



EHESP

EAU DE PARIS

Ingénieur du Génie Sanitaire

Promotion : **2008 - 2009**

Date du Jury : **29 septembre 2009**

**Elaboration d'une démarche d'analyse
et de maîtrise préventive des dangers
au niveau d'une usine de production
d'eaux destinées à la consommation
humaine à partir d'eaux souterraines**

Présentée par :

Moïna.S DROUODE

Lieu du stage :

Eau de Paris

Référent professionnel :

Bénédicte WELTE

Référent pédagogique :

Jean-Luc POTELON

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Bénédicte WELTE, adjointe au Directeur de la Direction Qualité Environnement, pour m'avoir donné l'opportunité de mener à bien cette étude, ainsi que pour l'ensemble des conseils prodigués au cours de la réalisation de ce mémoire.

J'aimerais également remercier Jean-Luc POTELON, responsable de la filière d'Ingénieur du Génie Sanitaire de l'Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique, pour la qualité de son accompagnement pédagogique.

Mes remerciements iront ensuite à Nathalie RIBON, Ingénieur Qualité-Environnement pour son aide, ses conseils et le temps consacré au déploiement de l'étude sur l'usine d'affinage de Saint-Cloud.

Je tiens à remercier, pour leur participation active à cette étude :

- ☞ Isabelle MEHAULT : Responsable de l'Unité Ouest de Montreuil
- ☞ Karine CHARPENTIER : Responsable de laboratoire de l'Unité Ouest de Montreuil
- ☞ Jean-Yves THABAULT : Responsable de la maintenance et de l'entretien de l'Unité Ouest de Montreuil
- ☞ Alexandra JUTEAU : Technicienne de laboratoire de l'Unité Ouest de Montreuil
- ☞ Didier LEPELTIER : Responsable de l'usine d'affinage de Saint-Cloud
- ☞ Alain PLATEAU : Ingénieur de production à l'usine d'affinage de Saint-Cloud
- ☞ Olivier BLAIRET : Responsable de production à l'usine d'affinage de Saint-Cloud
- ☞ Marie LEBRUN : Technicienne de laboratoire à l'unité d'affinage de Saint-Cloud

Je souhaite remercier également toute l'équipe de la Direction Qualité Environnement, en particulier Nathalie FLEURY, chargée de mission qualité de l'eau, et Carole CECCHETTI, assistante de Direction, pour leur accueil sympathique et chaleureux.

Mes remerciements iront enfin à mes parents, mon frère, et mon compagnon, pour leur soutien constant et permanent.

Sommaire

Introduction	1
1 Les démarches d'analyse et de maîtrise préventive des dangers dans le domaine de l'eau : état des lieux	3
1.1 Terminologie en matière d'analyse et de maîtrise préventive des dangers...	3
1.1.1 Analyse des dangers et analyse des risques : ressemblances et différences	3
1.1.2 Nature des dangers considérés	4
1.2 Les démarches d'analyse et de maîtrise préventive des dangers utilisables dans le domaine des eaux destinées à la consommation humaine	4
1.2.1 La méthode AMDEC – Analyse des Modes de Défaillances, de leurs effets et de leur Criticité.....	4
1.2.2 La méthode HACCP – Hazard Analysis Critical Control Point.....	5
1.2.3 L'ISO 22000 :2005 - Exigences pour tout organisme appartenant à la chaîne alimentaire	5
1.2.4 AMDEC, HACCP et ISO 22000: Convergences et complémentarités.....	5
1.3 Réglementation en matière d'analyse et de maîtrise préventive des dangers dans le domaine des eaux destinées à la consommation humaine	6
1.3.1 Plans de sécurité sanitaire des eaux de l'Organisation Mondiale de la Santé	6
1.3.2 Les directives de l'Union Européenne	7
1.3.3 La réglementation française actuelle	7
1.3.4 Perspectives d'évolution réglementaires	7
1.4 Problématiques de l'application de ces démarches au domaine des eaux destinées à la consommation humaine	8
2 Présentation d'une démarche d'analyse et de maîtrise préventive des dangers sur un système de production d'eaux destinées à la consommation humaine à partir d'eaux souterraines	9
2.1 Les étapes de préparation à l'étude : des étapes communes aux référentiels existants d'analyse et de maîtrise préventive des dangers	10
2.1.1 Délimitation de la zone et du périmètre d'étude.....	10
2.1.2 Constitution de l'équipe d'analyse et de maîtrise des dangers.....	11

2.2	Description préliminaire du système de production d'eaux destinées à la consommation humaine	11
2.3	Définition et détermination des programmes prérequis : bases préparatoires de l'analyse et de maîtrise préventive des dangers	13
2.4	Analyse de la vulnérabilité du système de production d'eaux destinées à la consommation humaine	15
2.5	Analyse des dangers du système de production d'eaux destinées à la consommation humaine	19
2.5.1	Identification des dangers et niveau acceptable.....	19
A)	Identification des couples dangers/causes	19
B)	Détermination des niveaux acceptables de dangers.....	21
2.5.2	Evaluation des dangers	21
A)	Evaluation de la gravité d'un danger	22
B)	Evaluation de la fréquence d'apparition d'un danger	23
C)	Evaluation de la détectabilité d'un danger.....	24
D)	Détermination de la criticité d'un danger	24
2.6	Détermination du mode de gestion des mesures de maîtrise	24
A)	Détermination des mesures de maîtrise préventive	24
B)	Définitions d'un Critical Control Point (CCP), d'un plan HACCP, d'un seuil critique et d'un programme prérequis opérationnel (PrPo)	25
C)	Méthodologie proposée pour la détermination de la gestion des mesures de maîtrise	26
D)	Détermination des plans HACCP, des programmes prérequis opérationnels et des mesures correctives	28
E)	Validation et enregistrement des plans HACCP et des programmes prérequis opérationnels....	29
3	Analyse de l'application de la démarche à l'usine d'affinage des eaux souterraines de Saint-Cloud	31
3.1	Présentation du cas d'application	31
3.2	Résultats obtenus et discussions	32
3.2.1	Vulnérabilité du système de production des eaux destinées à la consommation humaine	32
3.2.2	Résultats de la démarche d'analyse et de maîtrise préventive des dangers	32
3.3	Recommandations et perspectives d'évolution	33
	Conclusion.....	35
	Bibliographie.....	37
	Liste des annexes.....	I

Liste des sigles utilisés

AFSSA : Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments

AMDEC : Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité

CCP: Critical Control Point

HACCP: Hazard Analysis Critical Control Point

ISO: International Organization for Standardization

NASA: National Aeronautics and Space Administration

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PrPo: Programme Prérequis Opérationnel

Liste des figures

Figure 1: Exemple de délimitation de zone et de périmètre d'étude	10
Figure 2: Place et importance des programmes prérequis dans la démarche d'analyse et de maîtrise préventive des dangers d'une filière de production d'eaux destinées à la consommation humaine	14
Figure 3: Niveaux de dangers obtenus à partir de la criticité	24
Figure 4: Gestion des mesures de maîtrise des dangers, et définition des notions de plan HACCP, de programme prérequis opérationnel, de seuil critique et de CCP.	26
Figure 5: Arbre d'aide à la décision quant à la gestion à associer aux mesures de maîtrise préventive.....	27
Figure 6: Principe généraux des plans de sécurité sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine (Organisation Mondiale de la Santé, 2009).....	5

Liste des tableaux

Tableau 1: Éléments d'aide à la description du système de production d'eau x destinées à la consommation humaine, adapté du Guide relatif à la prise en compte de l'autosurveillance (Ministère de la Santé, de la Jeunesse et des Sports, 2007).....	12
Tableau 2: Éléments d'appréciation et de support de la vulnérabilité du système de production d'eau x destinées à la consommation humaine	16
Tableau 3: Nature des dangers à identifier sur une filière de production d'eaux destinées à la consommation humaine.....	20
Tableau 4: Causes potentielles d'un danger d'après la méthode des "5 M"	21
Tableau 5: Notation de la gravité (G) des dangers.....	23
Tableau 6: Notation de la fréquence (F) d'apparition des dangers.....	23
Tableau 7: Notation de la détectabilité (D) des dangers.....	24
Tableau 8: Exemples de pathogènes hydriques (sources: Santé Canada).....	6

Introduction

La Personne Responsable de la Production et de la Distribution (PRPDE) des eaux destinées à la consommation humaine, se doit de garantir, en continu, la qualité de l'eau délivrée aux robinets du consommateur. Conformément aux articles du Code de la Santé Publique, il lui incombe en effet, de mettre en place les mesures nécessaires à la protection de ses captages (article L.1321-2), de surveiller en permanence la qualité des eaux délivrées aux consommateurs (article R. 1321-23), de satisfaire aux exigences de qualité fixées par le Ministère de la Santé (article R. 1321-3) et de veiller enfin, au maintien des conditions d'hygiène nécessaires à son activité (article R.1321-56). La DDASS, autorité compétente en matière de contrôle sanitaire, s'assure ainsi de la bonne application de ces dispositifs par la PRPDE. (Article R. 1321-15).

Malgré tous ces éléments, ce cadre réglementaire présente certaines limites ; il ne prévoit pas, de façon explicite, une gestion préventive de la qualité de l'eau, et la PRPDE ne dispose en effet, que d'une faible marge d'action pour l'élimination d'un danger, avant l'ingestion de l'eau par les consommateurs. De ce constat, est donc née la nécessité de mettre en place, en complément des dispositifs existants, un système de gestion préventive de la qualité de l'eau.

L'eau étant une denrée alimentaire, il a d'abord semblé pertinent, de lui appliquer par analogie, les méthodes de management de la qualité prévues pour les denrées alimentaires. Seulement, face à des contraintes réglementaires et à des conditions de production différentes (production continu de l'eau, absence de notion de lot) les PRPDE ayant expérimenté ces démarches en l'état, ont pu mettre en évidence de nombreux points de divergences, entre les eaux destinées à la consommation humaine et les denrées alimentaires classiques. Pour toutes ces raisons, il n'existe à ce jour, aucun référentiel de gestion préventive des dangers associés aux eaux de consommation.

Eau de Paris, régie autonome assurant la production et le transport de l'eau à Paris, est aussi confrontée à cette problématique ; elle est en effet garante de la qualité des 560 000 m³ d'eau délivrés quotidiennement aux consommateurs parisiens, et la ville de Paris lui a confié la responsabilité de PRPDE. C'est en ce sens, qu'elle a souhaité déployer une démarche de gestion préventive des dangers sanitaires liés aux eaux de consommation, d'abord sur ses usines de traitement d'eau de surface, et aujourd'hui sur son usine d'affinage des eaux souterraines de Saint-Cloud.

L'objectif de cette étude est donc, d'anticiper l'évolution réglementaire à venir, en matière de gestion préventive des dangers, et de permettre également l'optimisation de la surveillance de la qualité des eaux parisiennes.

Ce mémoire réalisé au sein d'Eau de Paris, s'est donc proposé d'adapter les méthodes de management de la qualité des denrées alimentaires, aux spécificités des eaux souterraines destinées à la consommation humaine.

Il a s'agit, dans un premier temps, de dresser un état des lieux de la situation actuelle, en matière de démarche de gestion préventive de la qualité de l'eau.

Il a ensuite s'agit de réfléchir, à une méthodologie générale de démarche d'analyse et de gestion préventive des dangers, au niveau d'une usine de traitement des eaux souterraines, cas jusqu'alors inabordé dans la littérature.

Aussi, une application directe de cette méthode, présentée dans son intégralité en partie annexe de ce dossier (Annexe 5), a été réalisée sur l'usine d'ultrafiltration de Saint-Cloud ; une application pour laquelle, quelques pistes d'évolution sont proposées en troisième partie de cette étude.

1 Les démarches d'analyse et de maîtrise préventive des dangers dans le domaine de l'eau : état des lieux

1.1 Terminologie en matière d'analyse et de maîtrise préventive des dangers

A l'heure actuelle, le cadre conceptuel de l'analyse des dangers et de l'analyse des risques, n'est pas clairement défini dans le domaine des eaux destinées à la consommation humaine. Pour une étude donnée, certains choisiront en effet de parler de démarche d'analyse des dangers, alors que d'autres parleront d'analyse des risques. Il a donc semblé approprié, dans un premier temps, de présenter les arguments qui ont permis de conclure, que la démarche présentée en seconde partie de ce rapport, est une démarche d'analyse et de maîtrise préventive des dangers.

1.1.1 Analyse des dangers et analyse des risques : ressemblances et différences

D'un point de vue conceptuel, l'analyse des dangers et l'analyse des risques partagent certains points communs. Ils visent tous deux à maîtriser les causes d'un danger et à en diminuer l'occurrence pour la protection de la santé de la population; il s'agit donc de deux démarches complémentaires dont l'objectif commun est de fournir aux responsables, les outils nécessaires à la priorisation des mesures de gestion, afin d'assurer la sécurité sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine. Malgré tous ces points communs, ces démarches diffèrent vis-à-vis de leurs objectifs spécifiques, des acteurs qu'elles mobilisent, et vis-à-vis de la portée des études réalisées.

Ainsi, une démarche d'analyse des risques est en général réalisée par les autorités sanitaires et législatives, en partenariat avec les acteurs concernés ; elle est axée autour de plusieurs compétences (épidémiologie, toxicologie, microbiologie...), et l'objet de l'étude est l'eau telle qu'elle est présentée aux consommateurs. Cette étape comprend trois phases : l'évaluation, la gestion et la communication sur le risque.

Au contraire, les démarches d'analyse des dangers sont effectuées à l'échelle des producteurs d'eau, par une équipe interne à l'organisme ; l'objet de l'étude n'est donc plus uniquement l'eau telle qu'elle est présentée aux consommateurs, mais l'eau aux différentes étapes de la filière de production et de distribution d'eau. Cette démarche comporte ainsi une étape d'identification, d'évaluation et de maîtrise des dangers. C'est en ce sens, que l'étude menée par Eau de Paris, régie autonome chargée de la production d'eau de Paris, s'inscrit donc parfaitement, en tous ces points caractéristiques,

dans le cadre d'une démarche d'analyse des dangers. Le but à termes, est d'anticiper les crises sanitaires, et de mettre en place des moyens de surveillance proportionnés à la nature des dangers identifiés.

1.1.2 Nature des dangers considérés

Avant même de s'intéresser à ces démarches à proprement dit, il convient tout d'abord de s'accorder sur le terme « danger » dans le domaine des eaux de consommation. Ainsi, sont considérés comme dangers, l'ensemble des agents de nature chimique, physique, microbiologique ou radiologique, naturels ou anthropiques, ayant un impact potentiel sur la santé humaine par consommation de l'eau.

A ce titre, les paragraphes suivants s'attachent à présenter les différentes démarches existantes en matière d'analyse et de gestion préventive de ces dangers.

1.2 Les démarches d'analyse et de maîtrise préventive des dangers utilisables dans le domaine des eaux destinées à la consommation humaine

La plupart de ces démarches sont destinées spécifiquement au domaine agro-alimentaire, à l'exception de la méthode AMDEC qui s'adresse à des secteurs d'activités variés.

1.2.1 La méthode AMDEC – Analyse des Modes de Défaillances, de leurs effets et de leur Criticité

L'AMDEC est une démarche de gestion des défaillances, souvent utilisée dans le domaine aéronautique, ferroviaire et médical. Dans le domaine des eaux de consommation, cette démarche ne peut, à elle seule constituer une méthode d'analyse et de maîtrise préventive des dangers ; elle ne considère en effet, qu'une cause unique de dangers : les défaillances.

Si les défaillances du système de production peuvent être à l'origine d'un danger, les causes d'apparition de ce danger peuvent être de nature différente, en relation notamment, avec la qualité des matières premières ou les propriétés des réactifs utilisés. Néanmoins, la méthode de cotation proposée par cette démarche est souvent appliquée au domaine des eaux de consommation, en combinaison avec d'autres méthodes, pour l'évaluation des dangers.

Lorsqu'elle est utilisée seule, cette méthode semble donc être la moins complète lorsque le but recherché est l'identification de l'ensemble des dangers associés à la production des eaux destinées à la consommation humaine.

1.2.2 La méthode HACCP – Hazard Analysis Critical Control Point

Tout comme la méthode AMDEC, la démarche HACCP est également issue du domaine de l'aéronautique, plus précisément de la volonté de la NASA d'éliminer les risques de contamination des denrées alimentaires utilisées dans les navettes spatiales. Il ne s'agit pas d'une norme, mais il faut savoir que la Directive européenne 93/43 du 14 juin 1993 relative à l'hygiène des denrées alimentaires, la rend obligatoire pour les entreprises ouvertes à l'exportation. Cette méthode, qui s'est internalisée depuis les recommandations du Codex Alimentarius, est donc très répandue dans le domaine agro-alimentaire, et s'articule autour de douze étapes et de sept principes détaillés en annexe 1.

1.2.3 L'ISO 22000 :2005 - Exigences pour tout organisme appartenant à la chaîne alimentaire

L'ISO 22000 est une norme de gestion de la qualité des denrées alimentaires, basée sur le volontariat des entreprises. Elle permet en effet, d'allier les principes de la démarche HACCP à la norme ISO 9000 de gestion des systèmes de qualité. Comme toutes les normes, l'ISO 22000 fait donc l'objet d'une certification, conditionnée par l'aptitude de l'entreprise à maîtriser les dangers de sa filière de production, et par sa volonté d'améliorer continuellement la qualité de son produit.

Il convient de préciser également que la norme ISO 22000 permet, contrairement à la démarche HACCP, de prioriser les dangers par niveau d'importance et de gérer l'ensemble des dangers identifiés sur la filière de production. Il ne s'agit plus en effet, comme décrit dans la démarche HACCP, de ne considérer que les dangers permettant une surveillance en continu. L'introduction des notions de programmes prérequis, et de programmes prérequis opérationnel, même si elles sont laissées à la libre appréciation de l'organisme, a le mérite de permettre une adaptation de la démarche en fonction de la complexité des systèmes de production.

1.2.4 AMDEC, HACCP et ISO 22000: Convergences et complémentarités

De façon générale, les démarches présentées ci-dessous diffèrent d'une part, selon que l'on considère une source unique de dangers, les défaillances (méthode AMDEC), ou que

l'on considère l'ensemble des causes d'apparition de ce danger (démarche HACCP et norme ISO 22000).

Elles se distinguent d'autre part, vis-à-vis de la méthodologie de détermination des étapes critiques¹. Alors que la démarche HACCP s'oriente vers l'utilisation d'un arbre de décisions, la démarche AMDEC propose en revanche, une approche par score de criticité ; quant à la norme ISO 22000 le choix de la méthode est laissé à l'appréciation du producteur.

Il ressort également que la norme ISO 22000 est la démarche dite la plus complète, dans la mesure où elle propose une gestion méthodique de l'ensemble des dangers identifiés; mais elle est également la plus contraignante en raison des exigences de la certification.

Dans tous les cas, lorsqu'elles sont utilisées dans le domaine de l'eau, ces démarches présentent un certain nombre de similitudes organisationnelles, techniques, et de traçabilité. Il s'agit en effet de démarches favorisant une approche méthodique et par étape, mises en œuvre par une équipe motivée et compétente, et l'ensemble des résultats obtenus doit faire l'objet de validations et d'enregistrements, en vue de l'amélioration du système de gestion de la qualité des eaux de consommation.

1.3 Réglementation en matière d'analyse et de maîtrise préventive des dangers dans le domaine des eaux destinées à la consommation humaine

Contrairement au domaine agro-alimentaire, les démarches d'analyse et de maîtrise préventive des dangers ne font pas l'objet d'une intégration directe dans la réglementation relative aux eaux destinées à la consommation humaine. Sur la base de ce constat, différentes instances, mondiales, européennes, et nationales se sont prononcées à ce sujet, afin d'orienter la mise en place de telles démarches par les producteurs d'eau.

1.3.1 Plans de sécurité sanitaire des eaux de l'Organisation Mondiale de la Santé

Au travers de ces plans de sécurité sanitaire des eaux (World Health Organisation, 2005 et 2009), l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) propose des pistes de réflexion pour la mise en place d'un système de contrôle multi-barrières de la qualité de l'eau. L'application proposée, s'appuie fortement sur la démarche HACCP, même si le cadre

¹ Etapes critiques : étapes dont la maîtrise est nécessaire pour garantir la sécurité sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine.

d'application y est beaucoup plus souple (Cf. Annexe 2). La dernière version publiée de ces plans présente d'ailleurs, à titre d'exemple, trois applications de cette démarche de gestion préventive des dangers, en Australie, en Amérique Latine et en Angleterre.

1.3.2 Les directives de l'Union Européenne

A l'échelle européenne, la directive 98/83 relative aux eaux destinées à la consommation humaine ne fait état d'aucun cadre réglementaire en ce qui concerne les démarches d'analyse et de maîtrise préventive des dangers. Néanmoins, les derniers travaux européens menés, tendent à introduire graduellement leur application par les producteurs d'eaux destinées à la consommation humaine.

1.3.3 La réglementation française actuelle

A l'image de la réglementation européenne, les démarches d'analyse et de maîtrise préventive des dangers ne sont pas, à ce jour, obligatoires en France ; elles peuvent toutefois être entreprises à l'initiative même de la PRPDE.

Il faut également souligner que le « Guide relatif à la prise en compte de la surveillance dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine » et certaines obligations réglementaires telles que l'obligation de mise en œuvre d'une analyse des dangers lors d'une demande d'exploitation d'une ressource, ou encore l'obligation de la PRPDE de « surveiller en permanence la qualité des eaux destinées à la consommation humaine » (article R1321-23 du Code de la Santé Publique), sont autant d'éléments qui peuvent faciliter et encourager les PRPDE à entreprendre de telles démarches.

1.3.4 Perspectives d'évolution réglementaires

Ce contexte réglementaire devrait être amené à évoluer par la révision, à l'horizon 2010, de la Directive Européenne 98/83 relative aux eaux destinées à la consommation humaine. Les différents travaux menés par l'Union Européenne laissent en effet présager de l'intégration au sein de cette directive, des problématiques liées à la gestion préventive de la sécurité sanitaire de l'eau. Toutefois, à ce jour, les modalités d'application de la directive à venir ne sont pas clairement définies, notamment au niveau des exigences réglementaires requises.

1.4 Problématiques de l'application de ces démarches au domaine des eaux destinées à la consommation humaine

Des paragraphes précédents, il ressort que le cadre d'application des démarches d'analyse des dangers, diffèrent selon qu'il s'agisse du domaine agro-alimentaire ou du domaine de l'eau.

A la différence des aliments, l'eau nécessite en effet un approvisionnement en continu du consommateur. Dans le cas de suspicion d'une non-conformité, en raison des délais importants d'obtention des résultats d'analyses (72 heures pour les analyses microbiologiques), il est impossible d'avoir recours à des retours de lots, une notion majeure développée dans l'ISO 22000, mais inexistante dans le domaine des eaux destinées à la consommation humaine; à ces contraintes viennent également se rajouter des variations plus ou moins importantes de la qualité des eaux brutes et des exigences de qualité plus nombreuses que dans le domaine agroalimentaire.

Pour ce qui est du cadre réglementaire, ces démarches ne font l'objet d'aucune obligation et reposent entièrement sur le volontariat des producteurs d'eau. Et même si certains ont entrepris de telles démarches, il faut savoir qu'en raison des spécificités de l'eau et de la complexité des filières de production, ces méthodes ne convergent pas aujourd'hui vers un référentiel-type, spécifique ou adapté aux eaux destinées à la consommation humaine. C'est en ce sens, que face à un cadre réglementaire en pleine transition, et qu'en l'absence de convergence de ces méthodes, il convient de mener une démarche anticipative de réflexion autour d'une méthodologie générale d'analyse et de maîtrise préventive des dangers : tel est l'objet de la seconde partie de ce mémoire.

2 Présentation d'une démarche d'analyse et de maîtrise préventive des dangers sur un système de production d'eaux destinées à la consommation humaine à partir d'eaux souterraines

Depuis le 16 avril 2007, Eau de Paris assure la gestion et l'exploitation de l'usine d'affinage d'eaux souterraines de Saint-Cloud.

En tant que Personne Responsable de la Production et de la Distribution de l'Eau à Paris, elle a donc l'obligation d'assurer la sécurité sanitaire de l'eau jusqu'au robinet du consommateur.

A cette fin, Eau de Paris a donc souhaité conduire une étude d'analyse et de maîtrise des dangers sur cette usine, afin de mettre en place un ensemble de mesures préventives adapté à chacun des dangers dont la maîtrise est indispensable à la sécurité sanitaire de l'eau.

Cette étude de quatre mois a donc été réalisée au sein de la Direction Qualité Environnement d'Eau de Paris, en collaboration étroite avec le personnel d'exploitation des ressources et de l'usine de traitement.

Il a s'agit de réfléchir à l'élaboration d'une démarche globale d'analyse et de maîtrise des dangers, sur un système de production d'eau de consommation à partir de ressources souterraines. La démarche détaillée ci après, propose ainsi une adaptation des référentiels existants (Cf. Partie I de l'étude) aux spécificités de l'eau ; en conséquence, certains éléments présentés sont communs à ces référentiels, alors que d'autres ont été remaniés ou ajoutés pour une application aux plus près des exigences associées à la production des eaux de consommation ; cette étude s'attachera donc par la suite, à distinguer ces deux cas de figures.

Il convient également de souligner que cette approche a été élaborée pour et autour de l'usine d'affinage de Saint-Cloud ; les résultats présentés en annexe 5 de ce mémoire décrivent ainsi les modalités concrètes d'application de la présente méthode au cas particulier de Saint-Cloud. D'ailleurs, à l'issue de chaque étape méthodologique, des renvois aux parties correspondantes de l'annexe 5, seront systématiquement proposés via la puce suivante : ☞.

Il ressort enfin, que cette démarche doit être engagée de façon prospective et théorique dès la phase de conception de la filière de traitement, et sa mise en œuvre enclenchée ,dès lors que l'usine présente un fonctionnement stable : les contretemps associés à la phase de mise en route des installations peuvent en effet, venir biaiser la démarche.

Certaines modifications pourront alors être portées à cette démarche pour une meilleure prise en compte des contraintes réelles de fonctionnement du système de production.

2.1 Les étapes de préparation à l'étude : des étapes communes aux référentiels existants d'analyse et de maîtrise préventive des dangers

Il convient avant même de commencer, de dresser le cadre de base de l'étude par la définition de la zone et du périmètre d'étude, ainsi que par la constitution de l'équipe en charge de la démarche d'analyse et de maîtrise préventive des dangers. Ces deux étapes, sont largement et communément décrites dans les référentiels existants (World Health Organisation, 2009 ; Ministère de la Santé, de la Jeunesse et des Sports, 2007 ; Association Française de Normalisation, 2005), et sont applicables telles quelles, au domaine de l'eau. Ces notions sont donc reprises dans les paragraphes suivants.

2.1.1 Délimitation de la zone et du périmètre d'étude

Ces notions, introduites par le guide publié par le Ministère de la Santé (Ministère de la Santé, de la Jeunesse et des Sports, 2007), sont essentielles afin de préciser l'étendue et la portée de la démarche d'analyse et de maîtrise des dangers. La distinction est en effet faite d'une part, entre « le périmètre d'étude », qui comprend l'ensemble des installations sur lesquelles portent la démarche; et, d'autre part, la « zone d'étude » qui renferme à la fois le périmètre d'étude auquel vient se rajouter l'ensemble des activités situées en amont de ce périmètre. L'ensemble comme préconisé dans le même guide, doit être consigné sur un schéma représentant l'ensemble de la filière de production d'eaux de consommation (Cf. Figure1)

Cependant dans le cadre de notre étude, cette zone se limitera à la ressource, au captage, transport et traitement des ressources souterraines. Les étapes de stockage et de distribution n'ont donc pas été prises en compte.

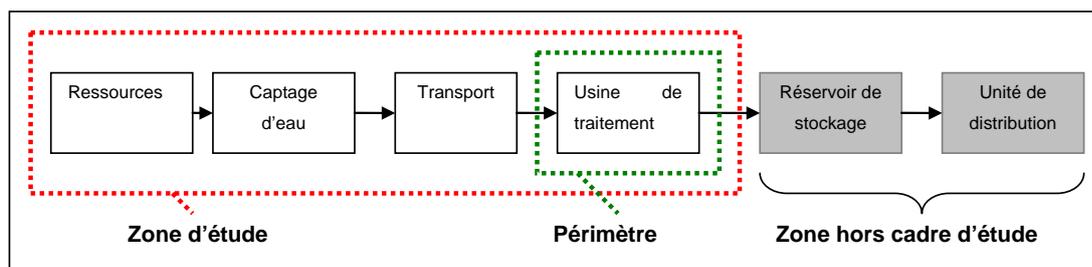


Figure 1: Exemple de délimitation de zone et de périmètre d'étude

☞ Cf. Application Annexe 5 page 7.

2.1.2 Constitution de l'équipe d'analyse et de maîtrise des dangers

Si les indications de la norme ISO 22000 restent brèves quant aux exigences à avoir pour la constitution de l'équipe d'analyse et de maîtrise des dangers, les indications données par le premier module du Water Safety Plan Manual (World Health Organisation, 2009) sont plus exhaustives à ce sujet, et préconisent la formation d'une équipe qui puisse apporter une expertise technique et opérationnelle du système de production et une compréhension :

- de la gestion du système et de ses procédures d'urgence
- des procédures utilisées pour obtenir et communiquer les résultats de la surveillance et leur exploitation
- des objectifs de qualité de l'eau
- des aspects pratiques de l'implémentation de la démarche dans un contexte approprié
- de l'impact des contrôles de la qualité de l'eau sur l'environnement
- des programmes et les plans de sensibilisation du personnel d'exploitation

De façon générale, l'ensemble des référentiels existants se rejoignent quant à la multidisciplinarité de l'équipe, tant au niveau des connaissances qu'au niveau de l'expérience professionnelle. La démarche d'analyse et de maîtrise des dangers est en effet une démarche intégrée, qui dépend des étapes en amont du périmètre d'étude et qui impacte sur la filière en aval : l'équipe constituée doit avoir, de ce fait, une vision globale de la filière de production, de la ressource jusqu'au robinet du consommateur.

☞ Cf. Application Annexe 5 page 8

2.2 Description préliminaire du système de production d'eaux destinées à la consommation humaine

Une fois le cadre de l'étude posé et l'équipe d'analyse et de maîtrise des dangers constituée, il convient maintenant de s'attacher à la description technique du système de production d'eau de consommation. Le but est de pouvoir disposer, de façon objective, de l'ensemble des informations nécessaires à l'appréciation de la maîtrise des dangers.

Cette description fait également partie des éléments qui sont très largement explicités et détaillés pour le domaine de l'eau, par le Guide relatif à la prise en compte de l'autosurveillance (Ministère de la Santé, de la Jeunesse et des Sports, 2007) et par

le Water Safety Plan Manual (World Health Organisation, 2009). En conséquence, ces éléments ont été repris et synthétisés dans le tableau suivant.

De plus, comme préconisé dans le même guide, un synoptique du système de production est également nécessaire afin de formaliser les séquences et les interactions entre les différentes étapes de traitement, les points d'introduction des réactifs ainsi que les points de recyclage des eaux.

Tableau 1: Eléments d'aide à la description du système de production d'eau x destinées à la consommation humaine, adapté du Guide relatif à la prise en compte de l'autosurveillance (Ministère de la Santé, de la Jeunesse et des Sports, 2007)

	Eléments-soutpports	Sources
Description des eaux brutes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Paramètres globaux de pollution² (chimiques, microbiologiques, physiques et radiologiques) ▪ Tendances évolutives de ces paramètres ▪ Nature, durée des non-conformités sanitaires enregistrées 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Données d'autosurveillance du producteur d'eau ▪ Données des analyses du contrôle sanitaire ▪ Historique des fiches de non-conformité ▪ Programme d'autosurveillance ▪ Echanges avec les exploitants
Description du système de transport et de traitement des eaux brutes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rôle de chaque étape ▪ Matériaux en contact avec l'eau ▪ Réactifs de traitement ajoutés et points d'introduction ▪ Conditions de gestion et de pilotage des installations ▪ Surveillance opérationnelle de l'eau ▪ Surveillance de la conformité de l'eau 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Visites sur le terrain ▪ Documentation interne de description des installations ▪ Programme d'autosurveillance
Description des eaux produites	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Paramètres caractéristiques des eaux traitées¹ ▪ Nature, durée des non-conformités sanitaires enregistrées ▪ Surveillance opérationnelle de l'eau ▪ Surveillance de la conformité de l'eau 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Données d'autosurveillance du producteur d'eau ▪ Données des analyses du contrôle sanitaire ▪ Historique des fiches de non-conformité ▪ Programme d'autosurveillance ▪ Echanges avec les exploitants

Cette étape de description doit faire l'objet d'une validation par l'équipe en charge de la démarche, et ne concerne, pour rappel, que la ressource, le captage, le transport et le traitement des eaux brutes.

☞ Cf. Application Annexe 5 page 8

² Les paramètres de pollution doivent, quand les données d'exploitation le permettent, prendre en compte les analyses de qualité des cinq dernières années d'exploitation. Il est préférable, d'écarter les données associées à la période initiale de mise en route des installations

2.3 Définition et détermination des programmes prérequis : bases préparatoires de l'analyse et de maîtrise préventive des dangers

Les programmes prérequis font également partie des éléments de base de l'étude d'analyse et de maîtrise préventive des dangers. Il s'agit en effet, d'après la définition donnée par la norme ISO 22000, de l'ensemble des conditions et des activités de base, nécessaires au maintien d'un environnement hygiénique pour une activité donnée.

Ces programmes peuvent être recherchés au travers des guides de bonnes pratiques érigés par des professionnels d'une même activité, lorsqu'ils existent. Ces guides sont destinés ainsi, à formaliser les bonnes pratiques relatives à une activité, et leur application repose entièrement sur le volontariat des organismes.

Certains domaines, tels que le domaine des fruits et légumes ou le domaine des produits laitiers possèdent d'ors et déjà des guides ayant fait l'objet d'une validation par l'AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments) ; mais il n'en est pas de même pour le domaine de la production des eaux de consommation.

La situation actuelle est en effet telle que, chaque producteur possède en interne ses propres pratiques, et il n'existe pas à ce jour de compromis de la profession. Ces bonnes pratiques permettraient pourtant :

- de décliner les règles hygiéniques de base nécessaires à l'activité de production des eaux de consommation
- de faciliter la mise en place de programmes prérequis opérationnels nécessaires à toute démarche d'analyse et de maîtrise préventive des dangers.
- de reconnaître les pratiques efficaces (méthodes traditionnelles, savoir-faire professionnel...)
- et d'aider à la démonstration de la maîtrise de l'hygiène par l'exploitant.

