks Prévoir le réapprovisionnement
Contrôle de la pompe doseuse de soude	(1/mois)	
Chloration		
Inspection visuelle	(1/mois)	Contrôle du bon fonctionnement et changement bouteille si nécessaire
Contrôle du dosage	(1/mois)	10mg/m ³
Contrôle des détecteurs de chlore	(1/3mois)	inscription dans un registre
Désinfection UV		
Contrôle du dosage	(1/mois)	40 mJ/cm ²
Instrumentation		
Vérification des mesures indiquées sur turbidimètres	(1/3mois)	Noter sur la fiche suivi du turbidimètre
Vérification des mesures indiquées sur conductimètres	(1/3mois)	Noter sur la fiche suivi du conductimètre
Vérification des mesures indiquées sur pH-mètres	(1/3mois)	Noter sur la fiche suivi du pH-mètre

Bruyères :

Investissements non prioritaires

- 1 turbidimètre en sortie de filtration
- 1 pH-mètre en sortie de filtration
- Analyseur d'hydrocarbure

Procédures et vérifications

Vérifications	Fréquence	Consigne
Coagulation		
Suivi visuel du niveau de coagulant	(1/mois)	inscription dans fichier état des stocks Prévoir le réapprovisionnement
Contrôle de la pompe doseuse	(1/mois)	
Ultrafiltration		
Test d'intégrité des membranes	1/an	Si défaillance changement des membranes concernées
Reminéralisation		
Maintenance du dispositif CO ₂	1/an	Par Air Liquide
Suivi visuel du niveau du filtre à bécite	(1/mois)	Prévoir le réapprovisionnement
Suivi visuel du niveau du silo de bécite	(1/mois)	inscription dans fichier état des stocks Prévoir le réapprovisionnement
Suivi visuel du niveau de soude	(1/mois)	inscription dans fichier état des stocks Prévoir le réapprovisionnement
Contrôle de la pompe doseuse de soude	(1/mois)	
Chloration		
Inspection visuelle	(1/mois)	Contrôle du bon fonctionnement et changement bouteille si nécessaire
Contrôle du dosage	(1/mois)	10mg/m ³
Contrôle des détecteurs de chlore	(1/3mois)	inscription dans un registre
Instrumentation		
Vérification des mesures indiquées sur turbidimètres	(1/3mois)	Noter sur la fiche suivi du turbidimètre
Vérification des mesures indiquées sur conductimètres	(1/3mois)	Noter sur la fiche suivi du conductimètre
Vérification des mesures indiquées sur pH-mètres	(1/3mois)	Noter sur la fiche suivi du pH-mètre

Réservoirs

Investissements prioritaires :

- Grille/grillage sur toutes les aérations et trop pleins
- Alarme sur les tampons fous liés à la télégestion

Investissement non prioritaire :

- Mise en place d'une aération sur le réservoir de Reberty

Procédures et vérifications :

Vérifications	Fréquence	Consigne
Chloration		
Inspection visuelle	(1/mois)	Contrôle du bon fonctionnement et changement bouteille si nécessaire
Contrôle du dosage	(1/mois)	10mg/m ³
Contrôle des détecteurs de chlore	(1/3mois)	inscription dans un registre
Ouvrage		
Lavage des réservoirs	1/an	Procédure Alpes
Etat des lieux des réservoirs	(1/an)	compléter le fichier de l'état des réservoirs, et faire les réparations nécessaires

Ressources

Investissements prioritaires totalité des ressources :

- Périmètres de protection des ressources
- Alarme sur les tampons fous liés à la télégestion, ou alarme sonore

Investissements prioritaires ressources particulières:

- Portette haute : déviation du fossé d'eau pluviale
- Caron et Boismint : Crépine sur la prise d'eau
- Sensibilisation des propriétaires de cuve d'hydrocarbure simple enveloppe

Procédures et vérifications :

Vérifications	Fréquence	Consigne
Etat des captages	(1/an minimum)	Retirer les déchets, état globale de l'ouvrage
Intégrité du périmètre de protection	(1/mois)	
Vérification des ANC	(1/an)	Rédaction de rapport pour chaque ouvrage

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Diplôme(s): Ingénieur ENGEES en formation par apprentissage

Auteur

LAB Isabelle

Année

2014

Titre

Gestion préventive des risques sanitaires sur le contrat de Saint-Martin de Belleville

Nombre de pages **61** texte **25** annexes

Nombre de références bibliographiques : 35

Structure d'accueil

Lyonnaise des eaux
988 Chemin pierre Drevet
69 141 Rillieux-La-Pape

Référent TFE

Valérie Mandra

Résumé

Afin de répondre aux exigences réglementaires et d'améliorer le service rendu aux usagers, Lyonnaise des eaux a choisit de mettre en place une gestion préventive des risques sanitaires sur le contrat de Saint-Martin de Belleville. La démarche retenue pour est l'HACCP tel que définit dans la norme NF EN ISO 22 000.

Cette étude a permis de mettre en évidence les points critiques, les PRP et les PRPo des ressources, des stations de traitement mais aussi du réseau de distribution et des réservoirs. Les mesures de maîtrise définies à l'issu de ce travail ont pour but de limiter le risque sanitaire présent dans l'eau distribuée.

Mots-clés

ISO 22 000 – HACCP – QMRA – Risque – Mesures de maîtrise