Cependant, à défaut d'un guide des bonnes pratiques validé et commun à l'ensemble des producteurs d'eaux, et aux vus du peu d'informations délivrées par la norme ISO 22000, la solution retenue par cette étude est donc de s'appuyer sur les règles d'exploitation internes de bases, pour l'établissement des programmes prérequis. Ces règles concernent:

- l'hygiène du personnel, notamment en matière de propreté corporelle, des comportements à avoir en cas de blessures, maladie, et de visites extérieures (visiteurs)
- la lutte contre les nuisibles afin d'éviter leur accès aux installations. Il s'agit de recenser les documents relatifs aux plans de lutte contre les nuisibles, et notamment les procédures de traitement des déchets.

- les savoir-faire de base de l'exploitation établies à partir de l'expérience des exploitants ou des recommandations des constructeurs de l'usine de production d'eaux de consommation.
- la protection et l'entretien des équipements :
- la gestion des réactifs de traitement à savoir les conditions de stockage, de conditionnement et d'utilisation.
- l'hygiène des locaux, notamment les moyens mis en place pour un nettoyage efficace des équipements et des installations

La figure 2 reprend à ce titre, l'articulation entre ces programmes prérequis et la démarche d'analyse et de maîtrise préventive des dangers.

Il est en effet nécessaire de comprendre que ces programmes sont des étapes-supports capitales à la démarche d'analyse et de maîtrise préventive des dangers ; elle permet en effet, d'alléger et de faciliter sa mise en place, dans la mesure où la maîtrise d'un danger donné, peut être assurée par la seule mise en place de ces programmes prérequis.

Ces programmes doivent ensuite faire l'objet d'une validation par l'équipe en charge de la démarche d'analyse et de maîtrise préventive des dangers.

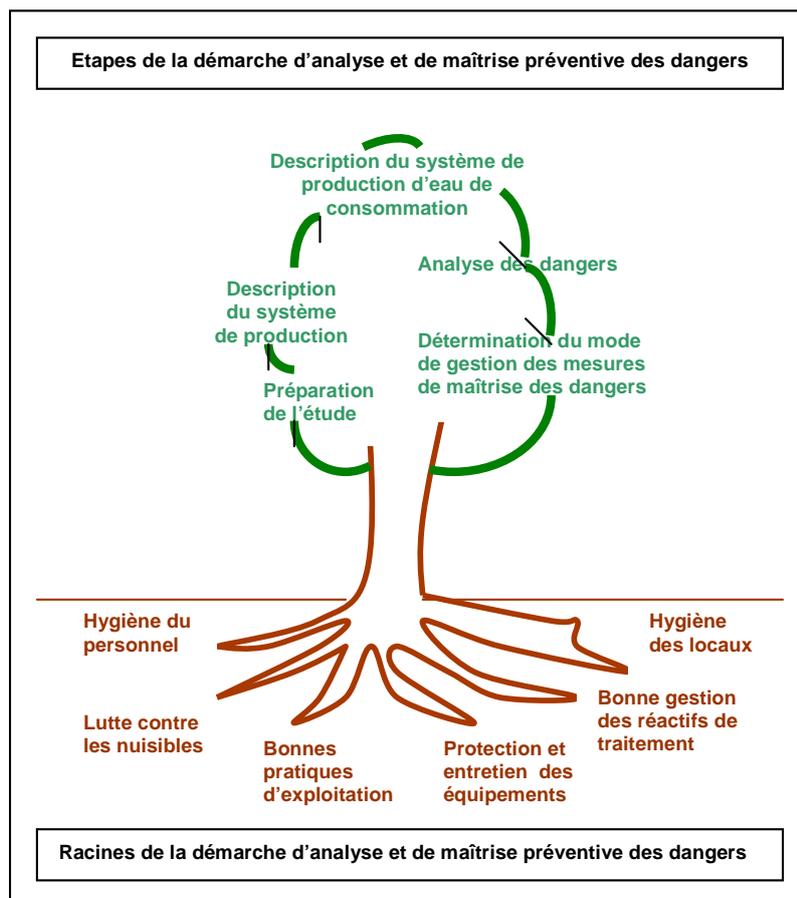


Figure 2: Place et importance des programmes prérequis dans la démarche d'analyse et de maîtrise préventive des dangers d'une filière de production d'eaux destinées à la consommation humaine

Il faut également rajouter que ces programmes prérequis lorsqu'ils ont été identifiés, font en général, l'objet de vérification aléatoire afin de s'assurer de leur mise en place et de leur efficacité.

☞ Cf. Application Annexe 5 page 20

2.4 Analyse de la vulnérabilité du système de production d'eaux destinées à la consommation humaine

On entend par vulnérabilité d'un système de production d'eaux destinées à la consommation humaine, les points faibles de ce système qui peuvent mener à l'introduction, au développement ou à la persistance d'une contamination³, et conduire potentiellement à la survenue d'un danger. Il s'agit en d'autres termes, de sources potentielles de danger qu'il convient de mettre en évidence afin de faciliter leur identification lors des étapes ultérieures.

Cette notion de vulnérabilité, telle que définie précédemment, n'est pas abordée dans les référentiels d'analyse des dangers existants, et a été introduite pour les besoins de cette étude. En effet, bien que cette notion soit abordée au travers du guide technique publié par le Ministère de la Santé, « Les systèmes d'alimentation en eau potable – Evaluer leur vulnérabilité » (Ministère de la Santé, de la Jeunesse et des Sports, 2007), il faut remarquer que seule la vulnérabilité vis-à-vis des actes de malveillance y est traitée. Or, la notion présentée ci-après concerne aussi bien la vulnérabilité d'origine humaine, que la vulnérabilité d'origine naturelle ou technologique, dès lors que le fonctionnement du système de production est mis en péril qualitativement.

De façon générale, l'étude de vulnérabilité est un examen critique de la filière de production et dépend de la facilité et rapidité suivant laquelle la contamination atteint la filière ainsi que de la difficulté et lenteur de disparition de l'impact de ce même contaminant.

La littérature fournit à ce titre, différentes pistes de réflexion qui peuvent aider à l'appréciation de la vulnérabilité (Ministère de la Santé, de la Jeunesse et des Sports, 2007 ; World Health Organisation, 2009 ; The Cooperative Research Centre for Water Quality and Treatment, 2004) ; seulement à ce jour, aucune source d'information n'y est mentionnée.

Le tableau suivant a donc été créé pour les besoins de cette étude, et à partir des éléments requis pour la connaissance des points vulnérables du système de production

³ On désigne par contamination tout corps étranger nocif présent dans les eaux destinées à la consommation humaine.

d'eaux de consommation présenté en annexe 5. Il reprend donc certaines pistes conseillées par les documents précités et propose de nouveaux axes de réflexions, tout en précisant dans chacun des cas, les sources d'informations nécessaires à l'évaluation de la vulnérabilité.

Tableau 2: Eléments d'appréciation et de support de la vulnérabilité du système de production d'eau x destinées à la consommation humaine

	Eléments d'appréciation	Eléments-supports
Vulnérabilité intrinsèque à la ressource	Pollutions chimiques, physiques, radiologiques, microbiologiques naturelles présentes dans les eaux brutes (fer, manganèse, cyanure)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Données d'autosurveillance du producteur ▪ Données du contrôle sanitaire ▪ Cahier d'exploitation ▪ Fiches de non-conformités ▪ Justification des pollutions à partir des connaissances de l'aquifère, de la configuration hydrologique locale, des études préalables de Déclaration d'Utilité Publique, des études de vulnérabilité sur les ressources
Vulnérabilité liée à l'environnement de la ressource	Défauts de protection physique et naturelle des périmètres de protection des ressources ⁴	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identification des zones sensibles : bétouilles, zones karstiques...
	Vulnérabilité vis-à-vis des activités agricoles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vérification de la conformité des pratiques d'épandage de boues/lisiers animales via le Registre Français des Emissions Polluantes ▪ Consultation et analyse du classement des eaux vis-à-vis des pesticides ▪ Inventaire du panel d'intrants agricoles utilisés par les Collectivités locales, les particuliers, les agriculteurs, les compagnies ferroviaires via l'état des lieux du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux ▪ Consultation et analyse des données de suivi de la qualité des eaux par les réseaux des Agences de l'Eau : Réseau Patrimonial de Bassin, réseaux départementaux et régionaux ▪ Identification de la nature et du type d'élevage via le site de recensement et de description des Installations Classées pour l'Environnement ▪ Connaissances et expériences des exploitants
	Vulnérabilité vis-à-vis	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inventaires des contaminations diffuses/ponctuelles par des activités agricoles via l'historique des faits

⁴ Il peut arriver, que la démarche d'analyse et de maîtrise préventives des dangers porte sur une ressource qui ne fasse pas l'objet d'une Déclaration d'Utilité Publique, donc aux périmètres de protection inexistants. Et, dans ce cas, l'étude doit porter sur le bassin d'alimentation et de captage quand il est connu, grâce notamment à l'expérience des exploitants, aux études préalables de Déclaration d'Utilité Publique, ou aux études de traçabilité. La méconnaissance du bassin d'alimentation constitue un frein à la démarche et conduit à une étude incomplète.

	des activités industrielles	<p>marquants d'exploitation, les connaissances et l'expérience des exploitants</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Recensement et analyse des sites et sols pollués du secteur concerné via la base de données BASOL, sites de recensement des sites pollués répertoriés par les autorités publiques, et BASIAS, bases de données des anciens sites industriels et activités de services ▪ Recensement et analyse des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement à l'aide de la base des installations classées ▪ Recensement et analyse des accidents industriels et technologiques ayant eu lieu sur le secteur d'intérêt via la base de données ARIA – base d'enregistrement des accidents technologiques du Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable, et de l'Aménagement du Territoire ▪ Recensement et analyse des émissions industrielles polluantes rejetées dans le milieu aquatique via le site Internet du Registre Français des Emissions Polluantes (Inventaire réalisé par la Direction de la prévention des pollutions et des risques industriels du MEEDDAT) ▪ Recensement et analyse des lieux de production et d'entreposage des déchets radioactifs via l'inventaire de l'ANDRA (Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs)
	Vulnérabilité vis-à-vis de l'assainissement autonome et collectif	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analyse de l'influence des eaux de surface sur les eaux souterraines et consultation de l'état des lieux du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux pour vérifier la qualité des rejets des stations d'épuration ▪ Etat des lieux de l'assainissement autonome de la zone concernée par contact avec les Services Publics d'Assainissement Non Collectif (SPANC) des pays ou agglomérations de communes ▪ Connaissances et expériences des exploitants
	Vulnérabilité vis-à-vis des activités de loisirs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vérification des conditions d'assainissement autonomes des campings, aires d'accueil des gens du voyage... ▪ Connaissances et expériences des exploitants ▪ Consultation de l'historique des faits marquants d'exploitation
	Vulnérabilité vis-à-vis des voies de transports routiers et ferroviaires	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vérification de la configuration des ressources par rapport aux axes routiers et ferroviaires par discussion avec le personnel d'exploitation
	Vulnérabilité vis-à-vis des forages et des sondages, sources potentiel d'introduction de contaminations	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identification des forages et sondages sensibles au sein du périmètre de protection des ressources par contact avec les services techniques et services d'urbanismes des mairies
	Vulnérabilité vis-à-vis des actes de malveillance	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Analyse de la vulnérabilité vis-à-vis des actes de malveillance au regard des déversements de contaminants dans la ressource via le guide publié par le Ministère de la Santé « Les système d'alimentation en eau potable : évaluer leur vulnérabilité » (Ministère de la Santé et des Solidarité, 2007)

Vulnérabilité associée aux installations de captage et de transport	<ul style="list-style-type: none"> Conditions d'exploitation des ressources 	<ul style="list-style-type: none"> Comparaison des débits réels prélevés par rapport aux débits autorisés a minima sur une période de cinq ans Consultation des cahiers d'exploitations et des faits marquants Connaissances et expériences des exploitants
	<ul style="list-style-type: none"> Intégrité et sécurité des équipements, des installations, des dispositifs de surveillance du site et de la qualité de l'eau 	<ul style="list-style-type: none"> Visites sur le terrain Echanges avec le personnel d'exploitation Recherche bibliographique sur la vulnérabilité d'ouvrages similaires Consultation des faits marquants afin d'identifier les impacts des catastrophes naturelles (inondation, sécheresse...) sur les ouvrages
	<ul style="list-style-type: none"> Procédures d'intervention du personnel interne et externe à l'équipe d'exploitation 	<ul style="list-style-type: none"> Analyse des procédures d'interventions afin d'identifier les failles vis-à-vis d'introduction par le personnel de contaminations dommageables à la qualité de l'eau
	<ul style="list-style-type: none"> Vulnérabilité vis-à-vis des actes de malveillance 	<ul style="list-style-type: none"> Idem que pour l'environnement de la ressource
Vulnérabilité liée à la filière de traitement des eaux brutes	<ul style="list-style-type: none"> Intégrité et sécurité des équipements, des installations, des dispositifs de surveillance du site et de la qualité de l'eau 	<ul style="list-style-type: none"> Visites sur le terrain Echanges avec le personnel d'exploitation Recherche bibliographique sur la vulnérabilité d'installations similaires Consultation des faits marquants afin d'identifier les impacts des catastrophes naturelles (inondation, sécheresse...) sur les installations
	<ul style="list-style-type: none"> Procédures d'intervention du personnel interne et externe à l'équipe d'exploitation 	<ul style="list-style-type: none"> Analyse des procédures d'interventions afin d'identifier les failles vis-à-vis d'introduction par le personnel de contamination dommageable à la qualité de l'eau
	<ul style="list-style-type: none"> Vulnérabilité vis-à-vis des réactifs de traitement 	<ul style="list-style-type: none"> Examen des points faibles au niveau de la gestion et de la qualité des réactifs de traitement via l'historique des faits marquants d'exploitation, des fiches de non-conformités des produits de traitement, les bases de données d'astreintes Examen des procédures de gestion du stock de réactifs, de stockage et conditionnement des produits
	<ul style="list-style-type: none"> Vulnérabilité des procédés de traitement 	<ul style="list-style-type: none"> Consultation et analyse des problèmes récurrents d'exploitation via le cahier d'exploitation, les bases de données d'astreintes, les historiques des bilans d'exploitation, l'expérience et les connaissances du personnel d'exploitation

Il ressort que cette analyse de vulnérabilité ne saurait être possible sans un partenariat fort avec le personnel d'exploitation, des visites fréquentes des sites d'intérêts, et sans une bonne connaissance du système et de son environnement. L'ensemble des informations issues de cette analyse doivent être ensuite consignées par écrit et validées par l'équipe d'analyse et de maîtrise des dangers. En fonction de la complexité du système, et du degré de connaissances de la filière, cette étape peut être plus ou moins longue.

☞ Cf. Application Annexe 5 page 22

2.5 Analyse des dangers du système de production d'eaux destinées à la consommation humaine

L'étape d'analyse des dangers constitue le cœur de l'étude. Toutefois, si la littérature a pu jusqu'à présent fournir des éléments conducteurs pour les étapes précédentes, il n'en est pas de même pour les étapes à venir. A ce propos, il existe de nombreux documents qui proposent une description des principes généraux de l'analyse des dangers ; on peut citer entre autres, le Code d'usage international recommandé – principes généraux d'hygiène alimentaire (Codex Alimentarius, 2003), les plans de sécurité sanitaire des eaux de l'Organisation Mondiale de la Santé (World Health Organisation, 2005 ; World Health Organisation, 2009), la norme ISO 22000 :2005 (Association Française de Normalisation, 2005), et le guide relatif à la prise en compte de l'autosurveillance du Ministère de la Santé (Ministère de la Santé, de la Jeunesse et des Sports, 2007).

Pour autant, à ce jour, aucune méthodologie-type n'est proposée dans la littérature pour les eaux de consommation.

L'objectif des prochains paragraphes est donc de proposer une interprétation de ces principes généraux d'analyse des dangers définis dans la norme ISO 22000 :2005 (Association Française de Normalisation, 2005) ; Ces principes se déclinent en trois étapes, l'identification des dangers et de leur niveau acceptable, l'évaluation des dangers, et la détermination du mode de gestion des mesures de maîtrise.

Il ne fait pas de doute que cette analyse repose sur l'ensemble des étapes abordées précédemment.

2.5.1 Identification des dangers et niveau acceptable

A) Identification des couples dangers/causes

L'identification des dangers consiste à cibler l'ensemble des dangers plausibles dont l'élimination est nécessaire pour garantir la sécurité sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine. Ces dangers peuvent être en relation avec la qualité des eaux brutes, les installations d'exploitation, les réactifs, procédés et durées de traitement, l'expérience, les attitudes et compétences du personnel exploitant ; Ils peuvent être de nature chimique, physique, microbiologique ou radiologique (Cf. Tableau 3).

Tableau 3: Nature des dangers à identifier sur une filière de production d'eaux destinées à la consommation humaine

Dangers	Nature des dangers
<p>Dangers chimiques et physiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Contaminants présents naturellement dans les eaux brutes ▪ Contaminants rajoutés au cours du traitement des eaux brutes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Paramètres faisant l'objet de limites de qualité d'après l'arrêté du 11/01/2007 du Code de la Santé Publique. Certains de ces réactifs font l'objet d'une évaluation des risques sanitaires par l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, 2007) ▪ Paramètres faisant l'objet de limites de qualité internes au producteur d'eau
<p>Dangers microbiologiques</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bactéries ▪ Virus ▪ Parasites et protozoaires 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Germes associés à l'homme, aux animaux, ou les germes présents naturellement dans l'eau ▪ Voir annexe 3 : liste de germes hydriques classiques et émergents pouvant être pris en compte dans l'identification des dangers microbiologiques
<p>Dangers radiologiques</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dangers radiologiques de nature anthropique ▪ Dangers radiologiques d'origine naturelle 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sources radioactives utilisés par l'industrie pharmaceutique, les hôpitaux, les activités minières... ▪ Radioactivité naturelle des sols

En pratique, la méthodologie choisie pour mener à bien cette étape est la collecte et l'analyse des dangers au cours de réunions de brainstorming. Chaque membre de l'équipe y fait part des dangers qu'il a jugés plausibles au niveau de la filière de production, et le but est de permettre à chacun d'exprimer ses idées librement, sans réserve, ni critique ou autocensure.

Il convient ensuite de rechercher les causes et origines associés à ces dangers, notamment au travers de l'étude de vulnérabilité réalisée au préalable. Cette étude ne garantit pas une identification de toutes les causes, mais elle a le mérite de poser les bases et le contexte nécessaires pour une discussion structurée autour de la méthode des « 5M ». Cette méthode, à laquelle a été rajouté le facteur « Maintenance », a été retenue dans la mesure où elle permet de s'interroger sur les différents facteurs à l'origine d'un danger. Ces facteurs sont décrits dans le tableau suivant.

Tableau 4: Causes potentielles d'un danger d'après la méthode des "5 M"

Les six facteurs à l'origine d'un danger	
<u>M</u>atière	Les eaux brutes, réactifs
<u>M</u>ain d'œuvre	Compétences du personnel interne, des intervenants extérieurs, organisation, management du personnel...
<u>M</u>atériel	Equipements, outillages, machines...
<u>M</u>éthode	Mode opératoire, instruction, recommandation, procédés utilisés, procédures...
<u>M</u>ilieu	Environnement humain ou physique, localisation géographique...
<u>M</u>aintenance	Réparation, interventions sur les ouvrages, les procédés, modes opératoires...

B) Détermination des niveaux acceptables de dangers

On appelle niveau acceptable de danger à une étape donnée, le niveau de qualité nécessaire afin de garantir la sécurité sanitaire de l'eau à l'étape suivante du processus de production. Ce niveau acceptable se réfère aux exigences sanitaires requises pour la consommation directe de l'eau et peut être déterminé grâce aux informations suivantes :

- Les exigences de qualité internes aux producteurs d'eau, en général plus strictes que les références et limites de qualité de l'arrêté du 11/01/2007 du Code de la Santé Publique
- Les références de qualité de l'arrêté du 11/01/2007 du Code de la Santé Publique
- Les limites de qualité de l'arrêté du 11/01/2007 du Code de la Santé Publique
- Les exigences de confort des consommateurs

Dans le cas où plusieurs niveaux acceptables sont possibles, il reste préférable de choisir le niveau le plus strict, ou dans le cas contraire, s'il n'en existe pas, une concertation globale avec l'équipe en charge de la démarche peut éventuellement mener à en déterminer un.

Les résultats de cette étape d'identification des dangers doivent faire l'objet d'une validation et d'un enregistrement par l'équipe d'analyse des dangers, et chaque niveau acceptable déterminé doit être justifié.

2.5.2 Evaluation des dangers

Certains dangers identifiés nécessitent une maîtrise du système de production, afin d'éviter qu'ils ne dépassent le niveau acceptable de danger défini. L'enjeu à ce stade, est

donc de pouvoir différencier ces dangers significatifs, des autres, de façon objective, pertinente et reproductible.

L'approche proposée par cette étude est une adaptation de la méthode AMDEC et repose sur le classement des dangers en fonction de leur gravité, de leur fréquence et de leur détectabilité. Un classement classique à partir des seules notions de gravité et de fréquence aurait pu être adopté mais il n'a pas été retenu ; la notion de détectabilité a en effet été utilisée afin de permettre une plus grande nuance et précision du niveau de danger.

A) Evaluation de la gravité d'un danger

La gravité d'un danger se réfère directement à l'impact de celui-ci sur la santé humaine, contrairement à la fréquence et à la détectabilité. Pour ces raisons, il a donc été décidé, d'accorder un poids plus lourd à la gravité par rapport aux autres critères d'évaluation du niveau de danger. Il convient également de rajouter, que cette pondération plus importante de la gravité évite de se retrouver avec une même classification, des dangers rares et catastrophiques, et des dangers fréquents mais de gravité bénigne.

Le tableau suivant, qui présente la notation établie pour la gravité, tout comme les autres présentés dans les paragraphes suivants, a été élaboré pour l'analyse des dangers au niveau de l'usine d'affinage des eaux souterraines de Saint-Cloud (Cf. annexe 5). Il a donc été choisi, afin de permettre une meilleure compréhension des paramètres d'évaluation des dangers par les exploitants, de reprendre les notions de non-conformité mineure, et de non-conformité majeure, utilisées à Eau de Paris. On désigne ainsi :

- Par non-conformité mineure : le non-respect des exigences internes à l'organisme, spécifiées dans les documents internes ou dans les objectifs de la Politique Qualité- Environnement- Sécurité.
- Par non-conformité majeure : le non-respect des exigences législatives et réglementaires liées à la qualité de l'eau, à l'environnement, ou à la santé-sécurité, auxquelles l'organisme est soumis.

Tableau 5: Notation de la gravité (G) des dangers

Evaluation de la gravité du danger		
Note	Gravité	Commentaires
2	Mineur	Impact à court-terme ou localisé sur le système de production: perturbations brèves du système– pas de non-conformité sanitaire observée
4	Modérée	Impact généralisé ou à long terme sur le système de production : perturbations significatives du système - non-conformité mineur observée
8	Majeur	Système de production compromis - Impact sanitaire réglementaire : effet possible sur la santé humaine - Non-conformité majeure observée
16	Catastrophique	Impact sur la santé humaine - Arrêt totale du système de production

B) Evaluation de la fréquence d'apparition d'un danger

Il convient, dans un premier temps de distinguer la notion d'évaluation de la fréquence d'une défaillance de celle de l'évaluation de la fréquence d'un danger.

Dans le premier cas en effet, la fréquence considérée est la fréquence d'apparition des causes de la défaillance. L'hypothèse est faite en effet, que l'occurrence d'une cause donnée, aboutit quasi-systématiquement à une défaillance.

Au contraire dans le second cas, il a été décidé de ne tenir compte que de la fréquence d'apparition des dangers. En effet, même si la notion de dangers comprend aussi les défaillances, l'occurrence de la cause d'un danger, ou d'une défaillance n'aboutit pas systématiquement à un impact sanitaire, objet de la présente étude. Le tableau 6 présente à cet égard, l'interprétation faite par cette étude de l'évaluation de la fréquence d'un danger.

Tableau 6: Notation de la fréquence (F) d'apparition des dangers

Evaluation de la fréquence d'apparition des causes du danger		
Note	Fréquence	Commentaires
1	Rare	Faible probabilité d'apparition, pas observé dans le passé
2	Occasionnel	Evénement possible sous certaines conditions ; la probabilité d'apparition ne peut pas être complètement écarté
3	Fréquent	Evénement survenu dans le passé, ayant un fort potentiel de se reproduire
4	Très fréquent	Evénement survenu dans le passé, avec une très forte probabilité d'apparition, voire répétitif

C) Evaluation de la détectabilité d'un danger

La notion de détectabilité caractérise l'aptitude d'un danger à être détecté. La notation établie est présentée dans le tableau 7.

Tableau 7: Notation de la détectabilité (D) des dangers

Evaluation de la détectabilité du danger		
Note	Détectabilité	Commentaires
1	Facilement détectable	Détectable avant la survenue du danger -analyseur en continu
2	Détectable	Détection du danger possible - analyse fréquente (supérieure à une fois tous les six mois)
3	Peu détectable	Détection possible mais aléatoire – analyse peu fréquente (inférieur à une fois tous les six mois)
4	Pas détectable	Aucune détection possible – pas d'analyse

D) Détermination de la criticité d'un danger

La criticité, obtenue par produit de la gravité, de la fréquence et de la détectabilité, permet le classement des dangers par niveau. L'équipe en charge de la démarche d'analyse et de maîtrise préventive des dangers attribue une note à chaque critère d'évaluation, par concertation et consensus commun ; la criticité est alors obtenue par le produit des trois.

Il en découle l'échelle de classification des dangers suivante :

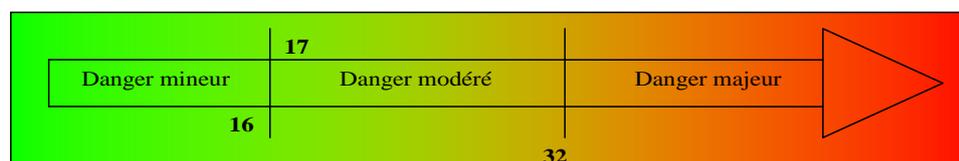


Figure 3: Niveaux de dangers obtenus à partir de la criticité

Aussi, à l'issue de cette étape, l'ensemble des informations collectées doivent faire l'objet d'une validation et d'un enregistrement par l'équipe d'analyse des dangers.

☞ Cf. Application Annexe 5 page 37

2.6 Détermination du mode de gestion des mesures de maîtrise

A) Détermination des mesures de maîtrise préventive

La démarche d'analyse et de maîtrise des dangers, comme son nom l'indique, ne se limite pas à un simple inventaire des dangers du système de production. Il est également question de réfléchir et de répertorier les moyens existants ou potentiels, pour prévenir ou

éliminer les dangers identifiés: on parle alors de mesures de maîtrise préventive existantes ou de mesures de maîtrise à prévoir. Ces mesures doivent être renseignées, dans la mesure du possible, pour chaque cause de danger identifiée, et doivent faire l'objet d'une validation et d'un enregistrement par l'équipe chargée de la démarche.

L'étape suivante consiste alors, à réfléchir aux plans d'actions à mettre en place afin de s'assurer de l'efficacité de ces mesures ; ces plans peuvent faire l'objet d'un plan HACCP ou d'un programme prérequis opérationnel, comme détaillé ci-après.

B) Définitions d'un Critical Control Point (CCP), d'un plan HACCP, d'un seuil critique et d'un programme prérequis opérationnel (PrPo)

La figure suivante propose de faire un point sur l'état d'avancement de la démarche, et d'éclaircir les notions de plan HACCP, de seuil critique et de programme prérequis opérationnel, tels que définis au travers de cette étude. On distingue, à cet égard, différents types de gestion des mesures de maîtrise.

Certaines mesures permettent en effet une gestion plus poussée que d'autres, et peuvent faire l'objet d'une surveillance⁵ ; elles sont alors gérées par un plan HACCP, et les étapes auxquelles elles interviennent constituent des CCP (Cf. Figure 3). Cette surveillance est en général continue, mais elle peut, lorsque les techniques d'analyse ne le permettent pas (cas des paramètres biologiques), être discontinue. Dans ce cas, les fréquences d'analyses doivent bien évidemment permettre un suivi rapproché de la mesure de maîtrise en question. Pour ces deux cas de figure, il est alors nécessaire de fixer un seuil critique, à savoir un critère mesurable, qui atteste de la bonne mise en œuvre de la mesure de maîtrise, et qui déclenche les actions à mettre en place par l'exploitant afin de ne pas atteindre le niveau inacceptable de danger. Ces seuils, sont en général, des seuils d'exploitation, souvent inférieurs aux limites de qualité, afin de laisser un temps de réaction à l'exploitant.

D'autres mesures de maîtrise, au contraire, ne permettent qu'un type de gestion plus souple, souvent à long terme, basé sur la vérification⁶ ponctuelle de leur bon fonctionnement. Ces mesures font surtout appel, à la vigilance de l'exploitant et font l'objet d'un programme prérequis opérationnel.

Par ailleurs, contrairement aux idées reçues, il n'a pas semblé pertinent d'accorder une plus grande importance aux plans HACCP aux dépens des programmes prérequis

⁵ La surveillance est l'action de procéder à une séquence programmée d'observations ou de mesurages afin d'évaluer si les mesures de maîtrise fonctionnent comme prévues. (D'après les définitions de la norme ISO 22000 :2005)

⁶ La vérification est la confirmation par des preuves tangibles que les exigences spécifiées ont été satisfaites et que les mesures de maîtrise fonctionnent comme prévues.

opérationnels. Ils revêtent en effet, le même degré de nécessité, même si de façon pragmatique, la mise en place des plans HACCP requiert un suivi plus attentif de la part de l'exploitant.

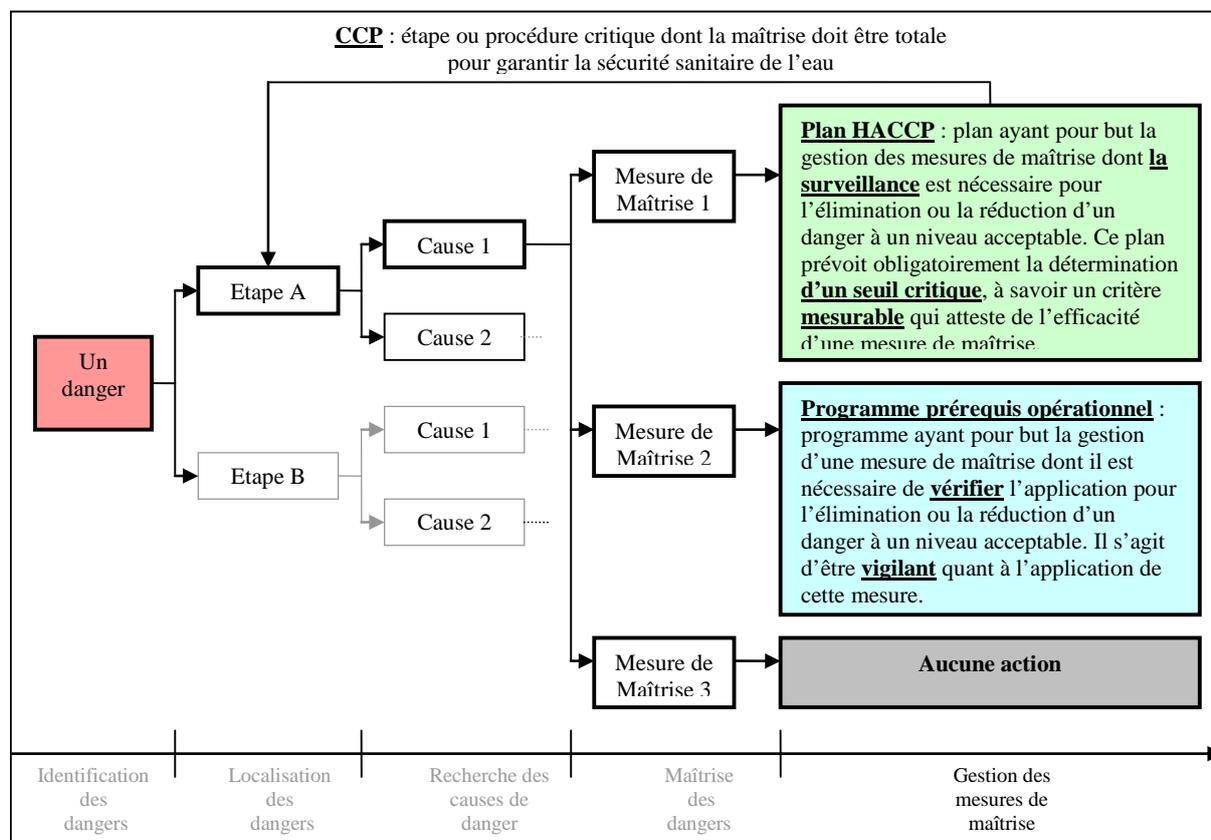


Figure 4: Gestion des mesures de maîtrise des dangers, et définition des notions de plan HACCP, de programme prérequis opérationnel, de seuil critique et de CCP.

Il reste maintenant à présenter et à expliquer la méthodologie retenue afin de déterminer le type de gestion à associer à chaque mesure de maîtrise, et à justifier le choix parmi, plan HACCP, programme prérequis opérationnel, et inaction.

C) Méthodologie proposée pour la détermination de la gestion des mesures de maîtrise

L'approche élaborée au travers de cette étude est une adaptation de l'arbre HACCP du Codex Alimentarius ; son but est de fournir à l'équipe d'analyse des dangers un outil objectif, cohérent, et reproductible afin d'évaluer le type de gestion à mettre en place pour chaque mesure de maîtrise (Cf. Q2-oui). Cet arbre se présente sous la forme de cinq questions, auxquelles, l'équipe d'analyse des dangers est invitée à répondre par consensus commun (Cf. Figure 5)

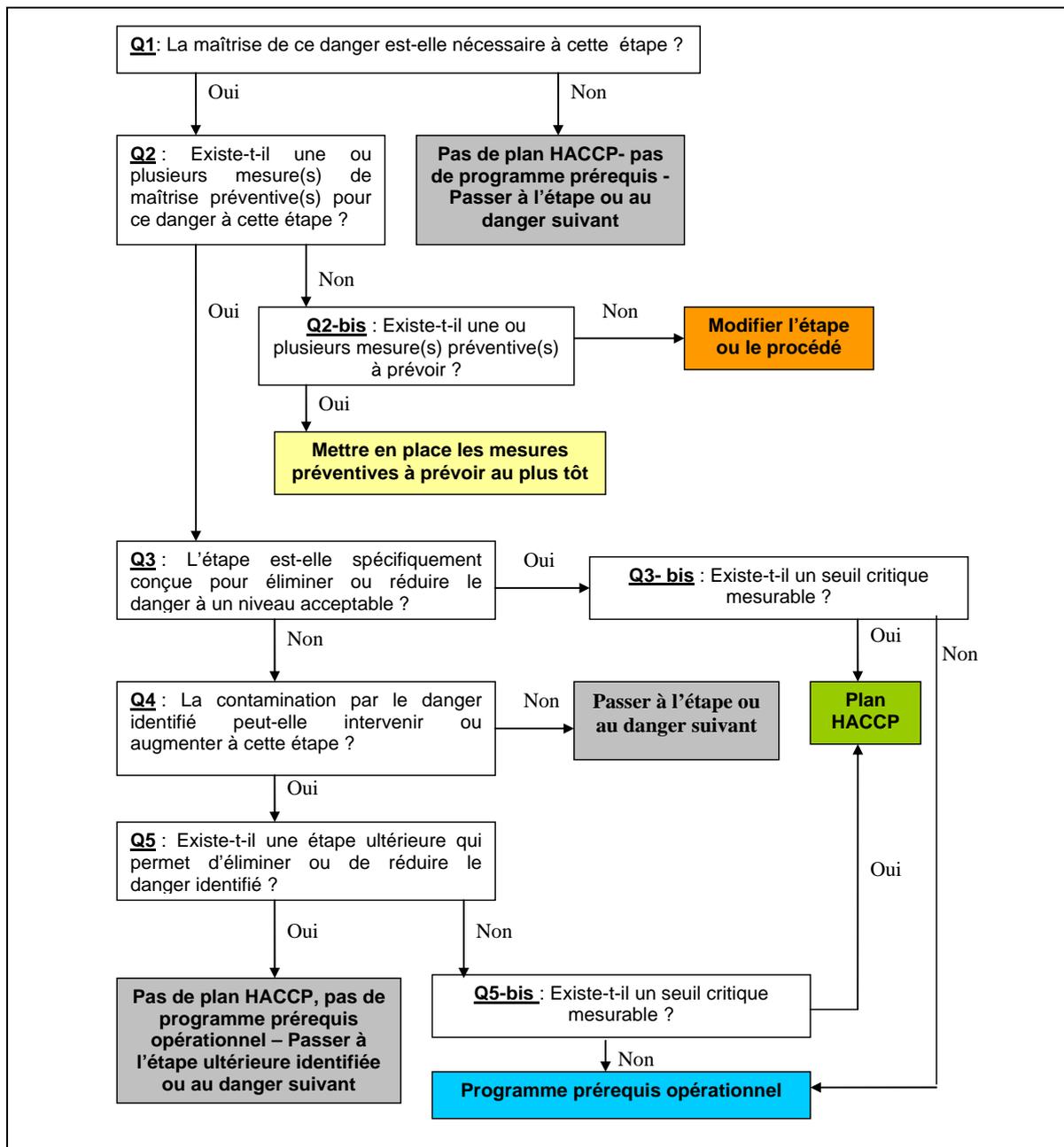


Figure 5: Arbre d'aide à la décision quant à la gestion à associer aux mesures de maîtrise préventive

En pratique, cet arbre fait ressortir le point commun entre les plans HACCP et les programmes prérequis ; ces derniers ne s'appliquent en effet, qu'au dernier point de la filière où des actions peuvent être mises en place pour l'élimination ou la réduction du danger à un niveau acceptable. Il peut s'agir d'étapes spécialement conçues pour l'élimination du danger (Cf. Q3-oui), ou non (Cf. Q3-non et Q5-non). Il ne s'agit pas en effet de se retrouver à gérer des mesures de maîtrise à outrance, mais il s'agit bien, de verrouiller les points-clé où la maîtrise du danger est nécessaire (Cf. Q1-oui), et d'alléger les étapes où elle ne l'est pas (Cf. Q1-non et Q5-oui). Les plans HACCP et les programmes prérequis opérationnels permettent par ailleurs, la maîtrise de dangers non pris en charge par les programmes prérequis.

Ce tableau prend également en compte la différence entre un plan HACCP et un programme prérequis, à savoir la notion de surveillance et de seuil critique (Cf. paragraphe...). En effet, la mise en place d'un plan HACCP implique systématiquement une faisabilité en matière de surveillance (Cf. Q3-bis-oui et Q5-bis-oui), contrairement au programme prérequis (Cf. Q3-bis-non et Q5-bis-non).

Aussi, il peut arriver, pour un danger dont la maîtrise est indispensable à une étape donnée, qu'il n'existe aucune mesure de maîtrise (Cf. Q2-non). Deux solutions sont alors envisageables. La première consiste à la mise en place au plus tôt des mesures de maîtrise à prévoir, suivie d'une mise à jour de la démarche (Cf. Q2-bis-oui) ; ou, quand il n'existe aucune solution de maîtrise du danger à l'étape donnée, une modification de la filière est alors à envisager (Q2-bis-non).

Enfin, il faut rajouter qu'il n'est pas nécessaire de mettre en place des moyens de gestion des mesures de maîtrise aux étapes où le danger n'est pas susceptible d'intervenir ou d'amplifier (Cf. Q4-non) ; ce qui ne remet pas en cause la légitimité de la mesure de maîtrise à ladite étape.

D) Détermination des plans HACCP, des programmes prérequis opérationnels et des mesures correctives

Ces étapes consistent à apporter des précisions, concernant l'ensemble des plans HACCP et des programmes prérequis opérationnels précédemment identifiés. Il s'agit de déterminer :

- la nature et le contenu des plans de gestion ainsi que leurs objectifs. Pour ce faire, une concertation avec les exploitants, des visites sur le terrain, ainsi que la consultation de ressources bibliographiques, peuvent aider à renseigner ces informations.
- les mesures correctives à mettre en place en cas d'inefficacité des mesures de maîtrise; il s'agit en effet de réfléchir aux actions à mettre en œuvre afin d'éliminer la cause d'une non-conformité détectée, ou de tout autre situation indésirable (définitions de la norme ISO 22 000 ; Association Française de Normalisation, 2006). Là aussi, une concertation entre les membres de l'équipe d'analyse et les exploitants peut s'avérer utile afin de définir ces mesures.

Il faut ensuite savoir que ces plans de gestion ne peuvent pas tous être appliqués dans l'immédiat par l'exploitant ; ils nécessitent en effet, des moyens financiers, technologiques, et humains, plus ou moins importants ; ce qui explique que dans un premier temps, seuls les plans de gestion, dont la maîtrise des dangers a été jugée prioritaire sont à prendre en compte.

En accord avec les personnes référentes pour cette étude, et à partir de l'évaluation des dangers effectuée précédemment (Cf. Paragraphe...), il a donc été décidé de prioriser la mise en place de ces plans de gestion. Il s'agit en premier lieu de ne considérer, que les plans HACCP et les programmes prérequis associées à un danger modéré ou majeur (criticité strictement supérieure à 17, Cf. Paragraphe...). Il est question ensuite de prendre en compte les autres plans HACCP et programme prérequis associés aux dangers mineurs (criticité inférieure à 16). Toutefois, il convient de distinguer parmi ces derniers programmes prérequis, les programmes prérequis endogènes, sous le contrôle direct des exploitants (exemple :programme de maintenance des installations dont l'efficacité est évaluée directement par les exploitants), des programmes prérequis exogènes, dont l'évaluation de l'efficacité est placée sous le contrôle d'autorité régionale, nationale ou européennes (exemple des mesures agro-environnementales visant à diminuer la teneur en pesticides dans les sols et dont le bilan et l'évaluation est à l'initiative des autorités agricoles nationales et européennes). C'est en ce sens, que l'attention de l'exploitant doit d'abord portée sur les programmes prérequis endogènes.

☞ Cf. Application Annexe 5 page 70

E) Validation et enregistrement des plans HACCP et des programmes prérequis opérationnels

Le nombre de plans HACCP et de programmes prérequis opérationnels prioritaires varie en fonction de la nature et de la complexité du système de production d'eaux destinées à la consommation humaine. Dans tous les cas, il est nécessaire de procéder à la validation de ces plans par l'équipe d'analyse des dangers, et d'effectuer leur enregistrement en remplissant la trame disponible en annexe 4. Il convient en effet de préciser pour chaque plan ou programme prérequis prioritaire :

- le danger qui fait l'objet de mesures de maîtrise
- l'ensemble des mesures de maîtrise associées à ce danger
- le seuil critique, dans le cas d'un plan HACCP
- la fréquence de surveillance pour un plan HACCP, et de vérification pour un programme prérequis opérationnel

- les responsabilités en charges de la surveillance ou de la vérification, et celles responsables de l'interprétation des résultats obtenus
- les actions correctives à mettre en place en cas d'inefficacité des mesures de maîtrise

Cette étape d'enregistrement, la dernière qui a pu être abordée au cours de cette étude, a pour but de définir les modalités concrètes de gestions des dangers identifiés, et de responsabiliser les autorités compétentes pour l'intégration de ces plans de gestion au sein de leurs activités.

3 Analyse de l'application de la démarche à l'usine d'affinage des eaux souterraines de Saint-Cloud

L'outil méthodologique d'analyse et de maîtrise préventive des dangers proposé, a été mis en œuvre au niveau des activités de sélection, de transport et d'affinage des ressources de l'Avre : le cas d'application est présenté en annexe 5 de ce mémoire.

Cette application a permis en effet, de vérifier dans un premier temps la pertinence et la cohérence de la méthodologie proposée, et devrait permettre à terme, une amélioration de la surveillance de la qualité des eaux produites. Mais avant même de discuter des résultats obtenus, il convient tout d'abord de présenter l'objet d'application.

3.1 Présentation du cas d'application

L'étude a porté sur l'usine d'affinage de Saint-Cloud, usine de production d'eaux destinées à la consommation humaine, d'une capacité de 100 000 m³ par jour. Elle comprend un prétraitement au charbon actif (élimination des micropolluants organiques), une préfiltration sur tamis (protection des modules membranaires en aval), une étape d'ultrafiltration sur membrane (élimination de la turbidité) et une chloration finale avant stockage et distribution des eaux traitées aux consommateurs parisiens.

Les eaux brutes alimentant l'usine sont issues de deux sites sourciers (sources de la Vigne et sources du Breuil) et de deux sites de champs captants (champs captants de Vert-en-Drouais et de Montreuil), situés dans la vallée de l'Avre. Au total, l'usine est donc approvisionnée par neuf sources (deux pour le Breuil et sept pour la Vigne), et seize puits (dix pour Montreuil et six pour Vert-en-Drouais), pouvant fournir jusqu'à 168 600 m³ d'eau par jour.

Ces eaux brutes sont ensuite acheminées à l'usine de Saint-Cloud via l'aqueduc de l'Avre (102 kilomètres de long), à plan d'eau libre en 24 à 36 heures.

En raison de la complexité du système, il a été décidé, dès le début de l'application de la démarche d'analyse et de maîtrise préventive des dangers, de scinder l'activité de production en deux parties : il a été question de considérer d'une part, les activités de sélection et de transport des ressources de l'Avre, et d'autre part, l'activité d'affinage des eaux brutes de Saint-Cloud ; d'un point de vue organisationnel, chaque étape de la démarche a donc été menée séparément pour chacune de ces deux activités.

Il faut également remarquer, qu'en raison des disponibilités différentes des membres de l'équipe d'analyse des dangers, et en raison de la courte durée de l'étude, chaque membre n'a assisté qu'aux réunions concernant son domaine d'activité, à l'exception des

membres de la Direction Qualité Environnement qui ont coordonné et assisté à l'ensemble des travaux.

L'analyse des dangers a donc été menée sur cette base organisationnelle et conformément aux étapes décrites en seconde partie. (Cf. Annexe 5)

3.2 Résultats obtenus et discussions

3.2.1 Vulnérabilité du système de production des eaux destinées à la consommation humaine

Les points vulnérables du système de production d'eau ont pu être mis en évidence à l'issue de plusieurs visites sur le terrain, de nombreux échanges avec les exploitants et de plusieurs réunions de bilan d'exploitation.

Les informations recueillies ont donc pu montrer, dans un premier temps que les points vulnérables des ressources et des captages proviennent du contexte hydrogéologique (réseau souterrain karstique et présence de bétoires), des activités agricoles (élevages, cultures de blé, d'orge et de colza) et des activités industrielles (stockage de déchets) présentes sur les bassins d'alimentation. Les rejets non-conformes de la station d'épuration de la Ferté-Vidame, lors d'épisodes pluvieux, sont également des éléments à prendre en compte. Ces facteurs peuvent donc être à l'origine de contaminations des ressources par apport de turbidité, de nitrates, de pesticides, de solvants chlorés et de pollutions microbiologiques.

En procédant de façon analogue, les points sensibles mis en évidence pour l'aqueduc concernent son environnement immédiat (routes, chemins de fer, forêts, activités anthropiques), la nature de l'écoulement de l'eau (écoulement à plan d'eau libre) et la difficulté de détection des anomalies, notamment sur ses tronçons enterrés. Ces points de vulnérabilités peuvent donc mener respectivement, à des ruptures d'ouvrages, des fissurations ainsi qu'à des infiltrations difficilement détectables.

Par ailleurs, au niveau de l'activité d'affinage des eaux brutes de Saint-Cloud, l'ultrafiltration membranaire présente également certains points sensibles. Il s'agit d'une part, de l'absence de programmes définis pour l'entretien des modules membranaires, et d'autre part, de l'impossibilité actuelle d'exploiter les données des compteurs de particules, données nécessaires pour connaître la qualité des eaux ultrafiltrées. La non-maîtrise de ces deux éléments peut mener alors à une dégradation potentielle de la qualité des eaux ultrafiltrées.

3.2.2 Résultats de la démarche d'analyse et de maîtrise préventive des dangers

Sur la base de l'étude de vulnérabilité, l'analyse menée au niveau des activités de sélection, de transport et d'affinage des ressources de l'Avre, a abouti à l'identification de 48 dangers, parmi lesquels 23 sont de nature chimique, 13 de nature microbiologique, et 12 de nature physique (Cf. Annexe 5 page 38).

Parmi ces dangers, 17⁷ ont été jugés significatifs vis-à-vis de la sécurité sanitaire de l'eau (score de criticité strictement supérieur à 17), et la gestion de leurs mesures de maîtrise a abouti à la détermination de :

- 10 plans HACCP et 8 programmes prérequis opérationnels pour l'activité d'affinage de Saint-Cloud
- 1 plan HACCP et 3 programmes prérequis opérationnels pour l'activité de transport des eaux brutes en aqueduc
- 1 plan HACCP associés aux ressources et aux captages (sources de la Vigne)

Il ressort de ces résultats, que les plans de gestion des mesures de maîtrise des dangers significatifs sont plus nombreux au niveau de l'activité d'affinage de Saint-Cloud. Ce constat peut effectivement s'expliquer du fait que, par définition, les plans de gestion des mesures de maîtrise ne s'appliquent qu'au dernier point de la filière, où l'élimination ou la réduction du danger à un niveau acceptable est possible. Or, il se trouve, qu'à l'exception des nitrates, l'ensemble des dangers significatifs identifiés pour les activités de sélection et de transport des ressources, sont maîtrisables au niveau de l'usine d'affinage de Saint-Cloud : d'où l'unique plan HACCP relatif aux nitrates, au niveau des ressources de la Vigne.

Ces résultats ont également permis de mettre en évidence les étapes critiques de l'usine d'affinage de Saint-Cloud. Il s'agit en effet des étapes d'ultrafiltration membranaire, de prétraitement au CAP et de désinfection ; Ces étapes devront donc, faire l'objet d'une bonne maîtrise de la part de l'exploitant, et venir intégrer ou renforcer le programme d'autosurveillance.

3.3 Recommandations et perspectives d'évolution

Il ressort, aux regards des résultats obtenus, que cette étude ne saurait être complète sans :

- une étude plus approfondie des programmes prérequis ; même si leur application est explicite au niveau des sites de production, il conviendrait toutefois de

⁷ Parmi les 17 dangers significatifs, 9 sont de nature chimiques, 5 de nature microbiologiques et 3 de nature physique.

formaliser l'ensemble de ces procédures dans un seul et unique document, à partir notamment des documents relatifs à la qualité de l'eau, et du manuel d'hygiène propre aux sites d'intérêt. Une phase ultérieure devrait alors permettre de compléter et valider l'ensemble des informations obtenues par des visites sur le terrain.

- l'enregistrement des modalités concrètes d'application des programmes prérequis opérationnels et des plans HACCP. Cette étape a en effet été décrite dans la partie méthodologique de ce mémoire (Cf. Paragraphe 2.6 E), mais, n'a pas pu être mise en œuvre en raison de la courte durée de l'étude.
- la mise en place au plus tôt des mesures de maîtrise préventives à prévoir répertoriés dans l'analyse des dangers. Il s'agit pour rappel, de mesures de maîtrise qui n'existent pas sur la filière de production, mais qui doivent être mises en place par les producteurs pour la maîtrise d'un danger. Dans le cas d'Eau de Paris, les mesures préventives à prévoir relatives à l'UV-254, à la turbidité et aux nitrates devront systématiquement être traitées en priorité, dans la mesure où il s'agit de facteurs limitant le fonctionnement de l'usine d'affinage de Saint-Cloud.

Il ne fait nul doute enfin, que cette démarche doit faire l'objet de mises à jour régulières, afin d'incorporer toutes modifications de la filière de production, ou tout changement du mode d'exploitation.

Une mise à jour, devra donc être prévue très prochainement à l'issue de la modification de la filière de production de Saint-Cloud (passage des trois blocs membranaires du second étage au premier étage, et mise en place au second étage de filtres à sable).

Conclusion

Les eaux destinées à la consommation humaine sont soumises à des contraintes particulières, qui diffèrent en bien des points des contraintes du secteur agro-alimentaire : l'eau est en effet distribuée en continu, et il n'est pas possible d'avoir recourt à des « retours de lots », en cas de détection tardive d'une non-conformité sanitaire ; d'où la nécessité de développer une approche de gestion préventive de la qualité de l'eau.

Le contexte de production des denrées alimentaires étant très différent de celui de l'eau, il a donc fallu adapter une méthode de gestion préventive de la qualité spécifique aux eaux de consommation. Cette étude propose ainsi, une méthodologie générale d'analyse et de maîtrise préventive des dangers, au niveau d'une filière de production d'eaux de consommation, à partir de ressources souterraines.

La méthodologie proposée s'articule alors, autour des principes généraux de management de la sécurité sanitaire des denrées alimentaires décrits par la norme ISO 22000, et en propose une interprétation, conformément aux contraintes de production des eaux de consommation. Il a donc été question de proposer des outils méthodologiques pour la description du système de production, la définition des programmes prérequis, l'analyse de la vulnérabilité et des dangers de la filière, ainsi que pour la détermination du mode de gestion des mesures de maîtrise des dangers identifiés.

Cette démarche a ensuite été ajustée et appliquée à l'usine d'affinage des eaux souterraines de Saint-Cloud. Elle a permis de mettre en évidence les dangers significatifs vis-à-vis de la sécurité sanitaire de l'eau, pour la plupart associés aux étapes d'ultrafiltration membranaire (premier et second étage), de prétraitement au charbon actif, et de désinfection. Ces étapes nécessiteront alors la mise en place, voire le renforcement des moyens de surveillance ou de vérification qui leur sont associés, et l'ensemble des informations relatives à leur gestion devront faire l'objet d'un enregistrement afin d'établir les modalités concrètes de leur maîtrise.

Enfin, une attention particulière devra également être portée aux mesures visant à l'amélioration de la maîtrise de certains dangers, au même titre que les modifications à venir au niveau de la filière de Saint-Cloud, pour la mise à jour de la présente démarche d'analyse et de maîtrise préventive des dangers.

Bibliographie

Ministère de la Santé, de la Jeunesse et des Sports. Guide relatif à la prise en compte de la surveillance dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine. Ministère de la Santé, de la Jeunesse et des Sports, 2007, 92p.

Association Française de Normalisation. Systèmes de management de la sécurité des denrées alimentaires – Exigences pour tout organisme appartenant à la chaîne alimentaire. ISO 22000:2005/Cor.1:2006 (F), 2006, 35p.

World Health Organisation. Water Safety Plan Manual- Step-by-step risk management for drinking-water suppliers. World Health Organisation, 2009, 101p.

Ministère de la Santé, de la Jeunesse et des Sports. Les systèmes d'alimentation en eau potable – Evaluer leur vulnérabilité. Ministère de la Santé, de la Jeunesse et des Sports, 2007, 103p.

The Cooperative Research Centre for Water Quality and Treatment. A guide to hazard identification & risk assessment for drinking water supplies. The Cooperative Research Centre for Water Quality and Treatment, 2004, 79p.

Codex Alimentarius. Code d'usage international recommandé – principes généraux d'hygiène alimentaire. Codex Alimentarius, 2003, 29p.

World Health Organisation. Water Safety Plans- Managing drinking-water quality from catchments to consumers. World Health Organisation, 2005, 244p.

Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. Evaluation des risques sanitaires liés aux situations de dépassements des limites et références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine. Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, 2004 à 2007, 252p.

Ministère de l'Ecologie, du Développement et l'Aménagement Durable. Pollution des sols BASOL [en ligne]. Disponible sur : < <http://basol.ecologie.gouv.fr/>> (consulté en mai et juin 2009)

Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer. Inventaire d'anciens sites industriels et activités de services. Disponible sur < <http://basias.brgm.fr/>> (consulté en mai et juin 2009)

Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer. Registre français des émissions polluantes – IREP INERIS. Disponible sur <http://www.pollutionsindustrielles.ecologie.gouv.fr/IREP/index.php> (consulté en mai et juin 2009)

Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer. Prévention des risques et luttés contre les pollutions – Inspection des Installations Classées. Disponible sur < <http://installationsclassees.ecologie.gouv.fr/> > (consulté en mai et juin 2009)

Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer. ARIA. Disponible sur < http://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/barpi_stats.qnc?Destination=contexte&contexte=/barpi_3252.jsp> (consulté en mai et juin 2009)

Santé Canada. Les bactéries pathogènes d'origine hydrique : micro-organismes préoccupants courants et émergents. Santé Canada, 2006, 43p.

Santé Canada. Les virus hydriques. Santé Canada, 2004, 31p.

Santé Canada. Les protozoaires : la Giardia et le Cryptosporidium. Santé Canada, 2004, 85p.

Liste des annexes

Annexe 1 : Principes et étapes de la démarche HACCP

Annexe 2 : Principe de base des plans de sécurité sanitaire des eaux

Annexe 3 : Exemples de dangers microbiologiques

Annexe 4 : Trame d'enregistrement des plans HACCP et des programmes prérequis opérationnels

Annexe 5 : Application de la démarche d'analyse et de maîtrise préventive des dangers proposée à l'usine d'affinage de Saint-Cloud

Annexe 1 : Principes et étapes de la démarche HACCP

La méthode HACCP comprend sept principes qui sont:

- principe 1 : procéder à une analyse des dangers
- principe 2 : déterminer les points critiques pour la maîtrise
- principe 3 : fixer le ou les seuils critiques
- principe 4 : mettre en place un système de surveillance permettant de maîtriser les CCP
- principe 5 : déterminer les mesures correctives à prendre lorsque la surveillance révèle qu'un CCP donné n'est pas maîtrisé
- principe 6 : appliquer les procédures de vérification afin de confirmer que le système HACCP fonctionne efficacement
- principe 7 : constituer un dossier présentant toutes les procédures et tous les relevés concernant ces principes et leur mise en application

Ces principes se traduisent par douze étapes :

- étape 1 : constituer l'équipe HACCP
- étape 2 : décrire le produit
- étape 3 : déterminer l'utilisation prévue du produit
- étape 4 : établir le diagramme du système de production
- étape 5 : validation du diagramme
- étape 6 : procéder à l'analyse des dangers
- étape 7 : déterminer les points critiques pour la maîtrise des dangers (CCP)
- étape 8 : fixer les seuils critiques
- étape 9 : mettre en place un système de surveillance des limites critiques permettant de s'assurer que les CCP sont maîtrisés

- étape 10 : déterminer les mesures correctives à prendre lorsque la surveillance révèle qu'un CCP donné n'est pas maîtrisé
- étape 11 : appliquer des procédures de vérification afin de confirmer que le système HACCP fonctionne efficacement.
- étape 12 : constituer un dossier dans lequel figurent toutes les procédures et tous les relevés concernant ces principes et leur mise en application

Annexe 2 : Principe de base des plans de sécurité sanitaire des eaux

Les principes de bases des plans de sécurité sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine (Water Safety Plan) sont les suivants :

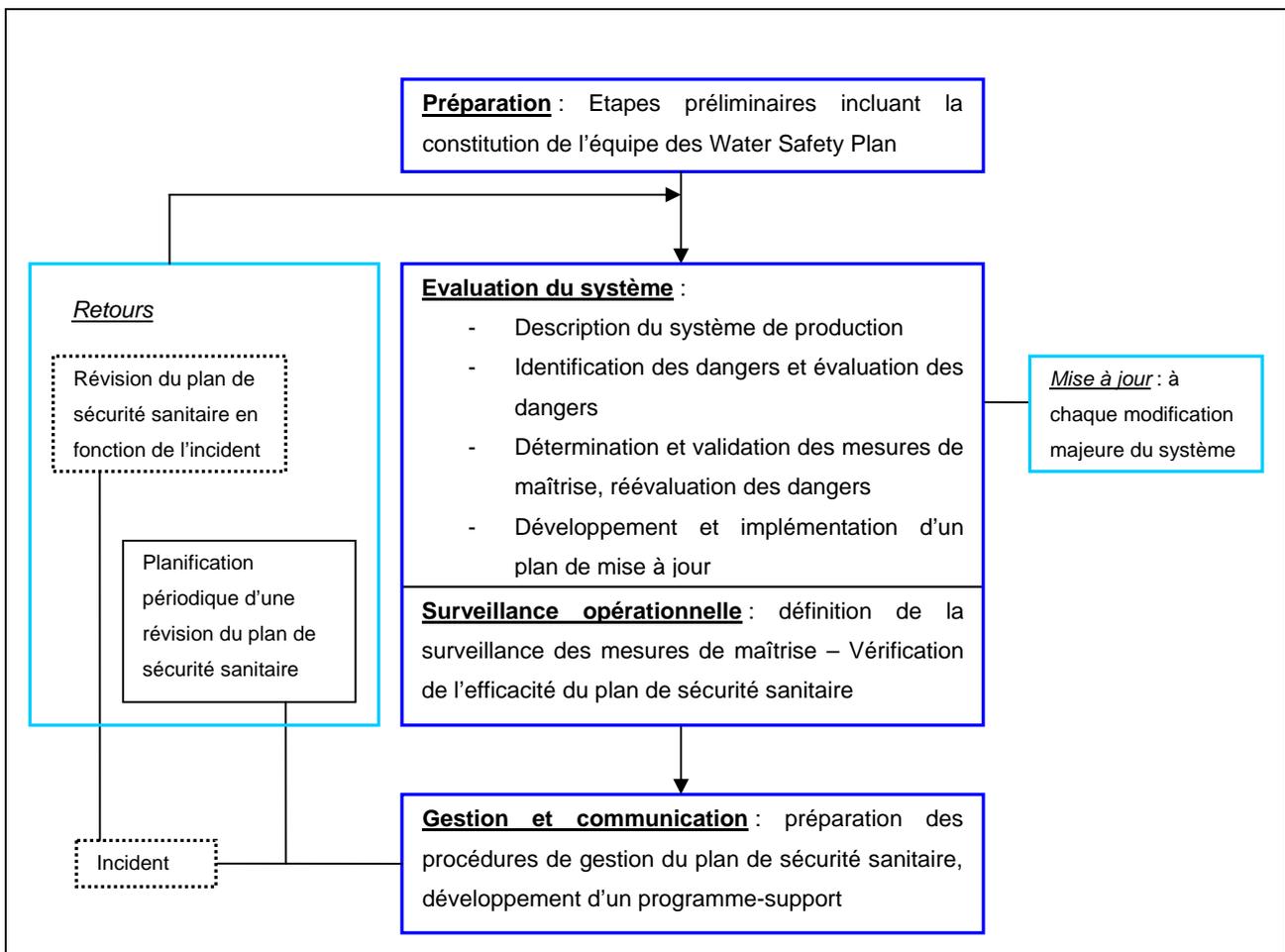


Figure 6: Principe généraux des plans de sécurité sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine (Organisation Mondiale de la Santé, 2009)

Annexe 3 : Exemples de dangers microbiologiques

Le tableau suivant présente quelques exemples de pathogènes hydriques courants ou émergents pouvant être inclus dans la liste des dangers biologiques.

Tableau 8: Exemples de pathogènes hydriques (sources: Santé Canada)

Dangers biologiques	Exemple de germes	Origine des germes
Bactéries	E. Coli	Matières fécales humaines et animales
	Shigella dysenteriae	Matières fécales animales
	Salmonella spp.	
	Campylobacter spp.	
	Yersinia enterocolitica	
	Legionella	Sources environnementales
	Mycobactérium avium	
	Cyanobactéries	
	Aeromonas hydrophila	
	Helicobacter Piloni	Bactéries commensales de l'homme
Staphylococcus aureus		
Virus	Virus de l'hépatite A	Matières fécales humaines
	Adénovirus	
	Entérovirus	
	Norovirus	
	Parvovirus	
	Virus de l'hépatite E	Matières fécales animales
	Sapovirus	
	Rotavirus	Matières fécales humaines et animales
	Astrovirus	
Protozoaires et parasites	Cryptosporidium parvum	Matières fécales humaines et animales
	Les amibes	
	Cyclospora cayetenensis	Matières fécales humaines
	Giardia Lamblia	
	Ascaris lumbricoides	
	Microsporidies	Sources environnementales

Annexe 4 : Trame d'enregistrement des plans HACCP et des programmes prérequis opérationnels

Dangers	Etape ou CCP	N° de plan HACCP ou de programme prérequis opérationnel	Détail du plan HACCP ou du programme prérequis opérationnel	Détails des mesures de maîtrise associées	Seuils critiques (uniquement pour les plans HACCP)	Fréquence et méthodes de surveillance ou de vérification	Responsabilités et autorités en charge de la surveillance ou de la vérification	Responsabilités et autorités en charge de l'interprétation des résultats de la surveillance ou de la vérification	Action corrective	Document de référence / Document de traçabilité

Annexe 5 : Application de la démarche d'analyse et de maîtrise préventive des dangers proposée à l'usine d'affinage de Saint-Cloud



EHESP

EAU DE PARIS

Ingénieur du Génie Sanitaire

Promotion : **2008 - 2009**

Date du Jury : **29 septembre 2009**

**Application de la démarche d'analyse
et de maîtrise des dangers proposée à
l'usine de production d'eaux destinées
à la consommation humaine de Saint-
Cloud**

Présentée par :

Moïna.S DROUODE

Lieu du stage :

Eau de Paris

Référent professionnel :

Bénédicte WELTE

Référent pédagogique :

Jean-Luc POTELON

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Bénédicte WELTE, adjointe au Directeur de la Direction Qualité Environnement, pour m'avoir donné l'opportunité de mener à bien cette étude, ainsi que pour l'ensemble des conseils prodigués au cours de la réalisation de ce mémoire.

J'aimerais également remercier Jean-Luc POTELON, responsable de la filière d'Ingénieur du Génie Sanitaire de l'Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique, pour la qualité de son accompagnement pédagogique.

Mes remerciements iront ensuite à Nathalie RIBON, Ingénieur Qualité-Environnement pour son aide, ses conseils et le temps consacré au déploiement de l'étude sur l'usine d'affinage de Saint-Cloud.

Je tiens à remercier, pour leur participation active à cette étude :

- ☞ Isabelle MEHAULT : Responsable de l'Unité Ouest de Montreuil
- ☞ Karine CHARPENTIER : Responsable de laboratoire de l'Unité Ouest de Montreuil
- ☞ Jean-Yves THABAULT : Responsable de la maintenance et de l'entretien de l'Unité Ouest de Montreuil
- ☞ Alexandra JUTEAU : Technicienne de laboratoire de l'Unité Ouest de Montreuil
- ☞ Didier LEPELTIER : Responsable de l'usine d'affinage de Saint-Cloud
- ☞ Alain PLATEAU : Ingénieur de production à l'usine d'affinage de Saint-Cloud
- ☞ Olivier BLAIRET : Responsable de production à l'usine d'affinage de Saint-Cloud
- ☞ Marie LEBRUN : Technicienne de laboratoire à l'unité d'affinage de Saint-Cloud

Je souhaite remercier également toute l'équipe de la Direction Qualité Environnement, en particulier Nathalie FLEURY, chargée de mission qualité de l'eau, et Carole CECCHETTI, assistante de Direction, pour leur accueil sympathique et chaleureux.

Mes remerciements iront enfin à mes parents, mon frère, et mon compagnon, pour leur soutien constant et permanent.

Sommaire

Introduction.....	1
1 Les étapes de préparation de l'étude	3
1.1 Détermination de la zone et du périmètre d'étude	3
1.2 Constitution de l'équipe d'analyse et de maîtrise des dangers.....	3
2 Description préliminaire du système de production d'eaux destinées à la consommation humaine	4
2.1 Description préliminaire des ressources	4
2.1.1 Présentation générale	4
A) Les sources	4
• Les sources de la Vigne.....	5
• Les sources du Breuil	6
B) Les champs captants.....	6
• Le champ captant de Montreuil.....	6
• Le champ captant de Vert-en-Drouais.....	7
2.2 Présentation préliminaire des activités de sélection et de transport des eaux brutes en aqueduc	7
2.2.1 Commandes internes d'eau brute	7
2.2.2 La sélection des ressources	8
2.2.3 Transport des eaux brutes en aqueduc.....	8
• La zone de protection immédiate.....	9
• Les zones de protection rapprochées.....	9
• Les zones de protection éloignée.....	9
2.3 Présentation de l'usine d'affinage des eaux souterraines de Saint-Cloud.....	9
2.3.1 Présentation générale	9
2.3.2 Présentation de la filière de traitement des eaux	10
A) Qualité des eaux brutes et classement	10
B) Prétraitement au CAP.....	11
C) Préfiltration sur tamis	11
D) Ultrafiltration membranaire.....	12
E) Chloration finale.....	12

F)	Qualité de l'eau traitée et autosurveillance	13
2.3.3	Présentation de la filière de traitement des eaux sales	14
A)	Origine des eaux sales : le rétrolavage des membranes	14
B)	Recyclage des eaux de rétrolavage	14
2.3.4	Présentation de la filière de traitement des boues	15
A)	Stockage et épaissement	15
B)	Centrifugation	15
C)	Dévolution finale	16
D)	Rejet au réseau d'assainissement	16
3	Définition et détermination des programmes prérequis opérationnels	16
4	Analyse de la vulnérabilité du système de production des eaux destinées à la consommation.....	18
4.1	Evaluation de la vulnérabilité des ressources	18
4.1.1	Paramètres critiques des ressources.....	18
A)	Les nitrates.....	18
B)	Les pesticides.....	19
C)	Les solvants chlorés	19
D)	La turbidité.....	19
E)	Caractéristiques des ressources et tendance évolutive	19
4.1.2	Vulnérabilité des périmètres de protection.....	20
A)	État d'avancement des procédures de déclaration d'utilité publique pour la protection des captages	21
B)	État d'avancement des procédures de déclaration d'utilité publique des champs captants.....	21
C)	Inventaire des activités industrielles polluantes.....	22
D)	Inventaire des performances des installations d'assainissement.....	25
•	Pratiques d'épandage	26
•	Activités de tourisme et de loisirs	26
•	Bilan et classement des ressources	26
4.1.3	Evaluation de la vulnérabilité de l'aqueduc.....	26
A)	Etat général des ouvrages.....	26
B)	Contraintes liées à l'environnement de l'aqueduc	27
C)	Contraintes liées au temps de séjour dans l'aqueduc	27
D)	Contraintes induites par l'écoulement des eaux à plan d'eau libre	27
E)	Détections d'anomalies	28
F)	Arrêt limités et programmés de l'aqueduc.....	29
G)	Ruptures d'ouvrages	29
4.1.4	Evaluation de la vulnérabilité de l'usine d'affinage de Saint-Cloud.....	30
A)	Etat général des ouvrages et programme de maintenance.....	30

B)	Environnement et protection physique de l'usine.....	30
C)	Fonctionnement général de l'usine.....	30
D)	Les tests d'intégrité	30
E)	Le comptage des particules sur le perméat	31
F)	Mesure de turbidité.....	32
G)	Les disques de rupture	33
5	Analyse des dangers du système de production des eaux destinées à la consommation humaine	33
5.1	Analyse des dangers au niveau de l'activité de sélection et de transport des ressources de l'Avre	34
5.1.1	Les ressources et captage	34
A)	Sources de la Vigne.....	34
B)	Champs captants de Vert-en-Drouais, de Montreuil et sources du Breuil	42
5.1.2	TRANSPORT DES EAUX BRUTES EN AQUEDUC.....	47
5.2	IDENTIFICATION DES DANGERS AU NIVEAU DE L'ACTIVITE D'AFFINAGE DES RESSOURCES DE L'AVRE.....	52
5.2.1	AFFINAGE DES RESSOURCES DE L'AVRE A L'USINE DE SAINT-CLOUD	52
6	Détermination du mode de gestion des mesures de maîtrise.....	66
7	Plans HACCP et programmes prérequis opérationnels des activités de sélection, de transport et d'affinage des ressources de l'Avre	94
7.1	Plans HACCP de l'activité de sélection et de transport des ressources de l'Avre.....	94
7.2	Programmes prérequis opérationnels de l'activité de sélection et de transport des ressources de l'Avre	95
7.3	Plans HACCP de l'activité d'affinage des ressources de l'Avre	100
7.4	Programmes prérequis opérationnels de l'activité d'affinage des ressources de l'Avre	102
	Conclusion.....	105
	Bibliographie.....	109
	Liste des annexes.....	I

Liste des sigles utilisés

CCC : Centre de Contrôle et de Commande

NFU : Nephelometric Formazine Unit

CAP : Charbon Actif en Poudre

MES : Matière en Suspension

BASR : Bactérie Sulfito-Réductrice

THM : Trihalométhane

COT : Carbone Organique Total

ISO : International Organization for Standardization

BASOL : Base de données sur les sites et sols pollués

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

PCB : Polychlorobiphényle

PCT : Polychloroterphényles

Liste des tableaux

Tableau 1: Constitution de l'équipe d'analyse et de maîtrise préventives des dangers	3
Tableau 2: Paramètres de qualité des eaux brutes à l'entrée de la station de Saint-Cloud en 2007	10
Tableau 3: Principales caractéristiques des membranes d'ultrafiltration de l'usine de Saint-Cloud	12
Tableau 4 : Paramètres de qualité des eaux traitées de l'usine de Saint-Cloud	13
Tableau 5: documents, procédures et instruction relatives aux consignes de bases nécessaires à la production d'eaux de consommation par Eau de Paris.....	17
Tableau 6: Paramètres critiques de chaque ressource et tendance évolutive des pollutions d'après le bilan annuel d'exploitation 2008 du Centre de Montreuil	20
Tableau 7: Inventaire des activités industrielles présentes sur les aires d'alimentation/périmètres de protection des ressources	24
Tableau 8: Analyse des dangers au niveau de l'activité de sélection des ressources de l'Avre : ressources et captages de la Vigne. (G : Gravité ; F : Fréquence ; D : Détectabilité)	34
Tableau 9: Analyse des dangers au niveau de l'activité de sélection des ressources de l'Avre : ressources et captages de Vert-en-Drouais, de Montreuil et du Breuil (G : Gravité ; F : Fréquence ; D : Détectabilité)	42
Tableau 10: Analyse des dangers au niveau de l'activité de sélection de transport des ressources de l'Avre (G : Gravité ; F : Fréquence ; D : Détectabilité)	47
Tableau 11: Analyse des dangers au niveau de l'activité d'affinage des ressources de l'Avre (G : Gravité ; F : Fréquence ; D : Détectabilité).....	52
Tableau 12: détermination du mode de gestion des mesures de maîtrise des activités de sélection et de transport des ressources de l'Avre.....	66
Tableau 13: détermination du mode de gestion des mesures de maîtrise des activités d'affinage des ressources de l'Avre.....	87
Tableau 14: plans HACCP de l'activité de sélection et de transport des ressources de l'Avre	94
Tableau 15: programmes prérequis opérationnels de l'activité de sélection et de transport des ressources de l'Avre	95
Tableau 16: Plans HACCP de l'activité d'affinage des ressources de l'Avre	100
Tableau 17 : programmes prérequis opérationnels de l'activité d'affinage des ressources de l'Avre	102

Introduction

Depuis le 16 avril 2007, Eau de Paris assure la gestion et l'exploitation de l'usine d'affinage des eaux souterraines de Saint-Cloud.

En tant que Personne Responsable de la Production et de la Distribution de l'Eau à Paris, elle a donc l'obligation d'assurer la sécurité sanitaire de l'eau jusqu'au robinet du consommateur.

A cette fin, Eau de Paris a donc souhaité conduire une étude d'analyse et de maîtrise des dangers sur cette usine, afin de mettre en place un ensemble de mesures préventives adapté à chacun des dangers dont la maîtrise est indispensable à la sécurité sanitaire de l'eau.

Cette étude, s'inscrit donc, dans le cadre de l'application directe de la méthode présentée en partie principale de cette étude, à l'usine d'affinage de Saint-Cloud. Elle a été menée au sein de la Direction Qualité Environnement d'Eau de Paris, en collaboration étroite avec le personnel d'exploitation des ressources et de l'usine de traitement. Les résultats présentés dans les paragraphes suivants, reprennent donc pas à pas, les étapes explicitées dans l'étude préalable, à savoir, la préparation de l'étude, la description préliminaire du système de production d'eau, l'étude de sa vulnérabilité, l'analyse des dangers et la détermination du mode de gestion des mesures de maîtrise.

1 Les étapes de préparation de l'étude

1.1 Détermination de la zone et du périmètre d'étude

Le choix du périmètre d'étude a porté sur l'usine d'affinage des eaux souterraines de Saint-Cloud (Cf. Annexe 1). Il se trouve en effet, que les réservoirs de stockage des eaux traitées ainsi que le réseau de distribution parisien avaient déjà fait l'objet d'une démarche préalable d'analyse et de maîtrise préventives des dangers (Luez, 2005) ; pour ces raisons, ces parties n'ont donc pas été prises en compte dans le cadre de la présente application. La zone d'étude associée comprend ainsi la ressource, le transport des eaux brutes en aqueduc et l'usine d'affinage de Saint-Cloud (Cf. Annexe 1)

1.2 Constitution de l'équipe d'analyse et de maîtrise des dangers

La démarche d'analyse et de maîtrise préventives des dangers a mobilisé une équipe de dix personnes, appartenant au site d'exploitation des ressources, à l'usine d'affinage de Saint-Cloud, et au département Qualité-Environnement. Le tableau suivant présente leurs domaines de compétences.

Tableau 9: Constitution de l'équipe d'analyse et de maîtrise préventives des dangers

Membres de l'équipe d'analyse et de maîtrise préventives des dangers	Activité de rattachement	Qualité des membres de l'équipe d'analyse et de maîtrise préventives des dangers
Bénédicte WELTE	Direction Qualité Environnement	Adjointe au Directeur Qualité-Environnement
Moïna.S DROUODE		Stagiaire à la Direction Qualité Environnement
Isabelle MEHAULT	Activité de sélection et de transport des ressources de l'Avre	Responsable de l'Unité Ouest de Montreuil
Carine CHARPENTIER		Responsable de laboratoire – Unité Ouest de Montreuil
Jean-Yves THABAULT		Responsable de la maintenance/entretien – Unité

		Ouest de Montreuil
Alexandra JUTEAU		Technicienne de laboratoire – Unité Ouest de Montreuil
Didier LEPELTIER	Activité d'affinage des ressources de l'Avre	Responsable de l'usine d'affinage de Saint-Cloud
Olivier BLAIRET		Responsable de production – Usine d'affinage de Saint-Cloud
Alain PLATEAU		Ingénieur de production – Usine d'affinage de Saint-Cloud
Marie LEBRUN		Technicienne de laboratoire – Usine d'affinage de Saint-Cloud

2 Description préliminaire du système de production d'eaux destinées à la consommation humaine

La description du système de production est une étape qui a nécessité beaucoup de temps (environ un mois), et une grande disponibilité du personnel exploitant. Elle est le résultat de la consultation des documents internes et externes à Eau de Paris (Bouaouina, 2007 ; Syndicat Intercommunal de l'Avre, 2006), de très nombreuses visites sur le terrain, et de plusieurs réunions de bilan d'exploitation, avec les exploitants et la Direction Qualité Environnement. Cette description a été validée par l'équipe d'analyse et de maîtrise préventives des dangers et est présentée dans les paragraphes suivants.

2.1 Description préliminaire des ressources

2.1.1 Présentation générale

Les ressources de l'Ouest parisien peuvent fournir jusqu'à 100 000 m³ d'eau sur les 560 000 consommées quotidiennement par les Parisiens. Elles se situent sur des couches superficielles constituées majoritairement de formations argileuses, limoneuses et alluvionnaires. Les aquifères en présence sont libres, et le réseau souterrain est en partie karstique. Ces ressources, captées dans le bassin de l'Avre et de l'Eure, sont de deux types.

A) Les sources

Il s'agit de résurgences de la nappe qui réapparaissent après avoir parcouru de longues distances (parfois supérieures à 15 kilomètres). Au 19^{ème} siècle, date à laquelle ces

sources ont été utilisées pour la production des eaux de consommation, chaque résurgence a été coiffée d'une structure robuste en silex bétonné: les pavillons de captage. Ces ouvrages abritent ainsi les bassins de captage, lieux de sortie de l'eau provenant de ces émergences.

En fonction de leur qualité, ces eaux peuvent être soit sélectionnées pour la production d'eaux de consommation, soit restituées au milieu naturel. Dans le premier cas, les eaux captées sont déversées dans un aqueduc secondaire, qui lui-même se déverse dans l'aqueduc de l'Avre : il assure leur transport jusqu'à l'usine d'affinage de Saint-Cloud.

Dans l'autre cas, elles sont rejetées en rivière où elles viennent augmenter les débits de l'Avre. En période d'étiage, en fonction des arrêtés sécheresse, un débit minimal de rejet est fixé.

La protection physique des sites sourciers est assurée par des périmètres protégés et grillagés. L'accès à chaque pavillon se fait par une porte d'entrée munie de cache-serrure anti-infraction et de clés à droits rechargeables. En parallèle, la maintenance, la surveillance et l'exploitation de ces périmètres sont assurées quotidiennement par une équipe de cinq personnes, dont trois se partagent un système d'astreintes en cas d'anomalies, de manœuvres sur les vannes, ou de déclenchement des alarmes hors des périodes de service (alarmes anti-intrusion ; alarme des capteurs de surveillance de la qualité de l'eau).

Il existe deux sites sourciers, dont la capacité globale de prélèvement a été fixée à 110 000 m³/jour par la loi du 5 juillet 1890.

- Les sources de la Vigne

Les sources de la Vigne sont abritées par un périmètre protégé et grillagé de 130 hectares, situé à Rueil-la-Gadelière. Elles sont au nombre de sept : Chêne, Ganderolle, Blaou, Erigny, Graviers, Foisys et Rivière.

Ces sources reposent sur des formations calcaires fissurées, dont l'ensemble constitue un réseau souterrain karstique, alimenté par d'importantes circulations souterraines.

De plus, ces réseaux sont fortement influençables par les orages et les épisodes pluvieux. En effet, la présence de bétoires sur le secteur (gouffres profonds naturels créés par l'érosion de la craie), permet l'infiltration rapide dans le réseau souterrain des eaux de pluies. Ces eaux, viennent perturber l'écoulement naturel des eaux souterraines, et créer des

turbulences au niveau de la matrice calcaire. Il en résulte que les eaux de la Vigne connaissent de fortes variations de turbidité lors d'intempéries pluvieuses et orageuses.

- Les sources du Breuil

Les sources de Breuil, localisées à Verneuil-sur-Avre, sont au nombre de deux : Breuil amont, et Breuil secondaire.

L'origine des eaux du Breuil est très peu connue, et le suivi de leur qualité montre qu'elles sont indépendantes du réseau karstique de la vallée de l'Avre ; ce qui signifie que ces eaux sont très peu influençables par les intempéries et connaissent moins de variations de qualité que les sources de la Vigne.

B) Les champs captants

Les champs captants de Vert-en-Drouais et de Montreuil sont constitués de plusieurs puits de captage. Le pré-puits ainsi que les premiers mètres du puits sont en béton afin d'éviter l'insertion d'eaux parasites à l'intérieur, tandis que le reste de l'ouvrage est constitué de crépines. L'ensemble de ces installations est abrité par un ouvrage en béton, clôt (serrure anti-intrusion), surélevé en prévention des épisodes d'inondation, et muni d'une alarme anti-intrusion. A ceci, se rajoute la surveillance de l'équipe d'exploitation et de maintenance, qui assure également un service d'astreinte.

De façon générale, les sources sont utilisées préférentiellement dans la mesure où leur exploitation ne génère aucun coût de pompage, et aucune consommation énergétique. Néanmoins, lorsque des problèmes de qualité ne permettent pas une exploitation optimale des sources, ou encore que leur quantité est insuffisante pour satisfaire la demande en eau, les champs captants sont alors utilisés en complément. Les analyses de qualité permettent ensuite de sélectionner les puits dont les eaux seront utilisées pour la production d'eaux de consommation. Aussi, à tout moment et en cas d'anomalie, ces eaux peuvent être restituées au milieu récepteur, par le biais de vannes d'isolement.

Il existe deux sites de champs captants.

- Le champ captant de Montreuil

Ce champ captant est composé de dix puits d'une profondeur variant de 20 à 25 mètres, parmi lesquels 6 puits produisent 100 m³/heure et 4 puits 200 m³/heure. L'eau est issue de la

nappe alluviale de la Craie en relation avec la nappe de l'Eure, toutes les deux alimentées par les infiltrations des eaux de pluie. Le champ captant est équipé de deux réservoirs tampons de 500 m³ chacun, qui recueille les eaux pompées des puits.

- Le champ captant de Vert-en-Drouais

La capacité maximale de prélèvement autorisée est de 25 000 m³/jour. L'eau est issue de la nappe de la craie en relation avec la nappe alluviale de l'Avre. Ces nappes sont libres et alimentées par les eaux météorites. Le champ captant comprend six puits : un puits à 100 m³/heure, 3 puits à 200 m³/heure, un puits à 300 m³/heure, et 1 puits à 500 m³/heure. Le captage est équipé de deux réservoirs de 500 m³ chacun, qui recueille les eaux pompées des puits.

Sur les deux sites, l'extraction des eaux souterraines est réalisée en deux étapes. Les eaux sont d'abord pompées du puits vers les réservoirs par le biais de pompes à arbre vertical, et en cas de débordements dans ces réservoirs, il existe un système de trop plein qui rejette le surplus en milieu naturel (rivières de l'Eure à Montreuil et de l'Avre à Vert-en-Drouais). Puis, ces eaux sont relevées vers l'aqueduc principal via trois pompes d'exhaure à Montreuil, et deux pompes à arbre vertical à Vert-en-Drouais. Une pompe de relèvement des eaux vers l'aqueduc est toujours laissée en fonctionnement de secours sur les deux sites.

En ce qui concerne le fonctionnement global des pompes, aucun signe de corrosion ou d'usure n'a été constaté. Les procédures d'entretien utilisées sont celles préconisées par le constructeur, auxquelles sont rajoutées des entretiens de routine (graissage, surveillance visuelle). Il faut néanmoins remarquer qu'aucun des sites de captages n'est équipé de dispositifs alternatifs en cas de coupure d'électricité.

2.2 Présentation préliminaire des activités de sélection et de transport des eaux brutes en aqueduc

2.2.1 Commandes internes d'eau brute

Le Centre de Contrôle et de Commande (CCC) d'Eau de Paris est chargé d'évaluer et de déterminer la consommation journalière en eau des Parisiens. Il est également responsable de la répartition de la demande en eau entre les différents sites de production qui alimentent Paris (trois usines de traitement d'eau de surface et quatre usines de traitement des eaux souterraines). Ce service adresse en temps voulu à chaque responsable de production une

consigne de débit à fournir. Si l'usine n'est pas en mesure de livrer le volume d'eau imparti, la répartition est réajustée par le service de dispatching, de façon à respecter les capacités de production de chaque site (en temps réel).

Dans le cas des ressources de l'Ouest, le CCC transmet sa consigne au responsable de production de l'usine de Saint-Cloud. Cette consigne est ensuite traduite en termes de quantité et de qualité d'eaux brutes à fournir, et transmise au responsable d'exploitation des eaux souterraines du Centre de Montreuil : il est alors chargé de la sélection des ressources qui vont contribuer à la production d'eau à transiter vers l'usine de Saint-Cloud.

Les eaux brutes issues des ressources sont transportées à l'usine d'affinage de Saint-Cloud par l'aqueduc de l'Avre en trente six heures environ. Ces eaux, transitent soit par un aqueduc secondaire (eaux de source), soit par un réservoir de stockage (eaux pompées) avant déversement dans l'aqueduc de l'Avre.

2.2.2 La sélection des ressources

Les eaux brutes traitées par l'usine de Saint-Cloud sont issues de mélanges des différentes ressources du Centre de Montreuil. Elles doivent donc, a minima, répondre obligatoirement à certaines exigences afin de permettre le bon fonctionnement de l'usine.

En effet, en toutes circonstances, elles ne peuvent présenter une turbidité supérieure à 2.10 NFU, et une valeur d'UV-254 supérieure à 3 m⁻¹ sous peine d'entraîner le colmatage des membranes d'ultrafiltration. Aussi, vu que les nitrates ne sont pas traités sur la station, leur concentration ne doit pas excéder 45 mg/L (valeur critique interne à Eau de Paris plus stricte que l'exigence réglementaire de 50 mg/L).

Au quotidien, le responsable d'exploitation gère ces contraintes par la connaissance précise de la qualité de ses ressources (programme de surveillance qualité) et de la quantité et qualité des volumes d'eaux brutes à fournir. Les ressources sont ensuite soit sélectionnées, soit écartées, et il appartient aux opérateurs d'effectuer les réglages-vannes sur les captages sélectionnés afin de fournir les volumes d'eau nécessaires.

2.2.3 Transport des eaux brutes en aqueduc

L'aqueduc, construit en 1893 par Edmond HUMBLOT et Fulgence BIENVENUE, est une construction en silex maçonné ou en meulière, constitué de canalisations enterrées (à 75%), de siphons et d'arcades en fonction du relief du terrain qu'il traverse.

Cet ouvrage circulaire, de 102 kilomètres de long et de 1,80 mètre de diamètre permet l'écoulement gravitaire de l'eau, à plan d'eau libre ; il peut transporter jusqu'à 160 000 m³ d'eau par jour jusqu'à l'usine d'affinage de Saint-Cloud (limitée à une production de 100 000 m³/jour).

Cet aqueduc fait l'objet de trois périmètres de protection qui visent à garantir son intégrité.

- La zone de protection immédiate

Elle est constituée de l'emprise appartenant à la ville de Paris, et toute construction y est interdite, excepté celle liée à l'exploitation de l'aqueduc. Dans cette zone, seules peuvent être éventuellement tolérées les traversées de routes, d'ouvrage ou de canalisation après autorisation d'Eau de Paris. Cette autorisation est matérialisée par des conventions fixant les conditions techniques d'exécution et d'exploitation des installations tolérées.

- Les zones de protection rapprochées

Cette zone ne tolère que les installations liées à l'exploitation de l'aqueduc. De plus, les fouilles, les carrières, les décharges ainsi que tout dépôt de matières quelconque sont proscrits. Il en est de même pour l'ensemble des dispositifs d'assainissement assurant simultanément ou séparément l'épuration et l'évacuation des effluents.

- Les zones de protection éloignée

Les activités situées sur cette zone doivent faire l'objet de contraintes sanitaires, et sont soumises à l'avis d'Eau de Paris.

2.3 Présentation de l'usine d'affinage des eaux souterraines de Saint-Cloud

2.3.1 Présentation générale

L'usine d'affinage de Saint-Cloud est la seconde plus grande unité d'affinage des eaux souterraines d'Europe, après l'usine de l'Hay-les-Roses. Elle a été dimensionnée pour une production nominale de 100 000 m³/jour, soit environ 15 % de la consommation parisienne quotidienne.

Inaugurée le 16 avril 2007, l'usine est abritée dans l'un des compartiments du réservoir de Saint-Cloud afin de permettre le traitement de l'eau au plus près du lieu de stockage. La station est entièrement automatisée et fonctionne en continue 24h/24.

2.3.2 Présentation de la filière de traitement des eaux

L'eau en provenance de l'aqueduc est traitée par l'usine de Saint-Cloud, via un prétraitement au charbon actif, une préfiltration sur tamis, une ultrafiltration membranaire et une désinfection finale (Cf. Annexe 1). Cette filière a été conçue pour faire face aux variations de qualité liées au réseau karstique des ressources de l'Ouest.

Il faut remarquer par ailleurs que les nitrates ne sont pas traités sur cette filière de traitement, et les exigences de qualité qui y sont associées sont respectées grâce aux mélanges des ressources en amont.

A) Qualité des eaux brutes et classement

Les eaux brutes ont une qualité variable en fonction des saisons, et en fonction des mélanges effectués au niveau de la ressource.

Le tableau suivant présente à ce titre, la moyenne des paramètres de qualité obtenue en 2007.

Tableau 10: Paramètres de qualité des eaux brutes à l'entrée de la station de Saint-Cloud en 2007

Paramètres physico-chimiques	
Température	12,5°C
Conductivité à 25 °C	573 µs/cm
pH	8
Turbidité	0.35 NFU
Carbone organique total	1 mg/L
UV-254	0.02 cm ⁻¹
Silice	14 mg/L
Minéralisation	Stable et équilibrée, légèrement dure
Nitrates	40 mg/L
Paramètres bactériologiques	
Coliformes totaux	63 UFC/mL
E. Coli	27 UFC/mL
Streptocoques	20 UFC/mL
Germes revivifiables à 22°C	101 UFC/mL
Germes revivifiables à 37°C	37 UFC/mL
Micropolluants organiques	
Atrazine	0.03 µg/L
Chlortoluron	0.03 µg/L
Déséthylatrazine	0.05 µg/L
Isoproturon	0.04 µg/L
Solvants chlorés	< au seuil de détection
Métaux	
Fer et Manganèse	Teneurs faibles à nulles

Certains de ces paramètres, à savoir la turbidité, l'UV-254, et les teneurs en micropolluants sont des critères de détermination du mode de fonctionnement des blocs membranaires (premier et second étage).

Ils permettent en effet, de déterminer le mode, le flux et la durée de filtration, et de suivre l'évolution des débits de production. Les différentes catégories d'eaux brutes, présentées en annexe 2, ont été établies par le constructeur (DEGREMONT), et optimisées par l'expérience acquise par les exploitants de Saint-Cloud.

B) Prétraitement au CAP

Le charbon actif en poudre est utilisé pour l'élimination des solvants chlorés et des pesticides. Il est injecté sous forme de solution, à faible dose (2 à 8 mg/L), et en continu au niveau de la bêche des eaux brutes. La préparation de cette solution consiste à son humidification avec de l'eau brute, et à une acidification à l'acide sulfurique ; le but est d'éviter la précipitation dans la canalisation, du carbonate de calcium présent dans le CAP.

La filière se compose ensuite d'une bêche brassée, à chicanes, d'un volume de 1785 m³, qui permet le contact entre les eaux brutes et le CAP pendant 25 minutes à débit nominal. Il faut souligner que ce temps de filtration est prolongé sur le gâteau au niveau des membranes.

Cette bêche permet également le lissage des débits sur les blocs membranaires. Si le débit d'amenée est supérieur au débit traité, le surplus d'eau est acheminé vers un bassin tampon avant rejet en Seine.

En aval, des pompes de gavage permettent d'alimenter les blocs membranaires du premier étage via une préfiltration. Notons également que l'injection des eaux recyclées du deuxième étage se fait à ce niveau, car elles ne contiennent pas de micropolluants.

C) Préfiltration sur tamis

La préfiltration constitue une étape de sécurité afin de s'assurer de l'élimination des particules grossières qui pourraient endommager les membranes, ou provoquer l'usure des pompes. L'usine de Saint-Cloud est donc équipée de sept préfiltres de 200 µm à lavages automatiques. A la suite de cette étape de préfiltration, l'eau arrive sous-pression sur les blocs d'ultrafiltration (entre 0,5 et 1,5 bar).

D) Ultrafiltration membranaire

L'usine dispose de 18 blocs d'ultrafiltration: 15 pour le traitement des eaux brutes sur le premier étage de filtration, et 3 pour le traitement des eaux de lavage sur le second étage. A l'issue de ce traitement, tous les éléments de taille supérieure à 0.01 µm sont éliminés (MES, bactéries, virus, protozoaires, colloïdes, et certaines macromolécules...). Les caractéristiques des blocs de filtration sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 11: Principales caractéristiques des membranes d'ultrafiltration de l'usine de Saint-Cloud

Nombre de blocs	18
Nombre de modules	432
Surface totale de filtration 1 ^{er} étage	45 000 m ² pour le 1 ^{er} étage et 9000 m ² pour le 2 ^{ème} étage
Seuil de coupure	0.01 µm
Mode de filtration	Frontale ou tangentielle
Type de membrane	Microporeuse, organique (acétate de cellulose), hydrophile, à peau interne,
Type de fibre	Creuse
Pression maximale en frontal	1 bar
Pression maximale en tangentielle	1.5 bar
Résistance au ph	3<pH<8.6

La filtration peut s'effectuer en frontal⁸ ou en tangentielle⁹, selon la qualité de l'eau brute déterminée en fonction du classement détaillé en annexe 2.

Il faut remarquer par ailleurs que le fonctionnement des membranes est discontinu : après chaque cycle de production, les blocs sont lavés dans l'ordre de leur mise en fonctionnement. En conséquence, le volume de production diminue à chaque cycle de rétrolavage.

E) Chloration finale

C'est une étape sécuritaire car les membranes assurent normalement la désinfection de l'eau. Dans le cas d'une fuite de microorganismes lors d'un défaut d'intégrité des membranes par exemple, le résiduel de chlore achève la désinfection et évite la reviviscence des pathogènes dans le réseau.

⁸ Filtration frontale : se fait perpendiculairement à la membrane ; toute la matière retenue s'accumule à la surface de la membrane et forme un « gâteau ».

⁹ Filtration tangentielle : nécessite des pompes de recirculation, qui font recirculer l'eau parallèlement à la membrane. Ce mode de filtration limite le dépôt de matière à la surface de la membrane.

La chloration s'effectue par injection directe d'eau de Javel dans la conduite amenant l'eau ultrafiltrée vers le réservoir.

F) Qualité de l'eau traitée et autosurveillance

Les eaux traitées sont stockées dans les quatre réservoirs du site avant leur mise en distribution. Elles présentent les caractéristiques suivantes (données année 2007) :

Tableau 12 : Paramètres de qualité des eaux traitées de l'usine de Saint-Cloud

Paramètres	Valeurs obtenues en 2007	Exigences ou références de qualité
Turbidité	<0.04	<0.5 NFU
Coliformes totaux	0 /100 mL	0 /100 mL
E. Coli	0 /100 mL	0 /100 mL
Streptocoques	0 /100 mL	0 /100 mL
Germes revivifiables à 22°C	3	Pas de variation dans un rapport de 10 par rapport à la valeur habituelle
Germes revivifiables à 37°C	0	
Pesticides	<0.05	<0.1 par pesticide <0.5 pesticides totaux
Solvants chlorés	<3 µg/L	<10 µg/L

Il faut rappeler que la teneur en nitrates reste inchangée dans la mesure où aucune étape de traitement n'est prévue pour son élimination. Aussi, de façon générale, la minéralisation est pratiquement inchangée entre l'entrée et la sortie de l'usine.

En ce qui concerne l'autosurveillance, les analyses bactériologiques sont effectuées sur l'eau brute et l'eau produite deux fois par semaine pour les Coliformes, E. Coli, Entérocoques et BASR. Les germes aérobies, les Giardia, Cryptosporidium et Mycobactéries sont analysés une fois par semaine.

Les pesticides sont analysés quand à eux deux fois par mois, et les THM et solvants chlorés une fois par mois.

D'autres paramètres sont suivis de façon hebdomadaire, tels que le COT, l'UV-254 et la turbidité, directement en sortie de chaque bloc, afin d'aider l'exploitant dans sa gestion de la production des eaux de consommation.

2.3.3 Présentation de la filière de traitement des eaux sales

A) Origine des eaux sales : le rétrolavage des membranes

Il existe différents types de rétrolavages qui permettent l'entretien des membranes. On distingue les rétrolavages de cycle, d'arrêt, de reprise, de maintenance et les rétrolavages périodiques. Le rôle de chacun de ces lavages est explicité en annexe 3.

Une bache d'eau ultrafiltrée de 450 m³, alimentée en dérivation par le flux d'eau ultrafiltrée, approvisionne le système lors de ces lavages. En général, un rétrolavage dure environs 1.2 minute, et correspond à une consommation d'eau de 19.5 m³ par bloc. Notons que les rétrolavages sont chlorés pour un maximum d'efficacité et pour préserver les membranes de développements bactériens.

B) Recyclage des eaux de rétrolavage

Le recyclage des eaux de rétrolavage des membranes permet de limiter les rejets d'eaux sales au niveau de l'usine. Il faut cependant souligner que les eaux de lavages acides¹⁰ ne sont pas dirigées vers cette filière de recyclage, car l'acide citrique empêche la formation de floccs dans le décanteur, et provoque donc un colmatage sévère des membranes. Pour ces raisons, ces eaux sont d'abord neutralisées avant d'être rejetées dans le réseau d'assainissement, ou en Seine.

Les eaux sales des filtres et préfiltres du premier et deuxième étage, sont recueillis dans une bache (650 m³), brassée en permanence avec deux agitateurs immergés, pour éviter la précipitation des particules.

Ces eaux subissent ensuite un traitement de coagulation par injection en ligne de chlorure ferrique, à raison de 3 à 10 mg/L de solution pure. La suspension obtenue est ensuite relevée par deux pompes vers le décanteur lamellaire (Pulsatube®) dont la capacité maximale s'élève à 450 m³/h.

Il s'agit d'un décanteur à lit de boue pulsé, dont les performances s'articulent autour de deux caractéristiques :

¹⁰ Les lavages acides sont utilisés pour éliminer le colmatage des filtres du second étage. Les eaux de lavages acides sont donc évacuées par rétrolavage des membranes.

- La décantation « à contact de boue » : optimise le contact entre le floc et le lit de boue
- la décantation lamellaire : optimise la décantation par atténuation de la vitesse ascensionnelle, permettant une vitesse de décantation plus élevée que pour celle d'un décanteur statique.

Les eaux de surverse du décanteur sont ensuite collectées dans la bêche de gavage de deuxième étage (30 m³) puis pompées, préfiltrées et renvoyées au deuxième étage d'ultrafiltration. Elles sont enfin réinjectées en tête de filière, en aval de la bêche de gavage du premier étage. Il s'agit en effet d'une étape de sécurité, car même si les membranes du second étage sont similaires à celles du premier, deux problèmes peuvent subsister :

- Les membranes n'ont pas un abattement important sur les macromolécules organiques (dû au seuil de coupure) : le repassage des eaux filtrées du second étage sur le premier étage de filtration permet ainsi d'augmenter l'abattement des macromolécules organiques.
- Les membranes du deuxième étage sont plus susceptibles d'être en défaut d'intégrité car la charge à traiter est plus importante. Avec la recirculation en tête, la non-intégrité d'un bloc de second étage est lissée.

2.3.4 Présentation de la filière de traitement des boues

La filière de traitement des boues est destinée à réduire le volume des boues à transporter et fonctionne 5 jours/7.

A) Stockage et épaissement

A chaque pulsation du Pulsatube, les boues en excès se déversent dans les trémies, où elles se concentrent, avant d'être envoyées vers un épaisseur – stockeur, d'une capacité de stockage de 230 m³, équipé d'un racleur de fond et muni de lames d'épaississement.

B) Centrifugation

Les boues épaissies reçoivent une injection de polymère, proportionnelle au débit, pour améliorer leur siccité. Le floculant utilisé est un polymère organique de synthèse, composé de macromolécules de haute masse molaire. Elles sont ensuite déshydratées par centrifugation, et les gâteaux, récupérés en sortie, sont repris en sortie et transférés par vis

dans deux bennes de 15 m³. Un test de siccité des boues finales est effectué à chaque mise en route de la centrifugeuse pour optimiser le taux de traitement.

Les boues finales de 25 à 30 % de siccité, sont constituées presque exclusivement de CAP.

C) Dévolution finale

Les boues déshydratées sont évacuées vers un centre de valorisation par séchage complémentaire avant leur incinération.

Les centrâts et les eaux de lavage de la centrifugeuse (au moment de l'arrêt) sont dirigés vers le poste toutes eaux, puis rejetés dans le réseau d'assainissement.

D) Rejet au réseau d'assainissement

Les rejets dans le réseau d'assainissement représentent en moyenne 0.05 % des eaux reçues en entrées d'usine. Ces eaux proviennent principalement des centrâts et des eaux de lavage de la centrifugeuse.

3 Définition et détermination des programmes prérequis opérationnels

Cette étude propose quelques pistes de réflexion en vue de l'élaboration d'un guide des programmes prérequis, nécessaires aux activités d'Eau de Paris. Il faut signaler toutefois, que ces éléments devront faire l'objet d'un approfondissement, par le recensement de l'ensemble des pratiques professionnelles de bases, spécifiques ou communes aux sites de production d'Eau de Paris.

Ainsi, en l'absence de guide de bonnes pratiques, la méthodologie retenue afin d'identifier ces règles de base, a été l'exploitation des documents de qualité, rédigés et mis en place par Eau de Paris, dans le cadre de leur certification ISO 9001 (management de la qualité) et ISO 14 001 (management environnemental). Ce choix s'explique du fait, que ces documents renferment de nombreuses procédures, instructions ou programmes visant à fournir aux consommateurs une eau de qualité.

Ainsi comme présenté dans le tableau ci-dessous, ces documents traitent des règles de bases relatives à l'exploitation, à l'hygiène, à la sécurité, à la qualification du personnel et à la gestion des réactifs de traitement. Des visites sur le terrain et des discussions avec les exploitants permettraient alors de confirmer ou de compléter ces éléments et de les

formaliser dans un seul et unique document. Les règles d'hygiène de base pourront également être tirées du règlement intérieur des sites d'exploitation.

Tableau 13: documents, procédures et instruction relatives aux consignes de bases nécessaires à la production d'eaux de consommation par Eau de Paris.

Nature du document de qualité	Intitulé du document de qualité	Référence du document de qualité
Documents relatifs aux règles de base d'exploitation	Instruction sur les matériaux en contact avec l'eau	DKK - I - 06 - 01
	Consignes de chloration	DKK - I - 09 - 03
Documents relatifs aux règles de base d'hygiène	Procédure d'entretien du laboratoire	DQL - P - 11 - 06
	Procédure de gestion des déchets	SUD - P - 09 - 10
Documents relatifs aux règles de base de sécurité	Protocole de sécurité	DRS - E - OH - 04
	Gestion de la sécurité pour les visiteurs et entreprises extérieures	RUD - D - OH - 01
	Plan de prévention : Sécurité, sûreté, environnement	SUD - P - 0H - 01
Documents relatifs aux règles de base de qualification du personnel	Programme de qualification du personnel d'astreinte intervenant sur les installations de Saint-Cloud	RSC - E - 18 - 01
	Instruction sur la qualification du personnel intervenant sur les installations de Saint-Cloud	RSC - I - 18 - 01
Documents relatifs aux règles de base de gestion des réactifs de traitement	Procédure de gestion des réactifs de traitement	YIP - P - 06 - 01
	Procédure de réception des réactifs de traitement	YIP - P - 06 - 02

4 Analyse de la vulnérabilité du système de production des eaux destinées à la consommation

Les éléments présentés ci-dessous ont été recueillis, conformément aux indications détaillées en partie principale de ce mémoire (Cf. Paragraphe 2.4), et parallèlement à l'étape de description générale du système de production. L'ensemble a fait l'objet d'une validation par l'équipe d'analyse et de maîtrise préventives des dangers.

4.1 Evaluation de la vulnérabilité des ressources

Les paragraphes suivants ont pour but de dresser l'inventaire de l'ensemble des points vulnérables qui peuvent altérer la qualité des ressources. Il est question dans un premier temps de s'attacher aux paramètres intrinsèques de ces ressources, pour ensuite s'intéresser aux activités polluantes localisées sur les communes d'intérêt.

4.1.1 Paramètres critiques des ressources

Il s'agit des paramètres chimiques et microbiologiques critiques de pollution des différentes ressources. Si les informations sur le bassin de la Vigne ont pu permettre une synthèse assez complète sur ces paramètres critiques, il faut savoir qu'il n'en est pas de même pour les autres sources, aux vues du peu d'informations disponibles.

A) Les nitrates

La pollution aux nitrates est une pollution diffuse. Ses origines sont diverses :

- les engrais chimiques utilisés par les agriculteurs présents sur l'aire d'alimentation des ressources. Il s'agit principalement d'engrais utilisés pour la culture du blé, de l'orge et du colza.
- La minéralisation de l'azote organique. La zone d'alimentation recense de nombreux élevages de volaille, de chien, et de porc, dont les déjections, riche en azote organique, sont transformées en nitrates par les micro-organismes du sol.
- Les rejets domestiques qui peuvent être fortement chargés en ammoniacque et en nitrate dans le cas de systèmes d'assainissement autonome peu performants.

Même si les deux dernières sources ne sont pas négligeables, l'apport agricole est majoritaire. En effet, lorsqu'ils sont en excès dans les sols en hiver, les nitrates très solubles sont lessivés par les eaux de pluies qui s'infiltrent dans le sol. L'origine karstique du terrain

va accélérer le transfert des nitrates de la surface vers les eaux souterraines avec peu de possibilité d'élimination de l'excès d'azote par épuration naturelle.

B) Les pesticides

L'atrazine, et son métabolite la déséthylatrazine, l'isoproturon et le chlortoluron sont les herbicides les plus fréquemment retrouvés au niveau des ressources. Bien qu'interdits depuis 2003, l'atrazine et la déséthylatrazine persistent encore à d'importantes concentrations dans les nappes souterraines. A cet égard, pour les autres pesticides autorisés des mesures agro-environnementales ont été entreprises en 2008 par des agriculteurs volontaires sur le bassin d'alimentation de la Vigne afin d'améliorer la qualité de la ressource.

C) Les solvants chlorés

Les solvants chlorés à l'origine de contaminations récurrentes des ressources sont le trichloroéthane, le tétrachloroéthylène, et le trichloroéthylène. De façon générale ces pollutions sont causées par des activités industrielles.

Dans le cas de la pollution aux solvants du puits n°5 de Vert-en-Drouais, la responsabilité de la décharge de l'Arche-du-Gazon, a été établie. Cette décharge n'est plus en exploitation, mais elle est suspectée d'abriter encore des fûts de produits chimiques susceptibles de contaminer la nappe.

D) La turbidité

La turbidité est favorisée par la présence de bétoires, et par la nature karstique du sous-sol, qui permet une circulation rapide de l'eau, de la surface vers la nappe, sans filtration naturelle.

Cette turbidité agit sur les paramètres organoleptiques de l'eau, la qualité microbiologique (support de l'activité microbiologique), et sur ses paramètres chimiques (adsorption de micropolluants).

E) Caractéristiques des ressources et tendance évolutive

Le tableau suivant permet de récapituler les différents paramètres critiques des ressources, et de suivre leur tendance évolutive de 1991 à 2008. Les chiffres donnés, lorsqu'ils sont disponibles, correspondent aux valeurs moyennes enregistrées sur l'année 2008.

Tableau 14: Paramètres critiques de chaque ressource et tendance évolutive des pollutions d'après le bilan annuel d'exploitation 2008 du Centre de Montreuil

	Pollution aux pesticides	Pollution aux nitrates	Pollution aux solvants chlorés	Problèmes de turbidité
Sources de la Vigne	Déséthylatrazine Isoproturon ↓ Chlortoluron ↓	43.8 mg/L →		51 jours/an > à 5NFU ↓
Sources du Breuil	Atrazine Déséthylatrazine →	55 mg/L ↓	Tétrachloroéthylène Trichloroéthane 3.4 µg/L →	
Champs captants Montreuil		43 mg/L →	Tri et tétra chloroéthylène ↓ Trichloroéthane	
Champs captants Vert-en-Drouais		39.1 mg/L ↓	Tri et tétra - chloroéthylène ↓ Trichloroéthane	

Source : bilan annuel d'exploitation 2008 du Centre de Montreuil

Légende

⇒ Tendance à la stabilisation

↓ Tendance à la diminution

Ce tableau permet de constater une pollution en nitrate commune à toutes les ressources. Aussi, seules les sources de la Vigne enregistrent des problèmes de turbidité, mais il s'agit également des seules ressources qui ne fassent pas l'objet d'une contamination aux solvants chlorés.

En ce qui concerne les paramètres microbiologiques, les ressources sont normalement protégées. L'infiltration d'eau de surface chargée en microorganismes peut néanmoins venir contaminer les ressources, notamment en bactéries, virus, en parasites (*Cryptosporidium parvum* et *Giardia intestinalis*).

4.1.2 Vulnérabilité des périmètres de protection

Il convient maintenant de lister l'ensemble des activités anthropiques susceptibles d'altérer la qualité des eaux de chaque ressource. Ces activités ont été établies à partir de la liste des

communes concernées par les périmètres de protection - quand ils ont été établis - ou les bassins d'alimentation déterminées au cours d'études environnementales (Cf. Annexe 4)

A) État d'avancement des procédures de déclaration d'utilité publique pour la protection des captages

Les sources de la Vigne et les sources du Breuil ne font pas l'objet d'une déclaration d'utilité publique telle que mentionnée dans l'article L.1321-2 du Code de la Santé Publique. Les procédures ont en effet été lancées depuis 1973 pour les sources de la Vigne, et 1972 pour celles du Breuil. Cependant, suite à de nombreux désaccords au sujet de l'étendu des périmètres ou des addendum, de nouvelles procédures ont été lancées ; il appartient aujourd'hui aux hydrogéologues agréés de rendre leur avis, en ce qui concerne les sources de la Vigne, ou d'en revoir une partie pour celles du Breuil.

Toutefois, bien qu'il n'existe pas de périmètres de protection, des études environnementales et des expériences de traçage ont permis d'avoir une meilleure connaissance des sources, et des relations qu'elles entretiennent avec les zones d'alimentation. Ces études permettent, en outres, de localiser les zones sur lesquelles des actions environnementales doivent être entreprises (exemple des mesures agro-environnementales sur l'aire d'alimentation des sources de la Vigne).

On peut également rajouter, que même s'il n'existe pas de périmètres de protection a proprement dit, la gestion des sources s'en rapproche. Il s'agit en effet d'espaces boisées et de prairies, acquis par la ville de Paris, dont l'entretien se fait par gestion différenciée, et sans produits phytosanitaires.

B) État d'avancement des procédures de déclaration d'utilité publique des champs captants

Contrairement aux sources, les deux champs captants font l'objet d'une Déclaration d'Utilité Publique depuis l'arrêté du 17 novembre 1992.

A cet égard, toute activité sensible présentant un danger pour la qualité des eaux des ressources est soumise à autorisation préfectorale. Eau de Paris garde également un droit de regard sur l'installation de nouvelles activités dans les secteurs concernés. D'ailleurs, des agents effectuent régulièrement la tournée des mairies afin de se renseigner sur les nouvelles constructions et les projets en cours.

C) Inventaire des activités industrielles polluantes

Le tableau 5 présente l'ensemble des activités industrielles recensées comme ayant un impact potentiel sur l'environnement des ressources. Les informations recueillies sont tirées de la base de données BASOL (sites et sols pollués), de la base des installations classées pour l'environnement, du Registre Français des Emissions Polluantes, ainsi que de la banque de données ARIA (accidents technologiques).

On remarque ainsi, que malgré la spécificité propre à chaque ressource, les familles de polluants retrouvées sont approximativement les mêmes d'un site à l'autre. Il s'agit :

- des métaux : dont le chrome hexavalent, et le cadmium sont cancérigènes pour l'homme.
- des composés aromatiques : les HAP, et les hydrocarbures, dont le benzène est connu pour être hautement toxique et cancérigène chez l'homme.
- des organochlorés tels que les PCB-PCT et les pesticides, dont la plupart sont connus pour leurs propriétés de perturbateurs endocriniens.
- des composés cyanurés retrouvés sous différentes formes : l'acide cyanhydrique, les ferrocyanures, et les cyanures. Mais, à ce jour, aucun effet toxique par ingestion d'eau n'a été démontré.
- des nitrites qui, s'ils sont ingérés via les eaux de consommation provoquent la maladie bleue du nourrisson.
- de l'arsenic, cancérigène certain pour l'homme.

On remarque que les sources de la Vigne peuvent être également sujettes à une pollution microbiologique issue des activités d'élevage (bovins, canins, volailles à plumes et porcins). Les excréta d'animaux peuvent en effet charger les eaux d'alimentation en bactérie (salmonella, campylobacter, E. Coli...), en virus (hépatite E), et en parasites (Giardia, Cryptosporidium...).

Par ailleurs, les accidents technologiques recensés permettent de décrire deux principaux types de pollutions :

- les pollutions liées à des déversements accidentelles de produits chimiques sur le sol, pour la majorité localisés dans la commune de Dreux.
- les pollutions causées par les eaux d'extinction d'incendie qui s'écoulent dans l'environnement et/ou dans le réseau d'assainissement.

A l'exception des sources du Breuil, chaque ressource a connu au moins un épisode accidentel au niveau de son bassin d'alimentation ; mais aucune dégradation de la qualité des ressources n'a été enregistrée.

Enfin, il faut noter que la commune de Dreux appartenant au bassin d'alimentation des champs captant de Montreuil et de Vert-en-Drouais, abrite un établissement (Beaufour Ipsen Industries) utilisant des radionucléides et détenant des déchets radioactifs.

L'annexe 5 présente plus en détails, les sites et sols pollués et les installations classées recensés sur les zones d'alimentations des ressources de l'Avre.

Tableau 15: Inventaire des activités industrielles présentes sur les aires d'alimentation/périmètres de protection des ressources

	Types de pollution des sites et sols pollués	Activités des installations classées pour l'environnement	Émissions polluantes de l'eau liées à des rejets industriels	Accidents technologiques
Sources de la Vigne	<ul style="list-style-type: none"> Hydrocarbures Chrome Cuivre Nickel Ferrocyanures Arsenic 	<ul style="list-style-type: none"> Élevage (bovins, porcins, volaille à plumes, chien) Fabrication de produits phytosanitaires Travail des métaux et alliage Stockage de déchets ménagers et industriels Automobile/carburants 	<ul style="list-style-type: none"> Dichlorométhane Mercures, nickel, plomb et composés Acide cyanhydrique 	Aucun
Sources du Breuil	<ul style="list-style-type: none"> Ferrocyanures Solvants halogénés 	Aucune	Acide cyanhydrique	Aucun
Champs captants de Vert-en-Drouais	<ul style="list-style-type: none"> Chrome, cadmium, zinc, cuivre, fer Solvants halogénés Hydrocarbures, HAP Composés aromatiques volatils Cyanures Nitrites, arsenic PCB, PCT 	<ul style="list-style-type: none"> Regroupement/traitement ordures ménagères Travail des métaux Industrie agroalimentaire Transformation matières plastiques Transport Industrie pharmaceutique Traitement de surface 	Aucune	<ul style="list-style-type: none"> Pollution au fuel domestique d'un puits (Vert-en-Drouais, août 2004) Pollution des effluents de la station d'épuration au plomb, chlore et mercure (Dreux, décembre 1988) Déversement sur le sol de butylbenzylphtalate - usine de textile (Dreux, mai 2006) <ul style="list-style-type: none"> Incendie de déchets tout-venant, noyage de l'incendie par les pompiers (Dreux, septembre 2005) Déversement d'une cuve de 200 litres de trichloréthylène (Dreux, décembre 2005) Déversement de pyralène (Dreux, décembre 1988)
Champs captants de Montreuil	<ul style="list-style-type: none"> Hydrocarbures Solvants halogénés Composés aromatiques volatils Pesticides Chrome, cadmium, zinc, cuivre, fer Cyanures, nitrites PCB-PCT 	<ul style="list-style-type: none"> Regroupement/traitement ordures ménagères Travail des métaux Industrie agroalimentaire Transformation matières plastiques Transport Industrie pharmaceutique Traitement de surface 	Aucun	<ul style="list-style-type: none"> Idem accidents arrivés à Dreux pour les champs de Vert-en-Drouais Incendie dans un bâtiment industriel (Cherisy, août 1999) Incendie dans une industrie d'adjuvants et additifs pour le caoutchouc (Cherisy, février 1999)

D) Inventaire des performances des installations d'assainissement

- L'assainissement collectif

Les rejets non-conformes des stations d'épuration peuvent être à l'origine de pollution du milieu récepteur. Ces rejets peuvent également contaminer les ressources souterraines par infiltration dans les bétoires ; il convient donc de s'assurer que ces stations d'épuration, rejetant sur le bassin d'alimentation des ressources, aient une qualité de rejet satisfaisante. En pratique, ces données restent limitées et les seules accessibles concernent les sources de la Vigne.

Il ressort, d'après la carte n°30 de l'état des lieux pour l'élaboration du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux de l'Avre, que deux stations d'épurations enregistrent de mauvais rendements épuratoires: il s'agit des stations de Beauche, et d'Irai.

On peut également y rajouter la station de La Ferté-Vidame dont l'exutoire se situe à proximité des bétoires. Bien que la qualité de ses rejets soit jugée satisfaisante en temps normal, il n'empêche que lors d'épisodes pluvieux, cette station enregistre des dysfonctionnements hydrauliques liés à l'infiltration d'eaux parasites météoriques. Les rejets de mauvaise qualité peuvent alors s'engouffrer dans les bétoires, et venir ainsi contaminer les sources de la Vigne.

- Assainissement autonome

Seule la pollution carbonée est éliminée par les installations d'assainissement autonome. Les nitrates issus de l'oxydation de la matière azotée des matières de vidange peuvent alors contaminer les eaux s'infiltrant dans la nappe. Un fonctionnement correct de ces installations est donc nécessaire pour éviter toutes contaminations chimiques ou microbiologiques de la nappe.

Les communes implantées sur les aires d'alimentation sont essentiellement rurales. L'assainissement autonome représente de ce fait une part non négligeable de l'assainissement global (faible densité de population).

Toutefois, il reste difficile d'avoir un levier d'action efficace sur les installations non conformes, bien que la mise en place des Services Publics d'Assainissement Non Collectifs (SPANC) soit effective pour une grande partie des communes, et en cours pour d'autres.

Notons par exemple, que l'inventaire des installations au niveau de pays de Verneuil, qui abrite le bassin d'alimentation des sources du Breuil, montre que seul 5 % des installations d'assainissement autonome sont conformes.

- Pratiques d'épandage

Les boues épandues peuvent faire l'objet de pollutions diverses (métallique par exemple) et solubles qui peuvent contaminer les eaux s'infiltrant dans la nappe.

A ce titre, l'épandage pratiqué dans les secteurs concernés fait l'objet d'une planification, et dispose d'outils d'analyse et de prévision afin de vérifier l'application des bonnes pratiques d'épandage.

- Activités de tourisme et de loisirs

La vallée de l'Avre ne constitue pas un haut lieu touristique. Les activités de loisirs pratiquées sont la pêche, l'équitation et la randonnée, et il n'y a aucun lieu de baignade autorisée. Une attention particulière devra être portée quant à la proximité des lieux de randonnées/promenades par rapport aux ouvrages de captage et de transport des ressources.

- Bilan et classement des ressources

Les sources de La Vigne, et les champs captants de Vert-en-Drouais et de Montreuil ont été classés en tant que captages prioritaires au sens de la Loi sur l'Eau et des Milieux Aquatiques, et du Grenelle de l'environnement. Il s'agit en effet, de ressources sensibles, fortement contaminés, notamment par les nitrates, qui doivent faire l'objet de plan d'actions d'urgences afin de restaurer la qualité des eaux brutes. Les paragraphes précédents ont d'ailleurs permis de confirmer cette vulnérabilité tant au niveau de la ressource qu'au niveau de ces périmètres de protection.

Il ne faut pas pour autant occulter, que cet inventaire des activités anthropiques devra être complété à mesure que les connaissances sur les bassins versants et leur périmètre de protection s'améliorent.

On remarquera enfin, que ces eaux, à cause de la dégradation de leur qualité, ne peuvent être utilisées en l'état : elles font en effet l'objet d'une sélection, et d'un traitement d'affinage afin de les rendre aptes à la consommation humaine.

4.1.3 Evaluation de la vulnérabilité de l'aqueduc

A) Etat général des ouvrages

Les différents ouvrages qui constituent l'aqueduc datent, pour les plus anciens, de 116 ans. De nombreux équipements ont été remplacés et rajoutés depuis, en fonction des avancées technologiques, notamment lors des programmes annuels de travaux. De façon générale, l'aqueduc est dans un état de conservation tout à fait correct.

B) Contraintes liées à l'environnement de l'aqueduc

Les 102 kilomètres d'aqueduc traversent aussi bien des zones rurales que des zones urbaines.

L'aqueduc fait l'objet d'une emprise au sol, une bande de terre acquise par la mairie de Paris.

Certaines, en effet, suivent ou traversent des routes plus ou moins fréquentées. On remarque ainsi sur certains abords de chaussées, des fossés d'isolement des écoulements routiers. Ces zones peuvent donc être particulièrement vulnérables en cas d'accident/choc routier, ou ferroviaire.

L'aqueduc traverse également des forêts, sujettes à une végétation dense, dont les racines peuvent altérer les fondations de l'ouvrage. Il peut être aussi exposé aux activités des promeneurs.

A ce titre, il existe des contrôles de routine hebdomadaires où la structure superficielle des 102 kilomètres d'aqueduc est inspectée par des agents d'entretien et de prévention. Leur attention porte sur les signes de dégradation volontaire (actes de malveillances, graffiti, vols...) ou involontaire (ex : couverture végétale trop dense à proximité de l'aqueduc), et de toutes anomalies en général (ex : intégrité des regards d'accès à l'aqueduc etc...).

C) Contraintes liées au temps de séjour dans l'aqueduc

Le temps de parcours de l'eau de son point de départ (Rueil-la-Gadelière), à son point d'arrivée (Saint-Cloud) est de 36 heures environ. Il n'existe aucun moyen d'accélérer ou de ralentir l'écoulement de l'eau dans l'aqueduc. La gestion de la demande en eau, tant au niveau du choix des ressources que de leurs traitements doit donc prendre compte ces délais d'acheminement. En clair, une modification de la qualité, ou de la quantité des eaux brutes, doit être décidée au moins 36 heures à l'avance ; de même qu'un arrêt d'exploitation implique l'écoulement d'eau dans l'aqueduc jusqu'à 36 heures après.

D) Contraintes induites par l'écoulement des eaux à plan d'eau libre

L'aqueduc ne peut fonctionner sous pression sous peine de rupture ou d'effondrement des structures. Cette contrainte implique des mesures particulières vis-à-vis de la manipulation des vannes, et de la gestion des débits dirigés vers l'aqueduc. En pratique, les opérateurs, en plus des obligations de qualité et de quantité d'eau à produire, doivent acquérir une emprise centrée sur l'ouvrage. Il faut donc maintenir en permanence, un niveau d'eau acceptable dans l'aqueduc, et éviter les a-coups hydrauliques (coups de bélier, retours

d'eau, surpression/dépression...). Le moyen utilisé aujourd'hui pour prévenir ces perturbations hydrauliques reste l'utilisation de l'aqueduc à une capacité de 100 000 m³/jour (capacité maximale de l'usine de Saint-Cloud), bien qu'ayant une capacité nominale de 160 000 m³/jour.

Par ailleurs, le principe de fermeture des vannes pour permettre l'isolation d'une tranche d'eau contaminée par exemple, n'existe pas au niveau de l'aqueduc : il n'y a aucune vanne présente au niveau de l'ouvrage. En effet, en cas de contamination d'une tranche d'eau, l'isolement n'est possible qu'au niveau des siphons, les seules installations munies en amont, de déversoirs latéraux de sécurité.

Contrairement à une conduite sous pression munie de vanne, il est donc délicat d'isoler une tranche d'eau contaminée qui circule à plan d'eau libre ; cet isolement ne serait possible sans une détection/localisation rapide du point de contamination, et une intervention rapide des opérateurs.

Il faut également remarquer qu'une conduite sous pression a l'avantage de limiter l'infiltration d'eaux parasites dans le réseau de transport. On ne peut donc pas écarter la possibilité d'infiltration d'eaux parasites dans l'aqueduc, où l'eau circule à plan d'eau libre – bien que les revêtements de celui-ci aient récemment été finalisés.

E) Détections d'anomalies

De façon générale pour l'ensemble des ouvrages de captage, et en particulier pour l'aqueduc, la détection d'une anomalie peut être :

- une détection visuelle dans le cadre des surveillances de routines sur les ouvrages et emprises, au cours des tournées des différents agents (détection visuelle de pollution ou rupture d'ouvrage)
- une détection analytique dans le cadre du programme analytique journalier des agents de laboratoire (cadre de l'autosurveillance)
- une détection par un tiers (appel téléphonique, plainte...)

A ces moyens viennent se combiner :

- la détection des retours d'eau, décelables uniquement au niveau des siphons. Le but de ces capteurs est en effet d'alerter en cas de rupture d'un siphon.

- la détection des hauteurs d'eau critiques dans l'aqueduc par le biais de capteur de niveau installés le long de l'ouvrage.

Malgré tous ces moyens, il reste difficile de détecter de l'extérieur une anomalie au niveau de l'aqueduc, notamment sur ces tronçons enterrés (75% du linéaire). Quand bien même, une anomalie serait identifiée, il est difficile de pouvoir en trouver rapidement les causes, de les localiser, surtout s'il s'agit d'infiltrations d'eaux parasites, de fuites, de fissuration (ou effondrements) dues à des formations de vides autour ou sous l'ouvrage, ou d'une perte de perméabilité/ résistance de la maçonnerie ...

F) Arrêt limités et programmés de l'aqueduc

L'arrêt de l'aqueduc n'est pas une manœuvre instantanée. La nature de l'écoulement, le temps de séjour hydraulique, ainsi que la configuration de l'exploitation des ressources nécessitent une programmation de ces arrêts, et la détermination de leur durée. Chaque exploitant doit se conformer strictement aux consignes d'arrêt.

La structure de l'aqueduc est contrôlée a minima tous les quatre ans, et de façon systématique à chaque arrêt d'eau programmé de l'usine de Saint-Cloud. Pour chacun de ses arrêts, l'aqueduc est vidé, et consigné d'après des procédures bien définies, pour des raisons de sécurité du personnel intervenant sur les installations. Seuls les siphons sont maintenus en eau afin de permettre la stabilité de l'ouvrage, et éviter la création de fuites (fuites causées par l'assèchement des joints).

Aussi, à l'issue de chaque intervention, l'ouvrage est rincé à l'eau brute et les eaux de lavage sont écoulées en Seine. Le prochain contrôle est prévu pour l'année 2010 et consiste entre autres, à une inspection de l'intérieur de la structure (à pied), et à la réalisation des travaux de réparation et d'entretien requis. Pendant la durée de l'arrêt d'exploitation, la production d'eau est assurée par les autres sites de production du sud parisien.

L'aqueduc, tout comme la ressource, fait l'objet de services d'astreintes (astreintes « aqueduc ouest »).

G) Ruptures d'ouvrages

Les incidents sur la structure de l'aqueduc ne sont pas à écarter. Il peut s'agir d'effondrements, de fissurations, d'éclatements, des siphons, etc.... L'année 2008 a par exemple enregistré un épisode de fuite et deux ruptures de siphon.

4.1.4 Evaluation de la vulnérabilité de l'usine d'affinage de Saint-Cloud

A) Etat général des ouvrages et programme de maintenance

L'usine de Saint-Cloud est une station récente, qui dispose d'équipements neufs, pour la majorité en inox, en acier ou en fonte. Certains font l'objet d'une maintenance préventive dans la mesure du possible, mais il ne s'agit pas d'une procédure généralisée à tous les équipements.

Aussi, pour le moment, en raison du jeune âge de la station, et du manque de personnel, aucun programme d'inspection systématique et régulier n'a été défini pour contrôler la structure interne des ouvrages : les différentes actions se font au gré des besoins de chaque installation.

Il faut également noter que les périodes d'arrêt d'eau de l'usine sont calées sur les conditions précédemment mentionnées pour l'arrêt d'exploitation des ressources : ces arrêts sont programmés, limités dans le temps et synchronisés.

B) Environnement et protection physique de l'usine

L'usine se situe sur les hauteurs de Saint-Cloud (92), au sein même des compartiments du réservoir de stockage des eaux de consommation. Le périmètre de protection de l'usine est clos, grillagé, et l'accès est conditionné par trois portails à digicode, à fermeture/ouverture sécurisées. Les agents opérationnels du site sont en charge de l'exploitation mais aussi de la surveillance des installations. Il existe également un roulement d'astreinte afin de gérer le fonctionnement de l'usine en dehors des heures de service, complété par un système de télésurveillance.

C) Fonctionnement général de l'usine

Les membranes d'ultrafiltration sont les équipements de la station qui nécessitent le plus de maîtrise au niveau de leur utilisation. A cet égard, afin de les protéger et de suivre leur intégrité, plusieurs dispositifs ont été mis en place. Il s'agit de la préfiltration, du contrôle continu du résiduel de chlore en amont, des disques de ruptures, mais aussi du comptage des particules et des tests d'intégrité.

D) Les tests d'intégrité

Il s'agit d'un test à l'air basé sur la mesure de la chute de pression côté perméat ou concentrat du bloc. Le bloc est en effet vidangé, et mis sous pression. Avec une membrane

intègre, l'air diffuse lentement ; et dans le cas de fibres cassées, la chute de pression est plus rapide.

Quand un bloc est déclaré non-intègre, un test de bullage est effectué pour identifier le module concerné: l'opérateur colle l'oreille sur les modules pendant le test, et il est possible d'entendre un bullage causé par le passage de l'air par la fibre cassée. Le module identifié est ensuite démonté et soumis à une procédure d'intégrité manuelle. La fibre non-intègre peut alors être bouchée avec une résine, et le module remis en place.

Cette méthode, assez « reconnue » pour vérifier l'intégrité d'une membrane, peut être réalisée manuellement ou automatiquement.

En ce qui concerne l'usine de Saint-Cloud, seul le mode manuel peut être utilisé, car le fonctionnement automatique met en péril l'ensemble du process d'ultrafiltration (erreur lors du dimensionnement de la centrale d'air). Il en résulte que les opérations de maintenance sur les membranes, sont des manœuvres lourdes, qui requièrent l'arrêt des modules (une heure par module), et une grande disponibilité des opérateurs. Il faut souligner que la Direction Qualité Environnement d'Eau de Paris préconise une vérification hebdomadaire des modules. Mais en raison du temps important requis, l'entretien des membranes se gère en fonction de la disponibilité des opérateurs et des besoins au niveau des différents modules.

Dans le but d'avoir une idée de l'état général des membranes, une campagne d'intégrité sur le premier étage de filtration a été lancée sur l'usine les 14 et 15 mai 2009. Il en ressort que 68 modules sur 432 sont suspects.

Le fait est que, malgré toutes les réparations effectuées, les cassures au niveau des fibres demeurent, et la capacité d'intervention des équipes ne permet pas de résorber ces casses. A ce jour, sur le premier étage seul deux blocs sur quinze sont intacts.

Les blocs du second étage sont quant à eux moins problématiques, même si pour le moment seules quelques hypothèses à confirmer peuvent justifier leur meilleure intégrité. (Flux de filtration moins importants, moins de rétrolavages etc....)

E) Le comptage des particules sur le perméat

L'usine de Saint-Cloud est équipée de deux compteurs de particules pour le premier étage : un compteur de particules qui analyse les eaux filtrées de chaque bloc, et un autre qui

analyse le mélange d'eau filtrée sur l'ensemble des blocs. Le deuxième étage de filtration est équipé d'un analyseur unique qui analyse le mélange d'eau filtrée.

Cette technique repose sur les propriétés des particules à réfracter les faisceaux lumineux. La canalisation d'eau traitée est donc traversée par un faisceau qui va être plus ou moins réfracter par les particules, en fonction de leur nombre, et de leur taille. Le nombre de particules est alors déterminé en fonction de l'intensité de la lumière reçue par le capteur, localisé à l'opposé de la source de lumière.

Il faut savoir que ce système est utilisé au niveau de l'usine mais l'exploitation de ses résultats reste encore difficile. En effet, une eau filtrée de bonne qualité ne devrait pas comporter de particules, en théorie. Pourtant, plusieurs phénomènes ont pu être observés:

- les eaux brutes de catégorie 8 (Cf. Annexe 2), filtrées en mode tangentiel, enregistrent un nombre important de particules.
- les pics de particules observés ne sont ni associés à des pics de turbidité, ni associés à un défaut d'intégrité des membranes. Les eaux filtrées enregistrant un nombre important de particules, sont en effet conformes au niveau de la turbidité.
- le nombre de particules des eaux filtrées est en moyenne deux fois plus important lorsque le CAP utilisé est du Norit, par rapport au Chemviron (lié à une répartition particulaire différente)
- Les eaux filtrées du deuxième étage ne comportent pas de particules.

Une étude est actuellement menée sur l'usine afin de permettre une meilleure compréhension des résultats de l'analyseur. Cette technique pourrait en effet permettre, le suivi en continu de l'état des blocs d'ultrafiltration. Il faut rajouter néanmoins que cette méthode permettrait d'isoler le bloc en défaut, mais elle devrait être complétée par un test d'intégrité pour l'identification du module défectueux.

F) Mesure de turbidité

La turbidité est mesurée en sortie d'ultrafiltration. Il s'agit d'un analyseur en continue, qui analyse la turbidité du mélange d'eau filtrée. Les résultats obtenus au niveau des deux étages de filtration, montrent une très bonne qualité de filtration.

G) Les disques de rupture

Les disques de rupture sont des dispositifs installés sur chaque bloc pour assurer la sécurité des membranes vis-à-vis des surpressions. Ce sont des disques métalliques résistant à une certaine pression, qui cassent lors d'une surpression dans le bloc, évitant ainsi l'endommagement des membranes.

Les surpressions peuvent en effet, être responsables des défauts d'intégrité sur les membranes. Lors d'une rupture de disque, le bloc est automatiquement placé hors service. Si cet arrêt est réalisé lors d'une séquence de rétrolavage, les eaux de lavage, quelles qu'elles soient, sont acheminés vers le circuit de rétrolavage (Cf. Annexe 1).

Par ailleurs, le prix assez élevé de ces disques (1400 € l'unité) et l'approvisionnement pas toujours facile peut rendre le bloc concerné indisponible à la production pendant plusieurs jours. Pour ces raisons, l'usine a enregistré des arrêts fréquents et longs de certains blocs, mais depuis le changement de ces disques par Dégrémont en novembre 2008 (disques avec un seuil de pression plus élevé à 3.8 bar), les ruptures de disques sont maintenant occasionnelles.

5 Analyse des dangers du système de production des eaux destinées à la consommation humaine

L'analyse des dangers repose sur l'ensemble des outils méthodologiques développés en partie 2.5 du mémoire ; elle a nécessité plusieurs réunions de l'équipe d'analyse des dangers et s'est étalée sur six semaines.

D'un point de vue organisationnel, ces réunions ont d'abord consisté à expliciter les objectifs des séances, et les outils méthodologiques. Il a été question ensuite, de se consacrer à proprement dit, à l'identification des dangers, à leur évaluation, et à la détermination des mesures de maîtrise.

Ces réunions ont été menées à partir d'une trame pré-préparée sous Excel et remplie avec les informations recueillies en fonction de l'état d'avancement de la séance (Cf. Tableaux suivants).

Le compte-rendu rédigé à l'issue de chaque réunion a permis enfin, d'apporter les corrections nécessaires avant validation par l'équipe d'analyse et de maîtrise préventives des dangers.

Les résultats sont à ce titre présentés dans les tableaux suivants, d'abord pour l'activité de sélection et de transport des ressources de l'Avre puis pour l'activité d'affinage de Saint-Cloud..

5.1 Analyse des dangers au niveau de l'activité de sélection et de transport des ressources de l'Avre

5.1.1 Les ressources et captage

A) Sources de la Vigne

Tableau 16: Analyse des dangers au niveau de l'activité de sélection des ressources de l'Avre : ressources et captages de la Vigne. (G : Gravité ; F : Fréquence ; D : Détectabilité)

Etape	Dangers	Causes / Origine	Criticité	Seuil critique / niveau acceptable	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir
Ressources et captage	Nitrates	Agriculture intensive - utilisation d'intrants agricoles - Lessivage lors des premières pluies d'hiver et infiltration	G : 16 F : 4 D : 1 64	Valeur limite interne à Eau de Paris : 48 mg/L	Mise en place de Mesures Agro-environnementales bandes enherbées par les agriculteurs volontaires	Mise en place de systèmes de collecte/traitement des eaux de drainage des parcelles agricoles localisées à proximité de bétouires	Isolement/mise en rejet des sources de la Vigne	Analyseur en continu des nitrates au niveau du mélange des sources de la Vigne et du Breuil Analyse des nitrates en continu du groupe Nouvet	—
		Mise en place par les agriculteurs volontaires des Cultures Intermédiaires Piège à Nitrate en hiver (CIPAN)			Promouvoir auprès des agriculteurs le labourage perpendiculairement à la pente des parcelles				
		Infiltration d'effluents chargés en pollution azotée - Assainissement collectif avec traitement de l'azote peu performant Origine minoritaire			—	Finalisation de la procédure de Déclaration d'Utilité Publique		Analyseur en continu des débits (corrélation avec pics de nitrates) sur le groupe Nouvet, Erigny et Gravières	
						Finalisation de la procédure de Déclaration d'Utilité Publique		Analyseur en continu des débits (corrélation avec pics de nitrates) sur le groupe Nouvet, Erigny et Gravières	
						Prévoir un groupe de travail avec les exploitants des stations d'épurations sensibles		Analyseur en continu des débits (corrélation avec pics de nitrates) sur le groupe Nouvet, Erigny et Gravières	

Etape	Dangers	Causes / Origine	Criticité	Seuil critique / niveau acceptable	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir	
Ressources et captage	Pesticide/ herbicide	Lessivage par les eaux de pluies des pesticides utilisés en agriculture et infiltration	G : 8 F : 4 D : 2 64	Limite de qualité d'après l'arrêté du Code de la Santé publique du 11/01/2007: 0,5 ug/L	Mise en place de mesures agro-environnementales réduction pesticides hors herbicides, réduction pesticides, et mise en herbe par les agriculteurs volontaires des trois départements	Mise en place de systèmes de collecte/traitement des eaux de drainage des parcelles agricoles localisées à proximité de bétaires	Isolement/déversement des sources de la Vigne	Analyse des pesticides 2 fois par mois pour le mélange des sources et 1 fois par mois pour chaque source - renforcement en cas de pics de concentrations	---	
		Missions de sensibilisation et information des agriculteurs des trois départements par un animateur d'Eau de Paris pour la mise en place d'une agriculture intégrée.			Promouvoir auprès des agriculteurs le labourage perpendiculairement à la pente des parcelles					Dilution des sources de la Vigne avec d'autres ressources
		Obligation réglementaire d'implantation d'une bande enherbée de 5 mètres sur les parcelles agricoles			Mise en place de DUP					Traitement au charbon actif à l'usine d'affinage de Saint-Cloud
		Lessivage des pesticides/herbicides utilisés par les particuliers par les eaux de pluies et infiltration			—	Mise à disposition d'un guide des bonnes pratiques en matière d'utilisation d'herbicides et de pesticides pour les particuliers et les collectivités locales				
		Lessivage des pesticides/herbicides utilisés par les Collectivités locales par les eaux de pluie et infiltration			—					

Etape	Dangers	Causes / Origine	Criticité	Seuil critique / niveau acceptable	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir
Ressources et captage	Contamination par des bactéries d'origine fécale	Rejet en milieu naturel d'effluents de station d'épuration chargés en germes de contamination fécale - infiltration dans les bétaires	G : 8 F : 4 D : 2 64	aucun		Connaissance des zones d'engouffrement Aménagement des zones d'engouffrement proches des stations d'épuration	Désinfection à l'usine d'affinage de Saint-Cloud	Analyse 2 fois par semaine du mélange des sources de la Vigne et 1 fois par mois sur chaque source	---
		Assainissement autonome peu performants - Infiltration des matières de vidanges peu/non traitées			Equipement d'assainissement autonome des sources conformes				
		Pollution fécale des animaux d'élevage - Lessivage par les eaux de pluies des déjections animales contaminées - infiltration			Aménagements de toutes les bouches d'aération de grilles fines de 2 mm empêchant l'intrusion de petits animaux				
		Epandage de lisiers animales - Lessivage des lisiers chargés par les eaux de pluie-infiltration							
		Introduction de contamination fécale par les agents d'exploitation via les semelles de chaussures			Pavillons de captage aménagés comprenant un seuil d'entrée en béton désactivé (rétention des débris/impureté des semelles) Entretien du sol des pavillons de captage adapté en fonction de la saison Sensibilisation du personnel interne et externe sur les pratiques d'hygiène Limitation des accès aux ouvrages aux agents				
	Accès d'animaux/nuisibles dans les pavillons de captage - Contamination fécale au niveau des bassins de captage								

Etape	Dangers	Causes / Origine	Criticité	Seuil critique / niveau acceptable	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir
Ressources et captage	Contamination par les Cyanotoxines	Infiltration dans les zones d'engouffrement d'eaux de mares/étangs, abreuvoirs d'animaux présentant une prolifération de cyanobactéries	G : 8 F : 2 D : 4 64	Limite de qualité d'après l'arrêté du Code de la Santé publique du 11/01/2007: 1 µg/L pour les microcystines	Aucune	Plan de coordination avec les pompiers, gardes-rivières, gardes-pêches, préfectures afin d'être alerté en cas d'épisode de bloom algal Contact privilégié avec les propriétaires d'étangs, et d'abreuvoirs à proximité des zones d'engouffrement	Mise en décharge des ressources Dilution avec d'autres ressources Traitement au charbon actif à l'usine d'affinage de Saint-Cloud	aucune	Surveillance à prévoir en cas d'alerte
Ressources et captage	Contamination par les amibes	Rejet en milieu naturel d'effluents de station d'épuration contaminés - infiltration Assainissement autonome peu performants - Infiltration des matières de vidanges chargées peu/non traitées	G : 8 F : 2 D : 4 64	Aucun	Aucune	Connaissance des zones d'engouffrement Aménagement des zones d'engouffrement	Ultrafiltration membranaire à l'usine d'affinage de Saint-Cloud	Aucune	Aucune

Etape	Dangers	Causes / Origine	Criticité	Seuil critique / niveau acceptable	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir
Ressources et captage	Contamination par des virus d'origine fécale	Rejet en milieu naturel d'effluents de station d'épuration contaminés - infiltration	G : 8 F : 2 D : 4 64	Aucun	Aucune	Aménagements de toutes les bouches d'aération de grilles fines de 2 mm empêchant l'intrusion de petits animaux	Désinfection à l'usine d'affinage de Saint-Cloud	Aucune	Surveillance à prévoir et fréquence à déterminer en tant qu'indicateur de contamination fécale
		Assainissement autonome peu performants - Infiltration des matières de vidanges chargées peu/non traitées							
		Pollution par les animaux d'élevage - Lessivage par les eaux de pluies des déjections animales contaminées – infiltration							
		Epanchage de lisiers animales - Lessivage des lisiers chargés par les eaux de pluie- infiltration							
		Accès d'animaux/nuisibles dans les pavillons de captage - Contamination fécale au niveau des bassins de captage							

Etape	Dangers	Causes / Origine	Criticité	Seuil critique / niveau acceptable	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir	
Ressources et captage	Turbidité	Turbidité naturelle liée au réseau souterrain karstique	G : 16 F : 4 D : 1 64	D'après les valeurs limites fixées par Eau de Paris:						
		Infiltrations souterraines favorisées par l'absence d'aménagements de retenue des eaux d'infiltration (haies, talus)		Seuil critique: 2 NFU		Aménagement des engouffrements et des bétaires				
		Remise en suspension des sédiments souterrains par infiltration d'eau de surface lors d'intempéries pluvieuses		Seuil acceptable: 5 NFU				Mise en rejet des sources	Analyseurs de la turbidité en continu sur toutes les sources (1 turbidimètre pour le mélange du groupe Nouvet)	
		Remise en suspension des sédiments des bassins de captage si manipulation trop brutales des vannes (manipulation d'isolement, redémarrage, changement de débit)			Procédures de manipulation de vanne pour éviter les remises en suspension		Dilution avec d'autres ressources Ultrafiltration membranaire à l'usine d'affinage de Saint-Cloud	Analyseur en continu des débits (corrélation avec pics de turbidité) sur le groupe Nouvet, Erigny et Gravières		
		Lessivage des sédiments des parcelles agricoles et infiltration			Obligation réglementaire d'implantation d'une bande enherbée de 5 mètres sur les parcelles agricoles	Mise en place de systèmes de collecte/traitement des eaux de drainage des parcelles agricoles localisées à proximité de bétaires Présence de bandes enherbées sans drains Promouvoir auprès des agriculteurs le labourage perpendiculairement à la pente des parcelles				

Etape	Dangers	Causes / Origine	Criticité	Seuil critique / niveau acceptable	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir	
Ressources et captage	Contamination par Giardia, Cryptosporidium	Rejet en milieu naturel d'effluents de station d'épuration chargés en protozoaires - infiltration	G : 16 F : 2 D : 2 64	Aucun	Aucune	Connaissance des zones d'engouffrement	Ultrafiltration membranaire à l'usine d'affinage de Saint-Cloud	1 fois par mois sur la source de Foisy	---	
						Aménagement des zones d'engouffrement				
		Assainissement autonome peu performants - Infiltration des matières de vidanges chargées peu/non traitées								
		Pollution par les animaux d'élevage - Lessivage par les eaux de pluies des déjections animales contaminées - infiltration								
		Epandage de lisiers animales - Lessivage des lisiers chargés par les eaux de pluie- infiltration								
Accès d'animaux/nuisibles dans les pavillons de captage - Contamination fécale au niveau des bassins de captage										
Ressources et captage	Perturbateurs endocriniens	Rejets d'effluent en milieu naturel avec peu ou pas d'élimination des résidus médicamenteux en station d'épuration - Infiltration dans les zones d'engouffrement	G : 2 F : 2 D : 4 16	Aucun	Aucun	—	Traitement au charbon actif à l'usine d'affinage de Saint-Cloud	Aucune	---	
		Utilisation de médicaments pour les animaux d'élevage - Lessivage des résidus de substances médicamenteuses contenues dans les déjections animales par les eaux de pluies - infiltration								

Etape	Dangers	Causes / Origine	Criticité	Seuil critique / niveau acceptable	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir
Ressources et captage	Huiles et hydrocarbures	Présence de stations services sur les trois départements - déversement accidentel - infiltration directe dans les béttoires ou lessivage par les eaux de pluies puis infiltration	G : 2 F : 1 D : 4 8	Critère interne fixé par Eau de Paris: ne doit pas être détecté organoleptiquement		Mise en place d'ouvrage de collectes des effluents routiers a minima au niveau des zones vulnérables (proximité de béttoires)	Mise en rejet des ressources dans le cas d'une arrivée rapide du polluant (injection dans les béttoires) Dilution avec d'autres ressources	—	A prévoir en cas d'alerte sur une pollution aux hydrocarbures/huiles Dégustation hebdomadaire du mélange des eaux brutes
		Présence de routes et de parking non équipées de dispositifs de récupération des effluents routiers - lessivage des effluents par les eaux de pluies et infiltration			Plan de coordination avec les pompiers, gardes-rivières, gardes-pêches, préfectures, conseils généraux (routes départementales), Directions Régionales de l'Equipement (route nationale) en cas d'accidents routiers ou technologiques Limitation de vitesse au niveau des zones à risque				
		Déversement malveillant dans les béttoires- infiltration directe							
		Utilisation d'huile/hydrocarbure lors d'intervention de maintenance/réparation sur les captages			Utilisation de groupe électrogène placé en bac de rétention lors d'intervention sur les captages Existence de consignes d'interventions pour le personnel interne d'Eau de Paris, et les entreprises extérieures intervenant sur les captages				
Ressources et captage	Métaux d'origine naturelle (fer, aluminium, manganèse)	Présence naturelle des métaux dans les sols et sédiments de l'aquifère	G : 2 F : 1 D : 3 6	D'après les valeurs limites fixées par Eau de Paris: Aluminium: 50 µg/l Manganèse: 20 µg/L Fer: 50 µg/L	Ultrafiltration membranaire s'il s'agit de métaux sous forme particulaire Connaissance de la ressource par la mise en place d'études (étude environnementale)	—	Mise en rejet des sources Dilution avec d'autres ressources	Aluminium et Fer: 2 fois par an pour chaque source Aluminium et Fer: 2 fois par mois pour le mélange des sources	---
Ressources et captage	Métaux d'origine anthropique (Cu, Cd, Cr, Ni, Zn, As)	Pollutions industrielles diffuses - Infiltrations Présence de centre de stockage des déchets - infiltration des lixiviats de décharge	G : 2 F : 1 D : 3 6	D'après les valeurs limites fixées par Eau de Paris: Cuivre: 50 µg/L Cadmium: 5 µg/L Chrome: 50 µg/L Nickel: 20 µg/L Zinc: 50 µg/L Arsenic: 10 µg/L	Ultrafiltration membranaire s'il s'agit de métaux sous forme particulaire Connaissance de la ressource par la mise en place d'études (étude environnementale)	—	Mise en rejet des sources Dilution avec d'autres ressources	Cuivre : 1 fois par an Chrome, cadmium et nickel: 1 fois par an Chrome, cadmium, nickel: 2 fois par an pour le mélange des sources	Adaptation de la surveillance en cas d'alerte de pollution aux métaux

B) Champs captants de Vert-en-Drouais, de Montreuil et sources du Breuil

Tableau 17: Analyse des dangers au niveau de l'activité de sélection des ressources de l'Avre : ressources et captages de Vert-en-Drouais, de Montreuil et du Breuil (G : Gravité ; F : Fréquence ; D : Détectabilité)

Etape	Dangers	Causes / Origine	Criticité	Seuil critique / niveau acceptable	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir
Ressources et captage	Nitrates	Agriculture intensive – utilisation d'intrants agricoles – Lessivage lors des premières pluies d'hiver et infiltration	G : 16 F : 4 D : 1 64	Valeur limite interne à Eau de Paris : 48 mg/L	Aucune	Mesure à prendre en fonction de l'étude des bassins d'alimentation des champs captants de Vert-en-Drouais et de Montreuil effectuée par le BRGM (étude disponible en 2010) Meilleure connaissance du bassin des sources du Breuil	Arrêt des pompages Sélection des puits à pomper Mélanges des eaux pompées avec d'autres ressources Mise en rejet des ressources	1 fois par mois pour chaque puits Tous les jours sur le mélange des puits Analyse 1 à 2 fois par semaine sur Breuil jauge et 1 fois par mois sur Breuil amont et Breuil secondaire	---
Ressources et captage	Pesticides (atrazine DEA)	Lessivage par les eaux de pluies des pesticides utilisés en agriculture et infiltration Lessivage des pesticides/herbicides utilisés par les particuliers par les eaux de pluies et infiltration Lessivage des pesticides/herbicides utilisés par les Collectivités locales par les eaux de pluie et infiltration Lessivage des pesticides/herbicides utilisés par la SNCF par les eaux de pluie et infiltration (sources du Breuil et Vert-en-Drouais)	G : 8 F : 4 D : 2 64	Limite de qualité d'après l'arrêté du Code de la Santé publique du 11/01/2007: 0,5 ug/L		Promouvoir auprès des agriculteurs le labourage perpendiculairement à la pente des parcelles Diffusion de guides bonnes pratiques en matière d'utilisation de pesticides/herbicides à destination des riverains Organisation d'un groupe de travail avec les collectivités locales pour une utilisation rationnelle des pesticides/herbicides	Mise en rejet des sources arrêt des pompages Dilution avec d'autres ressources Traitement au charbon actif à l'usine d'affinage de Saint-Cloud	2 fois par mois pour le mélange Breuil 1 fois par mois pour chaque source du Breuil 2 fois par mois pour le mélange des champs captants de Breuil 2 fois par mois pour le mélange des champs captants de Montreuil 1 fois par trimestre pour chaque puits et mesures supplémentaires en cas de concentrations anormales	Adaptation des pesticides recherchés en fonction des pesticides utilisés sur les bassins d'alimentation

Etape	Dangers	Causes / Origine	Criticité	Seuil critique / niveau acceptable	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir
Ressources et captage	Contamination par des virus d'origine fécale	Assainissement autonome peu performants - Infiltration des matières de vidanges chargées peu/non traitées	G : 8 F : 2 D : 4 64	Aucun	Aucune		Désinfection à l'usine d'affinage de Saint-Cloud	Aucune	Surveillance à prévoir et fréquence à déterminer en tant qu'indicateur de contamination fécale
Pollution par les animaux d'élevage - Lessivage par les eaux de pluies des déjections animales contaminées - infiltration									
Epandage de lisiers animales - Lessivage des lisiers chargés par les eaux de pluie-infiltration									
Accès d'animaux/nuisibles dans les pavillons de captage - Contamination fécale au niveau des bassins de captage		Aménagements de toutes les bouches d'aération de grilles fines de 2 mm empêchant l'intrusion de petits animaux							
Ressources et captage	Organochlorés	Infiltration des jus de décharges présentes sur le bassin d'alimentation	G : 8 F : 3 D : 2 48	Limite de qualité d'après l'arrêté du Code de la Santé publique du 11/01/2007:			Mise en rejet des sources du Breuil Dilution des sources du Breuil avec d'autres ressources Arrêt des pompages Traitement au charbon actif à l'usine d'affinage de Saint-Cloud	Tri et tétrachloroéthylène: 1 fois par mois pour les puits et le refoulement Tri et tétrachloroéthylène : 1 fois par mois pour le mélange des sources du Breuil, et une fois par mois pour chaque source	Rajouter un programme de surveillance du chlorure de vinyle
Pollution diffuse industrielle - infiltration		Trichloroéthane: 10 µg/L							
Introduction de solvants organochlorés lors du dégraissage des équipements des puits		tétrachloroéthane: 10 µg/L		Existence d'une attestation de conformité sanitaire pour les peintures utilisées Pas d'utilisation de solvant pour le dégraissage des équipements des puits Pas d'introduction de produits dans les champs captants et sources à l'exception de graisse alimentaire - Intervention de réparation/maintenance en atelier					

Etape	Dangers	Causes / Origine	Criticité	Seuil critique / niveau acceptable	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir	
Ressources et captage	Contamination par des bactéries d'origine fécale	Assainissement autonome peu performants - Infiltration des matières de vidanges chargées peu/non traitées	G : 8 F : 2 D : 2 32	Aucun		Aménagements de toutes les bouches d'aération de grilles fines de 2 mm empêchant l'intrusion de petits animaux	Désinfection à l'usine d'affinage de Saint-Cloud	1 fois par mois sur chaque puits de champs captants 1 fois par semaine sur les mélanges des champs captants	---	
		Pollution fécale des animaux d'élevage - Lessivage par les eaux de pluies des déjections animales contaminées - infiltration								1 fois par semaine sur le mélange des sources du Breuil 1 fois par mois sur chaque source
		Epandage de lisiers animales - Lessivage des lisiers chargés par les eaux de pluie-infiltration								
		Introduction de contamination fécale par les agents d'exploitation via les semelles de chaussures								
		Accès d'animaux/nuisibles dans les pavillons de captage - Contamination fécale au niveau des bassins de captage			<p>Equipement d'assainissement autonome des points de captage conformes</p> <p>Sensibilisation du personnel interne et externe sur les pratiques d'hygiène</p> <p>Limitation des accès aux ouvrages aux agents</p> <p>Entretien du sol des pavillons de captage adapté en fonction de la saison</p> <p>Pavillons de captage aménagés comprenant un seuil d'entrée en béton désactivé (rétention des débris/impureté des semelles)</p>					

Etape	Dangers	Causes / Origine	Criticité	Seuil critique / niveau acceptable	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir
Ressources et captage	Huiles/ Hydrocarbures	Présence de stations services sur bassins d'alimentation - déversement accidentel - lessivage par les eaux de pluies puis infiltration	G : 2 F : 1 D : 4 8	Critère interne fixé par Eau de Paris: ne doit pas être détecté organoleptiquement		Plan de coordination avec les pompiers, gardes-rivières, gardes-pêches, préfectures, conseils généraux (routes départementales), Directions Régionales de l'Équipement (route nationale) en cas d'accidents routiers ou technologiques		Aucune	A prévoir en cas d'alerte sur une pollution aux hydrocarbures/huiles Dégustation hebdomadaire des eaux brutes
		Présence de routes et de parking non équipées de dispositifs de récupération des effluents routiers - lessivage des effluents par les eaux de pluies et infiltration			Equipements de certaines routes de dispositifs de récupérations des effluents routiers	Mise en place d'ouvrage de collectes des effluents routiers	Pompage puis déversement de la pollution dans le milieu naturel pour les champs captants		
		Utilisation d'huile/hydrocarbure lors d'intervention de maintenance/réparation sur les captages			Utilisation de groupe électrogène placé en bac de rétention lors d'intervention sur les captages Existence de consignes d'interventions pour le personnel interne d'Eau de Paris, et les entreprises extérieures intervenant sur les captages Utilisation de pompes auto lubrifiées par contact avec l'eau Utilisation de graisse alimentaire pour les réparations/maintenance sur les captages		Mise en rejet des sources du Breuil Dilution des sources du Breuil avec d'autres ressources		
Ressources et captage	Métaux d'origine naturelle (fer, manganèse, aluminium)	Présence naturelle des métaux dans les sols et sédiments de l'aquifère	G : 2 F : 2 D : 2 8	D'après les valeurs limites fixées par Eau de Paris: Aluminium: 50 µg/L Fer: 50 µg/L Manganèse: 20 µg/L	Fonctionnement régulier des puits même en absence d'exploitation (environ 7 heures par jour tous les quinze jours)	—	Mise en rejet des sources du Breuil Dilution des sources du Breuil avec d'autres ressources Arrêt des pompages	2 fois par mois pour les refoulements de Vert-en-Drouais et de Montreuil 2 fois par an pour chacun des puits 2 fois par an pour chaque source du Breuil 2 fois par mois pour le mélange des sources du Breuil	---

Etape	Dangers	Causes / Origine	Criticité	Seuil critique / niveau acceptable	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir
Ressources et captage (uniquement Vert-en-Drouais et Montreuil)	Turbidité	Remise en suspension des sédiments si manipulation trop brutales des vannes des captages (manipulation d'isolement, redémarrage, changement de débit))	G : 4 F : 2 D : 1 8	D'après les valeurs limites fixées par Eau de Paris : Seuil critique : 2 NFU Seuil acceptable : 5	Mise en rejet/rinçage des puits avant leur utilisation après arrêt Fonctionnement régulier des puits même en absence d'exploitation (environ 7 heures par jour tous les quinze jours) Procédures de manipulation de vanne pour éviter les remises en suspension	—	Arrêt des pompages	Surveillance continue de la turbidité au niveau du refoulement de chaque champ captant	—
Ressources et captage	Métaux d'origine anthropique (Cu, Cd, Cr, Ni, Zn, As)	Pollutions industrielles diffuses - Infiltrations Présence de centre de stockage des déchets – infiltration des lixiviats de décharge Introduction de pollution métallique liée à la présence d'une échelle en fer galvanisé dans les réservoirs des champs captants de Montreuil	G : 2 F : 1 D : 3 6	D'après les valeurs limites fixées par Eau de Paris: Cuivre : 50 µg/L Cadmium : 5 µg/L Chrome : 50 µg/L Nickel : 20 µg/L Zinc : 50 µg/L Arsenic : 10 µg/L	Délimitation du bassin d'alimentation des sources du Breuil Déclaration d'Utilité Publique existant pour Vert-en-Drouais et Montreuil Repérage des décharges	Contact avec les autorités gestionnaires des pollutions des sites et sols pollués et installations classées pour l'environnement (DRIRE) Finalisation de la procédure de Déclaration d'Utilité Publique pour les sources du Breuil Remplacement de l'échelle	Mise en rejet des sources du Breuil Dilution des sources du Breuil avec d'autres ressources Arrêt des pompages	2 fois par an pour le mélange des puits de Vert-en-Drouais 2 fois par an pour le mélange des puits de Montreuil 2 fois par an pour le mélange des sources du Breuil Pas de détection de l'arsenic, car jamais détecté dans le passé	A prévoir en cas d'alerte sur une pollution aux métaux

5.1.2 TRANSPORT DES EAUX BRUTES EN AQUEDUC

Tableau 18: Analyse des dangers au niveau de l'activité de sélection de transport des ressources de l'Avre (G : Gravité ; F : Fréquence ; D : Détectabilité)

Etape	Dangers	Causes / Origine	Criticité	Seuil critique / niveau acceptable	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir
Transport	Accidents de transport à proximité de l'aqueduc	Accidents au niveau des routes traversées par l'aqueduc (A13 et N12) Accidents ferroviaires liée à la présence d'un réseau ferroviaire Paris-Dreux au niveau de Vert-en-Drouais et de Saint-Germain de la Grange	G : 16 F : 1 D : 4 64	Aucun	Aucune	Plan de coordination avec les pompiers, gardes-rivières, gardes-pêches, préfectures, la SNCF marchandise et voyageurs, conseils généraux (routes départementales), Directions Régionales de l'Equipement (route nationale) en cas d'accidents routiers ou technologiques	Réparation de l'aqueduc	Patrouille hebdomadaire des agents d'exploitation sur l'aqueduc	---
Transport	Pollution liée à un acte de malveillance dans les regards d'aqueduc	Actes de malveillance/terrorisme	G : 16 F : 1 D : 3 48	Variable en fonction du type de pollution	Regards d'aqueduc équipés de portes sécurisées, de clefs électroniques, pas de possibilité de crochetage, platelage des regards Equipement des regards en tête aval des siphons d'alarme anti-intrusion Patrouille hebdomadaire des agents de terrain changement des grilles d'aération avec des barreaux plus rapprochés Bouches d'aération équipées de grilles fines de protection Contrôle visuel bihebdomadaire des regards - Contrôle mensuel du fonctionnement des serrures - Contrôle des alarmes anti- intrusion tous les deux mois	Signalisation d'interdiction d'accès	Mise en rejet des eaux brutes aux différents points de déversement de l'aqueduc Traitement d'affinage de l'usine de Saint-Cloud	Surveillance hebdomadaire de l'aqueduc au cours de patrouilles par les agents Usine d'affinage de Saint-Cloud	Surveillance à prévoir au cas par cas en fonction des alertes Surveillance à renforcer en cas de sévérisation du plan "Vigipirate"

Etape	Dangers	Causes / Origine	Criticité	Seuil critique / niveau acceptable	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir
Transport	pollutions chimiques et microbiologiques diffuses (pesticides, solvants, germes de contamination fécale)	Introduction de pollution microbiologique/chimique au point où l'aqueduc se situe dans un point bas (apport par les eaux météorites)	G : 8 F : 2 D : 3 48	Aucun	Travaux de maintenance régulier sur l'aqueduc/patrouilles hebdomadaires	Surveillance accrue de l'aqueduc en cas de conditions météorologiques sévères (épisodes de sécheresse, inondations importantes)	Désinfection et traitement au charbon actif de l'usine d'affinage de Saint-Cloud Mise en rejet en Seine à l'arrivée à Saint-Cloud Mise en rejet aux différents points de déversement de l'aqueduc	Pesticides: 2 fois par mois sur le mélange au site des Branloires Solvants chlorés: 1 fois par mois sur le mélange au site des Branloires Germes témoins de contamination fécales: E.Coli : 4 fois par semaine sur le mélange des eaux brutes (sites des Branloires)	---
		Introduction de pollution lors de travaux de maintenance dans l'aqueduc			Accès aux regards limités au personnel d'intervention	Formaliser les zones de protection sanitaire de l'aqueduc			
		Infiltration d'eaux contaminées dans l'aqueduc liée à des fissures			Travaux de maintenance des équipements réalisés à l'extérieur des regards, à l'exception de la maintenance électrique	Avoir une meilleure connaissance des entreprises localisées à proximité de l'aqueduc			
		Introduction de petits animaux			Programme d'entretien de l'aqueduc sur 20 ans et travaux d'étanchéité récents réalisés	Aménagements de toutes les bouches d'aération de grilles fines de 2 mm empêchant l'intrusion de petits animaux			
					Patrouilles d'inspection des regards hebdomadaires - localisation des fissures par les agents et étanchéification de ses fissures lors des arrêts d'eau de l'aqueduc				

Etape	Dangers	Causes / Origine	Criticité	Seuil critique / niveau acceptable	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir
Transport	Casse accidentelle naturelle ou extérieure	Activités industrielles, agricoles, et de loisirs à proximité de certaines zones traversées par l'aqueduc	G : 16 F : 1 D : 3 48	Absence	Déclaration d'intention de travaux définie dans les règles d'urbanisme	Mission d'informations et de sensibilisation auprès des industriels et des agriculteurs à proximité immédiate de l'aqueduc Aménagements d'itinéraires, de sentiers pour les activités de loisirs à proximité de l'aqueduc			
		Casses naturelles liées notamment à la présence de racines d'arbre à proximité de l'aqueduc			Patrouille bihebdomadaire des secteurs de l'aqueduc		Arrêt d'exploitation et réparation de l'aqueduc	Présence d'analyseur en continu de la turbidité et de l'UV	
		Activités diverses au niveau des zones où l'aqueduc est enterré à une faible profondeur			Présence de panneau d'indication du numéro à appeler en cas d'accident au niveau des regards et des points bas des vannes de rejets		Mise en rejet des eaux brutes aux différents points de déversement de l'aqueduc	Tournées des mairies Surveillance bihebdomadaire des secteurs de l'aqueduc	
		Casse naturelle ou extérieure des siphons			Mise en place d'un système d'alerte par les gendarmeries, les casernes de pompiers, et les mairies des communes traversées par l'aqueduc en cas d'accident - système remis à jour régulièrement		Traitement d'affinage à l'usine de Saint-Cloud		
					Maintenance des siphons pendant les arrêts d'eau de l'aqueduc			Capteur de détection des retours d'eau	Surveillance des siphons après un arrêt

Etape	Dangers	Causes / Origine	Criticité	Seuil critique / niveau acceptable	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir
Transport	Débordement des eaux brutes	Erreur de manipulation des vannes lors notamment d'une remise en eau de l'aqueduc, ou lors de travaux	G : 4 F : 2 D : 3 24	Hauteur d'eau dans l'aqueduc < seuil haut prévu	Présence de capteurs de niveau d'eaux dans l'aqueduc Présence d'ouïes de déversement	Aucune	Ouverture des vannes et mise en rejet au niveau des siphons	Présence de capteurs de niveau haut sur certains siphons	Mise en place des retransmission au niveau de tous les capteurs de niveau haut (5 siphons ne sont pas équipés de dispositifs de retransmission du fait de l'absence d'alimentation électrique)
Transport	Retours d'eau	Retours d'eau créés par une rupture de siphon	G : 8 F : 3 D : 1 24	Absence	Construction de l'aqueduc selon une pente moyenne de 30 cm/km Remplacement de la fonte grise plus cassante par de la fonte revêtue au niveau des siphons Maintien des siphons en charge lors des arrêts d'eau pour une meilleure stabilité de l'ouvrage	Mise en place d'un programme préventive de remplacement des siphons	Arrêt d'exploitation et réparation de l'aqueduc Mise en rejet des eaux brutes aux différents points de déversement de l'aqueduc	Siphons équipés de détecteur de rupture pour chacune de ses files	---
Transport	Pollution diffuse d'huiles et d'hydrocarbures	Infiltration d'huile ou d'hydrocarbures provenant des cuves de stockage de fioul à usage domestique	G : 8 F : 1 D : 1 8	absence	Existence de zones de protections de l'aqueduc: un périmètre de protection rapprochée à 12 mètres de part et d'autre de l'axe de l'aqueduc et un périmètre de protection éloignée à 40 mètres. Etanchéification récente de l'aqueduc	Recensement des particuliers et activités détenteurs de cuves de fioul	Mise en décharge des eaux brutes aux différents points de déversement de l'aqueduc	Présence d'une membrane de détection d'hydrocarbures à la station de Garches, juste avant le réservoir de Saint-Cloud	Rajouter des membranes en amont de la station de Garches, au niveau des stations des Branloires, du Poste et de Plaisir.
Transport	Présence de bactéries aérobies dans les eaux brutes de l'aqueduc	Décrochage de biofilms lors des variations de débits dans l'aqueduc	G : 2 F : 2 D : 2 8	Aucune	Eviter les variations brutales de débits: augmentation des débits par petites tranches	Aucune	Désinfection à l'usine d'affinage de Saint-Cloud	Dénombrement des germes aérobies à Saint-Cloud 2 fois par semaine	---

Etape	Dangers	Causes / Origine	Criticité	Seuil critique / niveau acceptable	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir
Transport	Turbidité	Remise en suspension des sédiments accumulés dans les siphons lors de variations de débits brutales	G : 2 F : 2 D : 1 4	Consigne d'exploitation imposé par l'usine de Saint-Cloud à l'Unité Ouest : 5 NFU	Augmentation du débit par petites tranches	Revoir les fréquences de chasse des siphons vu l'espacement plus important des arrêts d'eau	Ultrafiltration membranaire à l'usine d'affinage de Saint-Cloud Mise en rejet des eaux brutes aux différents points de déversement de l'aqueduc si la turbidité dépasse 5 NFU	Présence d'analyseur en continu de la turbidité au départ de l'aqueduc (PH=0), PH=247, aux Branloires, à Plaisir, au niveau du siphon de Gally, à la station de Garches	Surveillance des pics de turbidité sur les années précédant les arrêts d'eau de l'aqueduc
		Remise en suspension des sédiments accumulés dans les siphons lors de variations de débits brutales			Maintien en charge des siphons pour éviter une dégradation de la qualité de l'eau Décapage et nettoyage de l'aqueduc lors des arrêts d'eau et des remplacements des vannes de décharge Chasse de siphon après travaux dans l'aqueduc				
Transport	Pollution microbiologique	Infiltration de matières de vidange de dispositifs d'assainissement autonome non-conformes	G : 4 F : 1 D : 1 4	Aucune	Aucune	—	Désinfection à l'usine d'affinage de Saint-Cloud	Suivi bactériologique (Coliformes totaux, E. Coli, BASR) 4 fois par semaine au site des Branloires Germe revivifiables à 22 et 37°C : 1 fois par semaine	---

Etape	Dangers	Causes / Origine	Criticité	Seuil critique / niveau acceptable	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir
Transport	Pollution liée aux travaux sur l'aqueduc	Intervention de maintenance/réparation/entretien sur l'aqueduc	G : 4 F : 1 D : 1 4	Variable en fonction de la nature de la pollution	Engins d'intervention placés en bac de rétention à l'extérieur de l'aqueduc Pas d'introduction de produits polluants dans l'aqueduc précaution de chantier et sensibilisation des équipes d'intervention Précaution de chantier et sensibilisation des équipes d'intervention Attestation de conformité sanitaire obligatoire pour les matériaux de remplacement Opération de nettoyage puis de rinçage après travaux - surveillance et encadrement des travaux Visite ultime après les travaux pour vérification en cas d'anomalies	Aucune	Rinçage supplémentaire de l'aqueduc Mise en rejet des eaux brutes aux différents points de déversement de l'aqueduc	Présence d'analyseur en continue de la turbidité et de l'UV Visite de fin de travaux Surveillance et encadrement des travaux	---

5.2 IDENTIFICATION DES DANGERS AU NIVEAU DE L'ACTIVITE D'AFFINAGE DES RESSOURCES DE L'AVRE

5.2.1 AFFINAGE DES RESSOURCES DE L'AVRE A L'USINE DE SAINT-CLOUD

Tableau 19: Analyse des dangers au niveau de l'activité d'affinage des ressources de l'Avre (G : Gravité ; F : Fréquence ; D : Détectabilité)

Dangers	Etage	Etape	Causes / Origine	Criticité	Niveau acceptable du danger	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir				
Amibes, protozoaires et parasites	1er étage	Arrivée eaux brutes	Parasites, protozoaire, et amibes présents dans les eaux brutes	G : 16 F : 1 D : 2 32	Valeurs limites internes à Eau de Paris: 0 nombre/100 mL Remplacement d'un module dès lors que le pourcentage de fibres cassés atteint 10 à 15 % du nombre total de fibres du module (à confirmer par Dégrémont)	—	—	Réparation des fibres		Test d'intégrité automatique (augmentation des capacités d'air, construction d'une 2ème centrale d'air)				
		Gavage CAP												
		Préfiltration												
		Filtration sur membrane	Présence de parasites/protozoaires/amibes dans les eaux ultrafiltrées liées à : - Casse des fibres par surpression dans les membranes - abrasion du CAP principalement en recirculation - Dommages des fibres par des limailles de fer provenant de la tuyauterie ou des opérations de réparation			Ultrafiltration sur membranes Blocs non intègres placés en maintenance avec lavage à fréquence régulière, ou bloc placé en filtration au rejet en Seines	600 heures par an de maintenance sur les membranes		Surveillances de Giardia et Crypto 1 fois par mois en sortie de réservoir Test d'intégrité manuel Comptage de particules Disque de rupture à 3.8 bar Fuite de CAP au 1er étage détectable par des mesures de la turbidité en continu Suivi hebdomadaire de la perméabilité des blocs	Test d'intégrité automatique (augmentation des capacités d'air, construction d'une 2ème centrale d'air)				
		Désinfection												
	2ème étage	Bâche eaux sales												
		Coagulation /décantation												
		Gavage												
		Préfiltration												
		Filtration sur membrane	Présence de parasites/protozoaires/amibes dans les eaux ultrafiltrées liées à : - Casse des fibres par surpression dans les membranes - abrasion du CAP principalement en recirculation - Dommages des fibres par des limailles de fer provenant de la tuyauterie ou des opérations de réparation			Ultrafiltration sur membranes Blocs non intègres placés en maintenance avec lavage à fréquence régulière, ou bloc placé en filtration au rejet en Seines	Maintenance régulière des membranes		Test d'intégrité manuel Comptage de particules Disque de rupture à 3.8 bar	Test d'intégrité automatique (augmentation des capacités d'air, construction d'une 2ème centrale d'air)				
	Filière boues	Epaississeur -stockeur												
Centrifugation														

Dangers	Etage	Etape	Causes / Origine	Criticité	Niveau acceptable du danger	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir
Nitrates	1er étage	Arrivée eaux brutes	Présence de nitrate liée à la variation de la qualité des eaux brutes	G : 16 F : 1 D : 2 32	Valeurs limites internes à Eau de Paris: 48 mg/L	Respect des critères de qualité au niveau de la sélection des eaux brutes par le Centre de Montreuil - Retransmission des données de teneurs en nitrates du site dit des Branloires	—	Déversement en Seine - Dilution avec les eaux d'Orly	1 fois par semaine sur l'eau traitée	Nitratemètre en continue après le mélange en sortie de réservoir dans le cas où les dilutions avec eaux d'Orly deviennent récurrentes
		Gavage CAP								
		Préfiltration								
		Filtration sur membrane								
	2ème étage	Désinfection								
		Bâche eaux sales								
		Coagulation/décantation								
		Gavage								
	Filière boues	Préfiltration								
		Filtration sur membrane								
		Epaississeur -stockeur								
		Centrifugation								

Dangers	Etage	Etape	Causes / Origine	Criticité	Niveau acceptable du danger	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir		
Pesticides et solvants chlorés	1er étage	Arrivée eaux brutes	Variation de qualité des eaux brutes	G : 16 F : 1 D : 2 32	Arrêté du 11/01/2007 du Code de la Santé Publique: Pesticide total: 0,5 µg/L Pesticides par substances: 0,1 µg/L	Prétraitement au CAP –	—	Arrêt de l'usine	Plan de surveillance des pesticides des eaux brutes et ultrafiltrées (2 fois par mois), idem pour les solvants chlorés solvants chlorés	—		
		Gavage CAP	Arrêt du prétraitement au CAP en présence de pesticides et de solvants chlorés dans les eaux brutes/ Problème au niveau du prétraitement CAP (présence/formation de caillou dans les cannes d'injection, rupture de stock de CAP, défaut de préparation)									
		Préfiltration	Déversement accidentel ou erreur de manipulation lors d'une intervention d'entreprise extérieure sur le site									
		Filtration sur membrane										
	Désinfection											
	2ème étage	Bâche eaux sales							Nettoyage des équipements lors des interventions - Pas d'utilisation de pesticides/ produits phytosanitaires sur le site de production	Formaliser l'encadrement des interventions de maintenance/entretien		
		Coagulation/décantation										
		Gavage										
		Préfiltration										
	Filière boues	Filtration sur membrane										
		Epaisseur -stockeur										
			Centrifugation									

Dangers	Etage	Etape	Causes / Origine	Criticité	Niveau acceptable du danger	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir	
Germes témoins de contamination fécale	1er étage	Arrivée eaux brutes	Germes présents dans les eaux brutes	G : 16 F : 1 D : 2 32	Arrêté du 11/01/2007 du Code de la Santé Publique: 0 nombre/100 mL	—		Arrêt de l'usine		—	
		Gavage CAP	Contamination fécale liée à l'introduction de nuisibles ou de petits animaux			Grilles installées sur les bouches de ventilation de toutes les bâches et présence d'une moustiquaire pour limiter l'introduction de petits animaux				—	
		Préfiltration									
		Filtration sur membrane	Présence des germes dans les eaux ultrafiltrées causée par des fibres cassées			Réparation des fibres au plus tôt	Test d'intégrité automatique (augmentation des capacités d'air, construction d'une 2ème centrale d'air) 600 heures par an de maintenance sur les membranes		Compteur de particules - test d'intégrité manuel Suivi hebdomadaire de la perméabilité des blocs	Test d'intégrité automatique des capacités d'air, construction d'une 2ème centrale d'air)	
	2ème étage	Désinfection	Persistance des germes liée à un dysfonctionnement au niveau de la désinfection			Désinfection permanente et temps de contact adapté - Régulation du résiduel de chlore en fonction de la turbidité	Prévoir un 2ème point d'injection en cas de dysfonctionnement de la canalisation d'eau de javel en sortie d'usine (réhabilitation de l'ancien dispositif de rechloration des eaux de l'aqueduc)		Mesure du résiduel de chlore en continu sur les eaux traitées Surveillance des germes deux fois par semaine sur l'eau traitée Mesure de la turbidité en continu sur l'eau traitée	—	
		Bâche eaux sales									
		Coagulation/décantation									
		Gavage									
		Préfiltration									
		Filtration sur membrane	Existence de fibres cassées au second étage: passage des germes dans les eaux recirculées au 1er étage			Réparation des fibres au plus tôt	Test d'intégrité automatique (augmentation des capacités d'air, construction d'une 2ème centrale d'air) 600 heures par an de maintenance sur les membranes		Compteur de particules - test d'intégrité manuel Suivi hebdomadaire de la perméabilité des blocs	Test d'intégrité automatique des capacités d'air, construction d'une 2ème centrale d'air)	
		Filière boues	Epaississeur -								
			Centrifugation								

Dangers	Etage	Etape	Causes / Origine	Criticité	Niveau acceptable du danger	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir		
Développement bactérien au niveau de la surface membranaire et à l'intérieur des pores	1er étage	Arrivée eaux brutes		G : 16 F : 1 D : 2 32	?		—					
		Gavage CAP										
		Préfiltration										
		Filtration sur membrane	Membrane organique en acétate de cellulose dégradable par les bactéries			Rétrolavage chloré des membranes à chaque cycle de filtration (en moyenne toutes les 55 minutes) à 5 ppm de chlore		—	—			
			Maintenance des fibres cassées insuffisante: accumulation de CAP, support potentiel au développement bactérien			Réparation des fibres cassées à fréquence régulière		Changement des modules	Test d'intégrité manuel Suivi hebdomadaire de la perméabilité des blocs	Test d'intégrité automatique (augmentation des capacités d'air, construction d'une 2ème centrale d'air)		
			Présence de zones mortes dans les membranes non balayées par les lavages chlorés: possibilité de développement bactérien			Séquence programmé de conditionnement des blocs lors d'arrêts courts programmés de l'usine: rinçage des membranes pour élimination du CAP, et chloration des blocs à 8 ppm de chlore Conditionnement au bisulfite en cas d'arrêt d'eau de l'usine Présence de groupes électrogène pour éviter les arrêts non-programmés de l'usine sans lavage chloré préalable des membranes		Changement des modules	Suivi manuel du résiduels de chlore dans les modules lors des arrêts longs Suivi hebdomadaire de la perméabilité des blocs Contrôle de chloration de rétrolavage au moins une fois par mois - Contrôle de chloration de rétrolavage pour chacun des blocs du second étage 1 fois par mois Fuite de CAP au 1er étage détectable par des mesures de la turbidité en continu	Contrôle de chloration de rétrolavage des membranes plus fréquent		
	Désinfection											
	2ème étage	Bâche eaux sales										
		Coagulation/décantation										
		Gavage										
		Préfiltration										
	Filière boues	Filtration sur membrane										
		Epaississeur -stockeur										
			Centrifugation									

Dangers	Etage	Etape	Causes / Origine	Criticité	Niveau acceptable du danger	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir						
Huile et hydrocarbure	1er étage	Arrivée eaux brutes	Contamination des eaux brutes aux huiles/hydrocarbures	G : 8 F : 1 D : 4 32	Valeurs limites internes à Eau de Paris: les hydrocarbures ne doivent pas être détectables organoleptiquement	—		Arrêt de l'usine	Dégustation hebdomadaire des eaux brutes et des eaux traitées	—						
		Gavage CAP														
		Préfiltration	Fuite d'huile au niveau des vannes/ pompes de gavage/préfiltres			Utilisation de graisse alimentaire pour le graissage des équipements	Vérification de la technologie des vannes /agitateur/ pompe de gavage/préfiltres									
		Filtration sur membrane	Fuite d'huile/hydrocarbure lors de la maintenance des compresseurs par des intervenants extérieurs			Existence de consignes pour les interventions des entreprises extérieures	Prendre des mesures de vigilance concernant le personnel de maintenance des compresseurs/ formaliser les consignes et prévoir un itinéraire pour l'acheminement des substances sur le lieu d'intervention									
		Désinfection														
	2ème étage	Bâche eaux sales	Déversement accidentel d'huiles/hydrocarbures à proximité des trappes de visite des ouvrages, notamment trappe de visite de la bâche eaux sales									Vérifier la position des trappes et savoir si positionnement en point bas par rapport à la bâche eaux sales				
		Coagulation/décantation										Vérification de l'étanchéité des trappes des ouvrages				
		Gavage														
		Préfiltration	Fuite d'huile au niveau des vannes/ pompes de gavage/préfiltres			Utilisation de graisse alimentaire pour le graissage des équipements	Vérification de la technologie des vannes /agitateur/ pompe de gavage/préfiltres									
		Filtration sur membrane														
	Filière boues	Epaississeur - stockeur	Fuite d'huile au niveau du pont racleur de l'épaississeur lors des appoints d'huile									Utilisation de graisse alimentaire pour le graissage des équipements	Formaliser les procédures d'appoint de l'huile du réducteur du pont racleur			
		Centrifugation														

Dangers	Etage	Etape	Causes / Origine	Criticité	Niveau acceptable du danger	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir			
Matières organiques (UV-254/ COT)	1er étage	Arrivée eaux brutes	Matières organiques liées à la variation de la qualité des eaux brutes	G : 8 F : 3 D : 1 24	Valeurs limites internes à Eau de Paris: 5 m ⁻¹	Consignes d'UV données à Montreuil		Adaptation de la consigne de chlore en sortie	Surveillance de l'UV par le Centre de Montreuil				
		Gavage CAP	Arrêt du prétraitement au CAP en présence de micropolluants organiques / Problème au niveau du prétraitement CAP (présence/formation de caillou dans les cannes d'injection, rupture de stock de CAP, défaut de préparation)			Prétraitement au CAP - Flexibilité au niveau de l'ajout de CAP - Fuite de CAP au 1er étage détectable par des mesures de la turbidité en continu			Présence d'alarme au niveau du poids et du débit de CAP injecté avec des seuils en débit et en poids				
		Préfiltration											
		Filtration sur membrane							UV mètre en continue en sortie d'eau filtrée 1er étage				
		Désinfection	Matière organique engendrée par la formation de THM			Adaptation du taux de chlore à la turbidité	—						
	2ème étage	Bâche eaux sales											
		Coagulation/décantation											
		Gavage											
		Préfiltration	Fuite de matière organique due à un dysfonctionnement du 2ème étage/ percement des tamis			Ultrafiltration membranaire	—						
		Filtration sur membrane											
	Filière boues	Epaisseur - stockeur	Fuite de matière organique liée à un dysfonctionnement au niveau de l'épaisseur (surnageant chargé en matière organique)			Ultrafiltration membranaire	—						Plan de surveillance de la qualité des surnageants de l'épaisseur à établir
		Centrifugation											

Dangers	Etage	Etape	Causes / Origine	Criticité	Niveau acceptable du danger	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir			
Fer	1er étage	Arrivée eaux brutes	Fer lié à la variation de la qualité des eaux brutes	G : 4 F : 3 D : 2 24	Valeurs limites internes à Eau de Paris: 50 µg/L	—			Plan de surveillance du fer (1 à 2 fois par semaine)	—			
		Gavage CAP	Contamination au fer par les réactifs non conformes au prescription de qualité (CAP, eau de javel, acides phosphorique et sulfurique)			Spécification sur la qualité des réactifs (CAP, eau de javel, acides phosphorique et sulfurique)		Refus de livraison, renvoi des réactifs					
		Préfiltration											
		Filtration sur membrane											
		Désinfection											
	2ème étage	Bâche eaux sales											
		Coagulation/décantation	Fuite de fer liée à un dysfonctionnement du décanteur: solubilisation du fer par l'acide citrique des eaux de lavage du second étage, envolée du lit de boues (purge manuelle trop brutale, problème au niveau des cycles de pulsation)			Extraction des boues automatisée et asservie au volume d'eaux sales entrant / au temps - Fixation de seuils minimal et maximal pour le débit de chlorure ferrique à injecter	Réglages automatiques des cycles de pulsation en fonction du débit	Amélioration du circuit d'eau de lavage à l'acide citrique pour éviter sa présence dans le décanteur / réparation des fuites au niveau des vannes - réglage automatique des vannes en fonction du débit - Plan de maintenance à élaborer pour les vannes			Modification de la filière de traitement: membranes du 2ème étage remplacées par des filtres à sable (élimination des lavages à l'acide citrique)		
		Gavage											
		Préfiltration											
		Filtration sur membrane											
		Filière boues	Epaisseur -stockeur										
	Centrifugation												

Dangers	Etage	Etape	Causes / Origine	Criticité	Niveau acceptable du danger	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir		
Turbidité	1er étage	Arrivée eaux brutes	Turbidité liée à la variation de la qualité des eaux brutes	G : 8 F : 2 D : 1 16	Seuil de vigilance eaux souterraines interne à Eau de Paris : 0,15 NFU	—	—	Arrêt si dépassement du seuil de vigilance	2 turbidimètres en continu sur l'eau brute et l'eau ultrafiltrée	—		
		Gavage CAP	Remise en suspension et décollage du CAP lors de remise en route de la bache de gavage suite à un arrêt prolongé de l'usine			Forcer le brassage pendant quelques heures lors des arrêts	Effectuer des mesures de turbidité dans la bache de gavage lors des redémarrages de l'usine afin de suivre le phénomène de décollage de CAP		—	—		
		Préfiltration	Grille de préfiltre percée ou cassée permettant le passage de particules			Ultrafiltration membranaire	—		—			
		Filtration sur membrane	Turbidité associée aux rétrolavages de remise en service (problème de bulles d'air coincées dans la membrane) – Turbidité engendrée par des fibres cassées (passage des particules) Fuite de CAP liée à des fibres cassées			Réparation des fibres cassées au plus tôt	600 heures de maintenance sur les membranes		2 compteurs de particules en continu - test d'intégrité tous les 3 à 4 mois Fuite de CAP au 1er étage détectable par des mesures de la turbidité en continu Suivi hebdomadaire de la perméabilité des blocs	Test d'intégrité une fois par semaine en automatique d'après les recommandations de Direction Qualité Environnement (augmentation des capacités d'air, construction d'une 2ème centrale d'air) Interprétation des résultats des compteurs de particules		
		Désinfection							Plan de surveillance analyse manuelle de la turbidité sur l'eau traitée			
	2ème étage	Bâche eaux sales	Fuite de turbidité de la bache eaux sales en cas de by-pass du décanteur				Ultrafiltration second étage		—		—	Turbidimètre en sortie de bache d'eaux sales pour connaître la qualité de l'eau en sortie de bache notamment en cas de by-pass du décanteur (vérification que la limite de turbidité admissible sur les membranes n'est pas dépassée en cas de by-pass)
		Coagulation /décantation	Turbidité due à une mauvaise coagulation des particules provenant d'un défaut d'injection de chlorure ferrique Turbidité due à une dispersion des floccs lors d'un rejet d'acide citrique dans le décanteur Création de turbidité par envolée du lit de boue en cas de purge manuel (à-coup hydraulique possible), en cas de panne d'extraction (discordance de vanne/blocage de vanne), en cas de problème au niveau des cycles de pulsation, en cas de fonctionnement prolongé en mode by-pass du décanteur				Extraction des boues automatisée - alarme sur la vanne d'extraction des boues -alarmes de suivi des cycles du pulsatube (détection discordance de vannes) - présence de deux pompes d'injection de chlorure ferrique		Amélioration du circuit d'eau de lavage à l'acide citrique pour éviter sa présence dans le décanteur / réparation des fuites au niveau des vannes - réglage automatique des vannes en fonction du débit - Plan de maintenance à élaborer pour les vannes	Alarmes de suivi des cycles du Pulsatube (détection des discordances de vannes) - système d'alarme sur la mesure de la turbidité et la hauteur du voile de boues	Modification de la filière de traitement: membranes du 2ème étage remplacées par des filtres à sable: élimination des lavages à l'acide citrique; Prévoir un turbidimètre en sortie des filtres à sable	

Dangers	Etage	Etape	Causes / Origine	Criticité	Niveau acceptable du danger	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir
Turbidité (suite)		Gavage		G : 8 F : 2 D : 1 16	Seuil de vigilance eaux souterraines interne à Eau de Paris : 0,15 NFU			Arrêt si dépassement du seuil de vigilance		
		Préfiltration	Grille de préfiltre percée ou cassée permettant le passage de particules			—	—		Mesure de la turbidité en continu au niveau des préfiltres	—
		Filtration sur membrane	Turbidité engendrée par des fibres cassées (passage des particules)			—	—		1 compteur de particule + 2 turbidimètres (sortie des préfiltres) + 1 UV-mètre sur eau ultrafiltrée, test d'intégrité manuel Suivi hebdomadaire de la perméabilité des blocs	Test d'intégrité une fois par semaine en automatique d'après les recommandations de Direction Qualité Environnement
	Filière boues	Epaississeur -stockeur	Remise en suspension des boues dans l'épaississeur lors d'extraction importante de boues contenant de l'acide citrique (dispersion floc): surnageant turbides dirigés vers la bache eaux sales - défaut au niveau de la filière boues			—	—		Analyse manuelle des MES sur le surnageant de l'épaississeur	Plan de surveillance des concentrations en MES du surnageant de l'épaississeur
		Centrifugation								

Dangers	Etage	Etape	Causes / Origine	Criticité	Niveau acceptable du danger	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir	
Bromates	1er étage	Arrivée eaux brutes		G : 8 F : 1 D : 2 16	Arrêté du 11/01/2007 du Code de la Santé Publique: 10 µg/L		—		Vérification des titres et composition des réactifs à chaque livraison - Surveillance des bromates 1fois par mois sur l'eau traitée	—	
		Gavage CAP									
		Préfiltration									
		Filtration sur membrane									
		Désinfection	Réactifs ajoutés contenant des bromates: eau de javel								
	2ème étage	Bâche eaux sales									
		Coagulation/décantation									
		Gavage									
		Préfiltration									
		Filtration sur membrane									
	Filière boues	Epaississeur -stockeur									
		Centrifugation									
THM	1er étage	Arrivée eaux brutes		G : 8 F : 1 D : 2 16	Valeurs limites internes à Eau de Paris: 50 µg/L		—	Dilution avec les eaux d'Orly (Décision de la Direction d'exploitation)	1 fois par mois sur l'eau traitée	—	
		Gavage CAP									
		Préfiltration									
		Filtration sur membrane	Formation de THM liée à un excès de chlore provenant de la surchloration des blocs lors d'un arrêt de l'usine: configuration bâche eau vide et absence de rétrolavage de reprise (eau filtrée surchlorée)								Libération de 3 blocs à la reprise pour permettre le remplissage de la bâche d'eau de lavage et permettre le rinçage des autres blocs
		Désinfection									
	2ème étage	Bâche eaux sales									
		Coagulation/décantation	Formation de THM dans le décanteur liée à l'absence de prétraitement au CAP: des eaux de lavages fortement chlorées se retrouvent dans le décanteur								
		Gavage									
		Préfiltration									
		Filtration sur membrane	Idem filtration premier étage								—
	Filière boues	Epaississeur -stockeur									
		Centrifugation									

Dangers	Etage	Etape	Causes / Origine	Criticité	Niveau acceptable du danger	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir
Perturbateurs endocriniens	1er étage	Arrivée eaux brutes	Présence de perturbateurs endocriniens liée à la variation de la qualité des eaux brutes	G : 4 F : 1 D : 4 16	Dépend de la nature du perturbateur endocrinien identifié	Prétraitement au CAP	—	Arrêt de l'usine	Aucune à l'exception des pesticides	Nitratemètre en continue après le mélange en sortie de réservoir dans le cas ou les dilutions avec eaux d'Orly deviennent récurrentes
		Gavage CAP								
		Préfiltration								
		Filtration sur membrane								
		Désinfection								
	2ème étage	Bâche eaux sales								
		Coagulation/décantation								
		Gavage								
		Préfiltration								
	Filière boues	Filtration sur membrane								
		Épaississeur -stockeur								
		Centrifugation								
Défaillance des systèmes d'alerte	1er étage	Arrivée eaux brutes	Défaillance causée par une coupure d'électricité Défaillance liée à une erreur humaine/manipulation Défaillance des appareils	G : 8 F : 1 D : 1 8	Panne au niveau d'un détecteur critique (identifié lors de la démarche AMDEC)	Logiciel d'appel à distance en cas de dysfonctionnement impactant sur la qualité de l'eau (étude de ces dysfonctionnements réalisée sur l'usine) Avertissement de l'exploitant en cas de défaillance du système d'appel Retransmission des données de surveillance en continu- analyse des données Redondance des équipements critiques Plan de maintenance des capteurs en continu Démarche AMDEC effectuée au sein de l'usine (fonctionnement dégradé)	Programme de tests périodiques des systèmes d'alerte à mettre en place	Déversement en Seine Analyse manuelle	Exploitation des données Surveillance des données retransmises	Tests périodiques des systèmes d'alerte
		Gavage CAP								
		Préfiltration								
		Filtration sur membrane								
		Désinfection								
	2ème étage	Bâche eaux sales								
		Coagulation/décantation								
		Gavage								
		Préfiltration								
	Filière boues	Filtration sur membrane								
		Épaississeur -stockeur								
		Centrifugation								

Dangers	Etage	Etape	Causes / Origine	Criticité	Niveau acceptable du danger	Mesures préventives existantes	Mesures préventives à prévoir	Mesures correctives	Surveillance existante	Surveillance à prévoir
Actes de malveillance	1er étage	Arrivée eaux brutes	Introduction malveillante dans la chambre de dissipation (ouvrage où l'eau de l'aqueduc est déviée sur l'usine)	G : 8 F : 1 D : 1 8	Aucune intrusion	Chambre de dissipation équipée d'une trappe étanche et d'une alarme de détection d'intrusion	Procédure au cas par cas après information du CCC à analyser avec le CCC et la DQE	Au cas par cas	Alarmes de détection d'intrusion	—
		Gavage CAP	Introduction malveillante au niveau des trappes de visite			Alarme de détection d'intrusion équipant la trappe de visite de la bêche de gavage			Visite d'exploitation par le personnel de l'usine	
			Préfiltration			Trémies d'accès munies de capot avec détecteur d'ouverture relié à des alarmes				
		Filtration sur membrane				Filtration et préfiltration sous pression : prévention d'infiltrations dans le circuit d'eau traitée			Alarme de détection d'intrusion jamais désactivée	
		Désinfection				Zones sensibles protégées par des portes avec détection d'ouverture				
		2ème étage	Bâche eaux sales			Introduction malveillante au niveau des trappes de visite			Site clôturé et équipé d'une deuxième clôture avec détection d'intrusion	
	Coagulation/décantation		Introduction de substances dans le décanteur non couvert			Site sous surveillance				
	Gavage					Site sous surveillance				
	Préfiltration					Filtration et préfiltration sous pression : prévention d'infiltrations dans le circuit d'eau traitée				
	Filtration sur membrane									
	Filière boues	Epaississeur -stockeur								
		Centrifugation								

6 Détermination du mode de gestion des mesures de maîtrise

La détermination du mode de gestion se fait d'après la méthodologie détaillée en partie 2.6 du mémoire, et selon la même organisation que lors de l'étape d'analyse des dangers. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous, qui reprennent les dangers identifiés ci-dessus, et les questions de l'arbre de décision proposé en partie 2.6 du mémoire (figure 5).

Tableau 20: détermination du mode de gestion des mesures de maîtrise des activités de sélection et de transport des ressources de l'Avre

Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable ?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Nitrates	Ressources et captages de la Vigne	Lessivage des intrants utilisés en agriculture intensive	Sensibilisation, incitation des agriculteurs à mettre en place des mesures agro environnementales des CIPAN par l'animateur de bassin d'Eau de Paris	64	oui	oui		non		oui	non	non, il n'existe pas de seuil mesurable permettant de s'assurer de l'efficacité des MAE mises en place par l'animateur de bassin	Programme prérequis opérationnel
Nitrates	Ressources et captages de la Vigne	Lessivage des intrants utilisés en agriculture intensive	Pratique de la gestion différenciée des espaces verts sur le périmètre de protection immédiat	64	oui	oui		non		oui	non	Non, pas de critères mesurables pour s'assurer de la pratique de la gestion différenciée	Programme prérequis opérationnel
Nitrates	Ressources et captages de la Vigne	Infiltration d'effluents azotés chargés en pollution azotée provenant de l'assainissement autonome et collectif - Origine minoritaire	Aucune	64	oui	non	oui						Mettre en place au plus tôt les mesures préventives à prévoir

Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable ?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Pesticides/ herbicides	Ressources et captages de la Vigne	Lessivage par les eaux de pluies des pesticides agricoles	Mise en place de mesures agro environnementales/ Sensibilisation et informations des agriculteurs des 3 départements par un animateur d'Eau de Paris/ Pratique de la gestion différenciée des espaces verts sur le périmètre de protection immédiat	64	non, car prétraitement au CAP en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Pesticides/ herbicides	Ressources et captages de la Vigne	Lessivages par les eaux de pluies des pesticides utilisés par les particuliers	Aucune	64	non, car prétraitement au CAP en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Pesticides/ herbicides	Ressources et captages de la Vigne	Lessivages par les eaux de pluies des pesticides utilisés par les collectivités locales	Aucune	64	non, car prétraitement au CAP en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Contamination par des bactéries d'origine fécale	Ressources et captages de la Vigne	Contamination par des effluents de station d'épuration chargés en germes	Aucune	64	non, car désinfection en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel

Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable ?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Contamination par des bactéries d'origine fécale	Ressources et captages de la Vigne	Contamination par des effluents d'assainissement autonomes peu performants	Aucune	64	non, car désinfection en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Contamination par des bactéries d'origine fécale	Ressources et captages de la Vigne	Pollution d'origine fécale par les animaux d'élevage	Aucune	64	non, car désinfection en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Contamination par des bactéries d'origine fécale	Ressources et captages de la Vigne	Contamination par épandage de lisiers animales	Aucune	64	non, car désinfection en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Contamination par des bactéries d'origine fécale	Ressources et captages de la Vigne	Contamination via les semelles des exploitants	Seuils d'entrée des pavillons de captage aménagé pour la rétention des impuretés des semelles/ Limitation d'accès aux pavillons aux agents/Sensibilisation du personnel aux pratiques d'hygiène/ Entretien des sols des pavillons en fonction de la saison	64	non, car désinfection en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel

Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable ?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Contamination par des bactéries d'origine fécale	Ressources et captages de la Vigne	Contamination via l'introduction d'animaux au niveau des bassins de captage	Aucune	64	non, car désinfection en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Contamination par les cyanotoxines	Ressources et captages de la Vigne	Infiltrations dans les zones d'engouffrement d'eaux de mares étangs	Aucune	64	oui	non	oui						Mettre en place au plus tôt les mesures préventives à prévoir
Contamination par les amibes	Ressources et captages de la Vigne	Contamination par infiltration dans les bétaires d'effluents de station d'épuration chargés	Aucune	64	non, car ultrafiltration en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Contamination par les amibes	Ressources et captages de la Vigne	Contamination par infiltration dans les bétaires d'effluents d'assainissement autonome chargés	Aucune	64	non, car ultrafiltration en aval								HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Contamination par les virus d'origine fécale	Ressources et captages de la Vigne	Contamination par des effluents de station d'épuration chargés en germes	Aucune	64	non, car ultrafiltration puis désinfection en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Contamination par les virus d'origine fécale	Ressources et captages de la Vigne	Contamination par des effluents d'assainissement autonomes peu performants	Aucune	64	non, car ultrafiltration puis désinfection en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel

Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable ?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Contamination par les virus d'origine fécale	Ressources et captages de la Vigne	Pollution d'origine fécale par les animaux d'élevage	Aucune	64	non, car ultrafiltration puis désinfection en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Contamination par les virus d'origine fécale	Ressources et captages de la Vigne	Contamination par épandage de lisiers animales	Aucune	64	non, car ultrafiltration puis désinfection en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Contamination par les virus d'origine fécale	Ressources et captages de la Vigne	Contamination via l'introduction d'animaux au niveau des bassins de captage	Aucune	64	non, car ultrafiltration puis désinfection en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Turbidité	Ressources et captages de la Vigne	Turbidité naturelle associée au réseau souterrain karstique	Aucune	64	Non, ultrafiltration membranaire en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Turbidité	Ressources et captages de la Vigne	Infiltration d'eau de surface favorisée par l'absence d'aménagement des bétouilles	Aucune	64	Non, ultrafiltration membranaire en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Turbidité	Ressources et captages de la Vigne	Remise en suspension des sédiments souterrains par infiltrations d'eaux de surface	Aucune	64	Non, ultrafiltration membranaire en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel

Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable ?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Turbidité	Ressources et captages de la Vigne	Remise en suspension des sédiments du bassin de captage lors de manipulations brutales	Procédures de manipulation de vannes	64	Non, ultrafiltration membranaire en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Turbidité	Ressources et captages de la Vigne	Lessivage des sédiments des parcelles agricoles	Obligation réglementaire d'instauration de bandes enherbées de 5 mètres	64	Non, ultrafiltration membranaire en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Contamination par Giardia et par Cryptosporidium	Ressources et captages de la Vigne	Contamination par des effluents de station d'épuration chargés	Aucune	64	Non, ultrafiltration membranaire en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Contamination par Giardia et par Cryptosporidium	Ressources et captages de la Vigne	Contamination par des effluents d'assainissement autonomes peu performants	Aucune	64	Non, ultrafiltration membranaire en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Contamination par Giardia et par Cryptosporidium	Ressources et captages de la Vigne	Contamination par les déjections des animaux d'élevage intensif	Aucune	64	Non, ultrafiltration membranaire en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel

Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable ?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Contamination par Giardia et par Cryptosporidium	Ressources et captages de la Vigne	Contamination par épandage de lisiers animales	Aucune	64	Non, ultrafiltration membranaire en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Contamination par Giardia et par Cryptosporidium	Ressources et captages de la Vigne	Contamination lors d'accès d'animaux aux pavillons de captage	Aucune	64	Non, ultrafiltration membranaire en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Perturbateurs endocriniens	Ressources et captages de la Vigne	Contamination par des rejets d'effluents de stations d'épuration à faible élimination de résidus médicamenteux - Infiltration dans les bétaires	Aucune	16	non, car prétraitement au CAP en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Perturbateurs endocriniens	Ressources et captages de la Vigne	Contamination des déjection des animaux d'élevage associée à l'utilisation de médicaments vétérinaires	Aucune	16	non, car prétraitement au CAP en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Huiles et hydrocarbures	Ressources et captages de la Vigne	Déversement accidentel lié à la présence de station service- infiltration dans les bétaires	Aucune	8	oui	non	oui						Mettre en place au plus tôt les mesures préventives à prévoir

Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable ?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Huiles et hydrocarbures	Ressources et captages de la Vigne	Contamination liée à la présence de routes, et de parking non équipés de dispositifs de récupération des effluents routiers - lessivage de ces effluents par les eaux de pluie	Aucune	8	oui	non	oui						Mettre en place au plus tôt les mesures préventives à prévoir
Huiles et hydrocarbures	Ressources et captages de la Vigne	Déversement malveillant dans les bétaires	Aucune	8	oui	non	oui						Mettre en place au plus tôt les mesures préventives à prévoir
Huiles et hydrocarbures	Ressources et captages de la Vigne	Contamination lors d'utilisation d'huiles/hydrocarbures lors d'intervention de maintenance	Groupe électrogène placé en bac de rétention/ Consignes d'interventions sur les installations	8	oui	oui		non		oui	non	non, pas de critères mesurables pour s'assurer du respect des procédures de maintenance	Programme prérequis opérationnel

Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable ?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Métaux d'origine naturelle	Ressources et captages de la Vigne	Présence naturelle des métaux dans les sols et les sédiments de l'aquifère	Aucune	6	non, car s'il s'agit de métaux sous forme particulière, ils sont arrêtés par l'ultrafiltration en aval. D'après les données de surveillance aucune pollution aux métaux d'origine naturelle a été enregistrée								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Métaux d'origine anthropique	Ressources et captages de la Vigne	Pollutions industrielles diffuses Infiltration de lixiviats de centre de stockage chargées en métaux	Bonnes connaissances du bassin d'alimentation / réalisation d'une étude environnementale et donc repérage des activités à risque	6	oui	oui		non		oui	Oui l'ultrafiltration pour les formes particulières métalliques/ Non, pour les formes solubles	Pas de critères mesurables pour s'assurer de la bonne connaissance du bassin d'alimentation	Programme prérequis opérationnel
Nitrates	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Lessivage des intrants utilisés en agriculture intensive	Aucune	64	oui	non	oui						Mettre en place au plus tôt les mesures préventives à prévoir

Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable ?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Pesticides/ herbicides	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Lessivage par les eaux de pluies des pesticides agricoles	Aucune	64	non, car prétraitement au CAP en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Pesticides/ herbicides	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Lessivages par les eaux de pluies des pesticides utilisés par les particuliers	Aucune	64	non, car prétraitement au CAP en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Pesticides/ herbicides	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Lessivages par les eaux de pluies des pesticides utilisés par les collectivités locales	Aucune	64	non, car prétraitement au CAP en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Pesticides/ herbicides	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Lessivages par les eaux de pluies des pesticides utilisés par la SNCF	Groupe de travail régional en cours avec la SNCF en matière d'utilisation de pesticide/herbicide	64	non, car prétraitement au CAP en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel

Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable ?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Contamination par des virus d'origine fécale	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Contamination par des effluents d'assainissement autonomes peu performants	Aucune	64	non, car ultrafiltration membranaire puis désinfection en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Contamination par des virus d'origine fécale	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Pollution d'origine fécale par les animaux d'élevage	Aucune	64	non, car ultrafiltration membranaire puis désinfection en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Contamination par des virus d'origine fécale	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Contamination par épandage de lisiers animales	Aucune	64	non, car ultrafiltration membranaire puis désinfection en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Contamination par des virus d'origine fécale	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Contamination via l'introduction d'animaux au niveau des bassins de captage	Aucune	64	non, car ultrafiltration membranaire puis désinfection en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel

Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable ?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Organochlorés	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Contamination par infiltration des lixiviats de décharge	Aucune	48	non, car prétraitement au CAP en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Organochlorés	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Pollution diffuse industrielle	Aucune	48	non, car prétraitement au CAP en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Organochlorés	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Contamination aux solvants chlorés lors du dégraissage des équipements des puits	Pas d'utilisation de solvants pour le dégraissage des équipements des puits/ pas d'introduction de produits chimiques dans les champs captants sauf graisse alimentaire/ Peintures utilisées faisant l'objet d'une Attestation de Conformité Sanitaire	48	non, car prétraitement au CAP en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel

Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable ?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Contamination par des bactéries d'origine fécale	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Contamination par des effluents d'assainissement autonomes peu performants	Aucune	32	non, car désinfection en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Contamination par des bactéries d'origine fécale	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Pollution d'origine fécale par les animaux d'élevage	Aucune	32	non, car désinfection en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Contamination par des bactéries d'origine fécale	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Contamination par épandage de lisiers animales	Aucune	32	non, car désinfection en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Contamination par des bactéries d'origine fécale	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Contamination via l'introduction d'animaux au niveau des bassins de captage	Aucune	32	non, car désinfection en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel

Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable ?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Contamination par des bactéries d'origine fécale	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Contamination via les semelles des exploitants	Seuils d'entrée des pavillons de captage aménagé pour la rétention des impuretés des semelles/ Limitation d'accès aux pavillons aux agents/Sensibilisation du personnel aux pratiques d'hygiène/ Entretien des sols des pavillons en fonction de la saison	32	non, car	désinfection en aval							Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Huiles et hydrocarbures	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Contamination par un déversement accidentel au niveau de stations services présentes sur les bassins d'alimentation	Aucune	8	oui	non	oui						Mettre en place au plus tôt les mesures préventives à prévoir

Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable ?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Huiles et hydrocarbures	Champs captants de Vert-en-Drouais et sources du Breuil	Contamination liée à la présence de routes, et de parking non équipés de dispositifs de récupération des effluents routiers - lessivage de ces effluents par les eaux de pluie	Equipements de certaines routes de dispositifs de récupération des effluents routiers	8	oui	oui		non		oui	non	Non, pas de critère mesurable pour s'assurer de la mise en place de dispositif de collecte et de traitement des effluents routiers	Programme prérequis opérationnel
Huiles et hydrocarbures	Champs captants de Vert-en-Drouais et sources du Breuil	Contamination lors d'utilisation d'huiles/hydrocarbures lors d'intervention de maintenance	Groupe électrogène placé en bac de rétention/ Consignes d'interventions sur les installations/utilisation de graisse alimentaire pour les interventions sur les captages/utilisation de pompe autolubrifiable à l'eau	8	oui	oui		non		oui	non	Non, pas de critères mesurables pour s'assurer de l'utilisation de graisse alimentaire lors des interventions de maintenance	Programme prérequis opérationnel

Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable ?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Métaux d'origine naturelle	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Présence naturelle des métaux dans les sols et les sédiments de l'aquifère	Fonctionnement régulier des puits même en absence d'exploitation	8	oui	oui		non		oui	non	Non, pas de critères mesurables pour s'assurer du fonctionnement régulier des puits en période d'arrêt	Programme prérequis opérationnel
Turbidité	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	turbidité liée à une remise en suspension des sédiments lors de manipulations trop brutales des vannes	Mise en rejet/rinçage des puits avant leur utilisation après un arrêt/ Fonctionnement réguliers des puits même en cas d'arrêt d'exploitation/ procédure de manipulation des vannes	8	non, car								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Métaux d'origine anthropique	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Pollutions industrielles diffuses	Délimitation des bassins versant des sources du Breuil/ Déclaration d'Utilité Publique pour Vert-en-Drouais et Montreuil	6	oui	oui		non		oui	non pour les formes soluble, oui l'ultrafiltration pour les formes particulières	non, pas de critères mesurables pour s'assurer du respects des prescriptions de la Déclaration d'Utilité Publique, et du respect de la réglementation sur le bassin versant	Programme prérequis opérationnel

Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable ?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Métaux d'origine anthropique	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Infiltration de lixiviats de centre de stockage chargées en métaux	Repérage des décharges	6	oui	oui		non		oui	non pour les formes solubles, oui l'ultrafiltration pour les formes particulières	non, pas de critères mesurables pour s'assurer du respect de la réglementation au niveau des décharges	Programme prérequis opérationnel
Métaux d'origine anthropique	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Introduction de pollution métallique liée à une échelle en fer galvanisé dans le réservoir des champs captants de Montreuil	Aucune	6	oui	non	oui						Mettre en place au plus tôt les mesures préventives à prévoir
Accidents de transport à proximité de l'aqueduc	Transport des eaux brutes en aqueduc	Accidents au niveau des routes traversées par l'aqueduc	Aucune	64	oui	non	oui						Mettre en place au plus tôt les mesures préventives à prévoir
		Accidents ferroviaires liés à la présence de la ligne Paris-Dreux à Vert-en-Drouais, et à Saint-germain de la Grange											

Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable ?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Pollution liée à un acte de malveillance dans les regards d'aqueduc	Transport des eaux brutes en aqueduc	Acte de malveillance/terrorisme	Dispositifs de sécurité au niveau des regards d'aqueduc/ Patrouilles hebdomadaires de contrôle des installations/ Contrôle visuel bi-hebdomadaire du fonctionnement des serrures et des alarmes	48	oui	oui	non			oui	non	Non pas de critères mesurables pour s'assurer de la mise en place des dispositifs de sécurité, des patrouilles et des contrôles de fonctionnement des alarmes et des serrures	Programme prérequis opérationnel
Pollution chimique et microbiologique diffuse	Transport des eaux brutes en aqueduc	Introduction de contaminant au point bas de l'aqueduc par apport des eaux météorites	travaux de maintenance sur l'aqueduc/ Patrouilles hebdomadaires	48	oui	oui	non			oui	non (cas le plus défavorable)	Non, pas de critères mesurables pour s'assurer de l'efficacité des travaux et des patrouilles sur l'aqueduc	Programme prérequis opérationnel
Pollution chimique et microbiologique diffuse	Transport des eaux brutes en aqueduc	Introduction de contaminants lors d'intervention sur l'aqueduc	Travaux de maintenance de l'aqueduc réalisé en atelier / accès aux regards limité aux personnel d'exploitation	48	oui	oui	non			oui	non (cas le plus défavorable)	Non, pas de critères mesurables pour s'assurer de l'efficacité des travaux de maintenance	Programme prérequis opérationnel

Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable ?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Pollution chimique et microbiologique diffuse	Transport des eaux brutes en aqueduc	Introduction de contaminants via les fissures de l'aqueduc	Mise en place d'un programme d'entretien de l'aqueduc sur vingt ans /patrouilles d'inspection lors des arrêts d'eau	48	oui	oui		non		oui	non (cas le plus défavorable)	Non, pas de critères mesurables pour s'assurer de l'efficacité des programmes d'entretien	Programme prérequis opérationnel
Casse accidentelles naturelle ou extérieure	Transport des eaux brutes en aqueduc	Casse liée aux activités agricoles, industrielles et de loisirs à proximité de l'aqueduc	Déclaration d'intention de travaux définie dans les règles d'urbanisme/ surveillances des nouveaux projets de construction par les agents d'Eau de Paris/Procédures d'alerte en cas d'accidents sur l'aqueduc/Patrouilles bihebdomadaires des secteurs de l'aqueduc	48	oui	oui		non		oui	non	Non, pas de critères mesurables pour s'assurer du respect des procédures d'alerte en cas d'accidents, et du respect des procédures de déclaration de travaux en mairie	Programme prérequis opérationnel
Casse accidentelles naturelle ou extérieure	Transport des eaux brutes en aqueduc	Casse naturelle liée par exemple à la présence de racines d'arbre à proximité de l'aqueduc, ou mouvement de terrain		48									
Casse accidentelles naturelle ou extérieure	Transport des eaux brutes en aqueduc	Casses associées à des activités diverses aux endroits où l'aqueduc est enterré à une faible profondeur		48									

Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable ?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Casse accidentelles naturelle ou extérieure	Transport des eaux brutes en aqueduc	Casse naturelle ou extérieure des siphons	Maintien en eau des siphons lors des arrêts d'eau de l'aqueduc	48	oui	oui		non		oui	non	Non, pas de critère pour s'assurer du maintien en eau des siphons en cas d'arrêt	Programme prérequis opérationnel
Débordements des eaux brutes	Transport des eaux brutes en aqueduc	Erreur de manipulation des vannes lors d'une remise en eau de l'aqueduc, ou lors de travaux	Présence d'ouïes de déversement et de capteur de niveau de l'eau	24	oui	oui		non		oui	non	oui, le seuil critique correspond à un dépassement du niveau haut préconisé dans l'aqueduc	Plan HACCP
Pollution diffuse d'huile et d'hydrocarbures	Transport des eaux brutes en aqueduc	Infiltration d'huiles/hydrocarbures provenant d'une fuite de cuves de stockage du fioul domestique	Etancheification récente de l'aqueduc	8	oui	oui		non		oui	non	oui, fonte des membranes	Plan HACCP
Présence de bactéries aérobies dans les eaux de l'aqueduc	Transport des eaux brutes en aqueduc	Décrochage de biofilms lors des variations brutales de débits	Augmentation des débits par tranches	8	oui	oui		non		oui	oui, la désinfection		Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Turbidité	Transport des eaux brutes en aqueduc	turbidité liée à une remise en suspension lors de manipulations trop brutales des vannes des sédiments accumulés dans les siphons	Maintien en eau des siphons lors des arrêts d'eau de l'aqueduc/ chasse de siphon, et décapage et nettoyage de l'aqueduc lors des arrêts	4	oui	oui		non		oui	oui, l'ultrafiltration		Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel

Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable ?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Turbidité	Transport des eaux brutes en aqueduc	turbidité liée à une remise en suspension des sédiments lors d'une augmentation de débit	Augmentation des débits par tranches	4	oui	oui		non		oui	oui, l'ultrafiltration		Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Pollution microbologique	Transport des eaux brutes en aqueduc	Infiltration d'effluents de dispositifs d'assainissement autonome non-conformes	Aucune	4	non, car désinfection en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Pollutions liées aux travaux sur l'aqueduc	Transport des eaux brutes en aqueduc	Intervention de maintenance/réparation sur l'aqueduc	Engins d'interventions placés en bac de rétention/existence de précaution de chantier et sensibilisation des équipes intervenantes/attestation de conformité sanitaire obligatoire pour les remplacements de matériau/ nettoyage de l'aqueduc en fin d'intervention/ visite ultime avant remise en eau	4	oui	oui		non		oui	non (cas le plus défavorable)	non, pas de critères mesurables pour s'assurer de la mise en place des procédures d'intervention dans l'aqueduc	Programme prérequis opérationnel

Tableau 21: détermination du mode de gestion des mesures de maîtrise des activités d'affinage des ressources de l'Avre

Dangers	Etape	Causes/origines	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Amibes, protozoaires et parasites	Arrivée des eaux brutes	Amibes, protozoaires et parasites présents dans les eaux brutes	Aucune	32	non								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Amibes, protozoaires et parasites	Filtration sur membrane 1er et 2ème étage	Présence de fibres cassées par abrasion du CAP, par surpression / fibres endommagées par des limailles de fer de la tuyauterie	Placement des blocs non intègres en mode maintenance avec lavages fréquents	32	oui	oui		oui	oui, nombre de particules détectés au compteur de particules et détection d'une défaillance au niveau des automates de gestion de la mise en maintenance				Plan HACCP
Nitrates	Arrivée des eaux brutes	Présence de nitrates liée à la variation de la qualité des eaux brutes	Respect des critères de qualité des eaux destinées à la consommation humaine par l'activité de sélection et de transport des ressources	32	non, nécessaire en amont car aucun moyen de traitement prévu à l'usine de Saint-Cloud								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Pesticides et solvants chlorés	Arrivée des eaux brutes	Variation de qualité des eaux brutes	Aucune	32	non								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Pesticides et solvants chlorés	Gavage CAP	Arrêt du prétraitement au CAP/ défaut de préparation du CAP	Prétraitement au CAP	32	oui	oui		oui	oui, le seuil critique correspond au niveau inférieur au taux de traitement indiqué par la grille de classement des eaux brutes et au poids de CAP injecté inférieur au seuil minimum de CAP requis				Plan HACCP
Pesticides et solvants chlorés	Toutes les étapes, à l'exception du gavage CAP	Déversement accidentel de solvants chlorés	Nettoyage des équipements après chaque intervention	32	oui	oui		non		oui	non, prise en compte des cas les plus défavorable, à savoir les étapes placées en aval du prétraitement au CAP	Non, pas de critères mesurable pour s'assurer du nettoyage des équipements après intervention	Programme prérequis opérationnel
Germes témoins de contamination fécales	Arrivée des eaux brutes	Germes présents dans les eaux brutes	Aucune	32	non								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel

Dangers	Etape	Causes/origines	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Germes témoins de contamination fécales	Gavage CAP	Contamination fécales liée à l'introduction d'animaux et de nuisible dans la bâche	Présence de grille de protection contre l'intrusion des animaux	32	oui	oui		non		oui	oui, la désinfection		Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Germes témoins de contamination fécales	Filtration sur membrane 1er et 2ème étage	Fibres cassées, pas de rétention des germes	Réparation des fibres cassées au plus tôt	32	oui	oui		non		oui	oui, la désinfection		Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Germes témoins de contamination fécales	Désinfection	Dysfonctionnement au niveau de la désinfection	Désinfection permanente, temps de contact adapté, régulation du résiduel en fonction de la turbidité	32	oui	oui		oui	oui, temps de contact, résiduel de chlore, taux de traitement				Plan HACCP
Développement bactérien à la surface membranaire	Filtration sur membrane 1er et 2ème étage	Développement bactérien liée à la présence de substrat (acétate de cellulose constituant la membrane) - Maintenance des fibres cassées insuffisante - présence de zones mortes non atteintes par les lavages chlorés	Lavages chlorés et conditionnement	32	oui	oui		non		oui	oui, la désinfection		Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Développement bactérien à la surface membranaire	Filtration sur membrane 1er et 2ème étage	Développement bactérien liée à la présence de substrat (acétate de cellulose constituant la membrane) - Maintenance des fibres cassées insuffisante - présence de zones mortes non atteintes par les lavages chlorés	Réparation des fibres cassées au plus tôt	32	oui	oui		non		oui	oui, la désinfection		Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Huiles et hydrocarbures	Arrivée des eaux brutes	Contamination des eaux brutes aux huiles/hydrocarbures	Aucune	32	Non, elle est nécessaire en amont, car aucun moyen de traitement								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel

Dangers	Etape	Causes/origines	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Huiles et hydrocarbures	Préfiltration au 1er et 2ème étage	Fuite d'huiles au niveau des vannes, des pompes de gavages ou des préfiltres	Utilisation de graisse alimentaire pour le graissage des équipements	32	oui	oui		non		oui	non	non, pas de critère mesurable pour s'assurer de l'utilisation de graisse alimentaire lors des interventions	Programme prérequis opérationnel
Huiles et hydrocarbures	Filtration sur membrane 1er et 2ème étage	Fuite d'huiles lors de la maintenance des compresseurs par des intervenants extérieurs	Consigne d'intervention, placement des groupes électrogènes en bac de rétention, stockage hydrocarbures en point bas de l'usine	32	oui	oui		non		oui	non	non, pas de critère mesurable pour s'assurer du respect des consignes d'intervention	Programme prérequis opérationnel
Huiles et hydrocarbures	Bâche eaux sales	Déversement accidentel d'huiles/hydrocarbures au niveau d'une trappe à proximité de la trappe de visite de la bâche	Aucune	32	oui	non	oui						Mettre en place les mesures préventives à prévoir au plus tôt
Huiles et hydrocarbures	Epaississeur stockeur	Fuite d'huile lors de l'appoint d'huile du pont-racleur de l'épaississeur	Utilisation de graisse alimentaire pour le graissage des équipements	32	oui	oui		non		oui	non	non, pas de critère mesurable pour s'assurer de l'utilisation de graisse alimentaire lors des interventions sur le pont-racleur	Programme prérequis opérationnel
Matières organiques	Arrivée des eaux brutes	Matières organiques liées à la variation de la qualité des eaux brutes	Affinage adapté à la qualité des eaux brutes, consignes données au Centre de Montreuil	24	non								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Matières organiques	Gavage CAP	Arrêt du prétraitement au CAP/ défaut de préparation du CAP	Flexibilité du traitement au CAP	24	oui	oui		oui	oui, le seuil critique correspond au niveau inférieur au taux de traitement indiqué par la grille de classement des eaux brutes et au poids de CAP injecté inférieur au seuil minimum de CAP requis pour une catégorie d'eaux brutes donnée				Plan HACCP

Dangers	Etape	Causes/origines	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Matières organiques	Désinfection	Matières organiques engendrées par la formation de THM	Adaptation du taux de traitement en fonction de la turbidité	24	oui	oui		non		oui	non	oui, le seuil critique correspond à un taux de traitement inférieur à la valeur requise en fonction de la turbidité/UV-254	Plan HACCP
Matières organiques	Préfiltration 2ème étage	Fuite de matières organiques liée à un dysfonctionnement du 2ème étage, à un percement des tamis	Filtration membranaire	24	non								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Matières organiques	Epaississeur stockeur	Fuite de matières organiques liée à un dysfonctionnement au niveau de l'épaississeur (surnageant chargée de matières organiques)	Ultrafiltration deuxième étage	24	Non, car présence du décanteur en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Fer	Arrivée des eaux brutes	Fer lié à la variation de la qualité des eaux brutes	Aucune	24	Non, la maîtrise doit se faire en amont car aucun moyen de rétention du fer sur l'usine								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Fer	Gavage CAP/désinfection/ultrafiltration	Contamination au fer par les réactifs non conformes aux prescriptions de qualité (eau de Javel, acides phosphorique et sulfurique, CAP)	Spécification de la qualité sur les réactifs	24	oui	oui		non		oui	non	oui, non-conformité des réactifs révélée par des analyses sur leur composition	Plan HACCP
Fer	Coagulation/décantation	Fuite de fer liée à un dysfonctionnement de l'injection de chlorure ferrique	Seuil minimal et maximal de chlorure ferrique injecté	24	oui	oui		non		oui	non	oui, le seuil critique correspond à un dépassement du seuil d'injection maximale de chlorure ferrique	Plan HACCP
Fer	Coagulation/décantation	Fuite de fer liée à un dysfonctionnement du décanteur	Extraction des boues automatisée et asservie aux volumes d'eaux sales entrants	24	oui	oui		non		oui	non	Oui, le seuil critique correspond au dépassement d'une valeur de turbidité à fixer en sortie du Pulsatube®	Plan HACCP

Dangers	Etape	Causes/origines	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Turbidité	Gavage CAP	Remise en suspension de CAP lors de remise en route de la bâche de gavage suite à un arrêt prolongé	Forcer le brassage pendant quelques heures après arrêt	16	oui	oui		non		oui	oui, l'ultrafiltration		Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Turbidité	Préfiltration 1er et 2ème étage	Grille de préfiltre percée ou cassée permettant le passage de particules	Ultrafiltration membranaire	16	oui	oui		non		oui	oui, l'ultrafiltration		Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Turbidité	Filtration sur membrane 1er et 2ème étage	Turbidité associée au rétrolavage de remise en service, par les fibres cassées, par les fuites de CAP liées aux filtres cassés	Réparation des fibres cassées au plus tôt	16	oui	oui		oui	oui, le seuil critique correspond au dépassement d'un nombre de particules à fixer au niveau du compteur de particules				Plan HACCP
Turbidité	Bâche eaux sales	Fuite de turbidité de la bâche en cas de by-pass du décanteur	Ultrafiltration second étage	16	oui	oui		non		oui	oui, l'ultrafiltration		Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Turbidité	Coagulation/décantation	Dysfonctionnement au niveau du décanteur	Gestion automatisée des cycles du Pulsatube®	16	oui	oui		oui	Oui, le seuil critique correspond au dépassement d'une valeur de turbidité à fixer en sortie du Pulsatube®				Plan HACCP
Turbidité	Coagulation/décantation	Dysfonctionnement au niveau du décanteur	Alarmes de suivi des cycles du Pulsatube® (détection des discordances de vannes)	16	oui	oui		oui	Non, pas de critères mesurables du fonctionnement des alarmes				Programme prérequis opérationnel
Turbidité	Coagulation/décantation	Dysfonctionnement au niveau du décanteur	Présence de deux pompes d'injection du chlorure ferrique	16	oui	oui		oui	oui, le seuil critique correspond à un poids d'injection de chlorure ferrique inférieur à celui requis				Plan HACCP
Turbidité	Epaississeur stockeur	Remise en suspension des boues de l'épaississeur lors d'une extraction importante de boues contenant de l'acide citrique (flocs dispersés)	Décantation	16	Non, car présence du décanteur en aval								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Bromates	Désinfection	Utilisation d'eau de Javel contenant des bromates	Vérification des titres des réactifs	16	oui	oui		non		oui	non	Non, pas de critères mesurables pour s'assurer de la vérification des titres des réactifs	Programme prérequis opérationnel

Dangers	Etape	Causes/origines	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
THM	Gavage second étage	Formation de THM par réaction du chlore et de la matière organique non-éliminée	Prétraitement au CAP	16	oui	oui		non		oui	oui, le prétraitement au CAP		Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
THM	Filtration 1er étage	Formation de THM liée à un excès de chlore provenant de la surchloration des blocs lors d'un arrêt d'usine, et pas de rétrolavage effectué à la reprise	Aucune	16	oui	non	oui						Mettre en place les mesures de maîtrise préventives à prévoir au plus tôt
THM	Bâche eaux sales	Formation de THM dans le décanteur liée à l'absence de prétraitement au CAP: des eaux de lavage fortement chlorées se retrouvent dans le décanteur	Gestion automatisée des cycles du Pulsatube® pour une bonne élimination de la matière organique	16	oui	oui		non		Oui, le seuil critique correspond au dépassement d'une valeur de turbidité à fixer en sortie du Pulsatube®			Plan HACCP
Perturbateurs endocriniens	Arrivée des eaux brutes	Présence de perturbateurs endocriniens dans les eaux brutes	Prétraitement au CAP	16	non								Pas de plan HACCP, pas de programme prérequis opérationnel
Perturbateurs endocriniens	Gavage CAP	Absence de prétraitement au cap	Prétraitement au CAP	16	oui	oui		oui	oui, le seuil critique correspond au niveau inférieur au taux de traitement indiqué par la grille de classement des eaux brutes et au poids de CAP injecté inférieur au seuil minimum de CAP requis pour une catégorie d'eaux brutes donnée				Plan HACCP
Défaillance des systèmes d'alerte	Toutes étapes	Coupure d'électricité, erreur de manipulation, défaillance des appareils	Procédures de fonctionnement dégradé mises en place par la démarche AMDEC	8	oui	oui		non		oui	non	Non, pas de critères mesurables pour s'assurer de l'application des procédures de fonctionnement dégradé	Programme prérequis opérationnel
Actes de malveillance	Arrivée des eaux brutes	Introduction malveillante de substances diverses au sein de la chambre de dissipation	Chambre de dissipation munie d'une trappe étanche	8	oui	oui		non		oui	non (cas du scénario le plus défavorable)	non (cas du scénario le plus défavorable)	Programme prérequis opérationnel
Actes de malveillance	Gavage CAP	Introduction malveillante de substances diverses au niveau des trappes de visite	Alertes de détection d'intrusion	8	oui	oui		non		oui	non (cas du scénario le plus défavorable)	non (cas du scénario le plus défavorable)	Programme prérequis opérationnel

Dangers	Etape	Causes/origines	Mesure de maîtrise	Criticité	Q1: La maîtrise de ce danger est-elle nécessaire à cette étape?	Q2: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) de maîtrise préventive(s) pour ce danger à cette étape?	Q2-bis: Existe-t-il une ou plusieurs mesure(s) préventive(s) à prévoir?	Q3: L'étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable?	Q3-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Q4: La contamination par le danger identifié peut-elle intervenir ou augmenter à cette étape?	Q5: Existe-t-il une étape ultérieure qui permet d'éliminer ou de réduire le danger identifié?	Q5-bis: Existe-t-il un seuil critique mesurable?	Mode de gestion de la mesure de maîtrise
Actes de malveillance	Bâche eaux sales	Introduction malveillante de substances diverses au niveau des trappes de visite	Surveillance du site	8	oui	oui		non		oui	non (cas du scénario le plus défavorable)	non (cas du scénario le plus défavorable)	Programme prérequis opérationnel
Actes de malveillance	Coagulation/décantation	Introduction de substances diverses au niveau du décanteur non couvert	Surveillance du site	8	oui	oui		non		oui	non (cas du scénario le plus défavorable)	non (cas du scénario le plus défavorable)	Programme prérequis opérationnel

7 Plans HACCP et programmes prérequis opérationnels des activités de sélection, de transport et d'affinage des ressources de l'Avre

Les tableaux suivants ont pour but de regrouper les dangers dont la mesure de maîtrise nécessite une gestion par un programme prérequis opérationnel ou par un plan HACCP, tout en reprenant l'ensemble des informations relatives au danger concerné.

7.1 Plans HACCP de l'activité de sélection et de transport des ressources de l'Avre

Tableau 22: plans HACCP de l'activité de sélection et de transport des ressources de l'Avre

N° CCP	Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Seuil critique mesurable	Programme de surveillance	Mesures correctives
2.1	Débordements des eaux brutes	Transport des eaux brutes en aqueduc	Erreur de manipulation des vannes lors d'une remise en eau de l'aqueduc, ou lors de travaux	Présence d'ouïes de déversement et de capteur de niveau de l'eau	24	Le seuil critique correspond au dépassement du seuil haut de niveau d'eau dans l'aqueduc (eaux brutes atteignant les 15 derniers centimètres de hauteur)	Surveillance en continu des signaux des capteurs de niveau d'eau dans l'aqueduc	Ouverture des vannes et mise en rejet au niveau des siphons
2.2	Pollution diffuse d'huile et d'hydrocarbures	Transport des eaux brutes en aqueduc	Infiltration d'huiles/hydrocarbures provenant d'une fuite de cuves de stockage du fioul domestique	Etancheification récente de l'aqueduc	8	Le seuil critique est atteint à la fonte de la membrane de détection d'huiles et d'hydrocarbures	Surveillance en continu des détecteurs d'état des membranes de détection des huiles et des hydrocarbures	Mise en décharge des eaux brutes aux différents points de déversement de l'aqueduc

7.2 Programmes prérequis opérationnels de l'activité de sélection et de transport des ressources de l'Avre

Tableau 23: programmes prérequis opérationnels de l'activité de sélection et de transport des ressources de l'Avre

N° Prpo	Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Procédures de vérification de la mise en œuvre des programmes prérequis opérationnels	Mesures correctives
1.1	Nitrates	Ressources et captages de la Vigne	Lessivage des intrants utilisés en agriculture intensive	Sensibilisation, incitation des agriculteurs à mettre en place des mesures agro environnementales des CIPAN par l'animateur de bassin d'Eau de Paris	64	Bilan et évaluation de la superficie des terres agricoles impactées par les mesures agro-environnementales en fonction de la superficie du bassin d'alimentation et de la sensibilité de la zone; bilans à formaliser par l'animateur de bassin	Isolement/mise en rejet des sources de la Vigne Dilution des sources de la Vigne avec les sources de Vert-en-Drouais
1.2	Nitrates	Ressources et captages de la Vigne	Lessivage des intrants utilisés en agriculture intensive	Pratique de la gestion différenciée des espaces verts sur le périmètre de protection immédiat	64	Vérification de la bonne application du guide des bonnes pratiques d'entretien des périmètres de captages, des emprises d'aqueducs et des espaces verts	Isolement/mise en rejet des sources de la Vigne Dilution des sources de la Vigne avec les sources de Vert-en-Drouais
1.3	Huiles et hydrocarbures	Ressources et captages de la Vigne	Contamination lors d'utilisation d'huiles/hydrocarbures lors d'intervention de maintenance	Groupe électrogène placé en bac de rétention/ Consignes d'interventions sur les installations	8	Vérification de la qualité des prestations demandées, du mode opératoire utilisé au cours des travaux par les agents d'eau de Paris - Vérification du respect des exigences requises par le cahier des charges ou le plan de gestion environnementale lors de visites sur le chantier	Mise en rejet des ressources dans le cas d'une arrivée rapide du polluant (injection dans les bétouilles) Dilution avec d'autres ressources
1.4	Métaux d'origine anthropique	Ressources et captages de la Vigne	Pollutions industrielles diffuses Infiltration de lixiviats de centre de stockage chargées en métaux	Bonnes connaissances du bassin d'alimentation / réalisation d'une étude environnementale et donc repérage des activités à risque	6	Mettre en place une mise à jour des études environnementales à une fréquence à déterminer	Mise en rejet des sources Dilution avec d'autres ressources

N° Prpo	Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Procédures de vérification de la mise en œuvre des programmes prérequis opérationnels	Mesures correctives
1.5	Huiles et hydrocarbures	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Contamination liée à la présence de routes, et de parking non équipés de dispositifs de récupération des effluents routiers - lessivage de ces effluents par les eaux de pluie	Equipements de certaines routes de dispositifs de récupération des effluents routiers	8	Mise en place d'un groupe de travail avec les collectivités locales pour l'aménagement des abords routiers, des parkings, des zones sensibles et pour leur prise en compte dans les plans locaux d'urbanisme	Pompage puis déversement de la pollution dans le milieu naturel pour les champs captants Mise en rejet des sources du Breuil Dilution des sources du Breuil avec d'autres ressources
1.6	Huiles et hydrocarbures	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Contamination lors d'utilisation d'huiles/hydrocarbures lors d'intervention de maintenance	Groupe électrogène placé en bac de rétention/ Consignes d'interventions sur les installations/utilisation de graisse alimentaire pour les interventions sur les captages/utilisation de pompe autolubrifiable à l'eau	8	Vérification de la qualité des prestations demandées, du mode opératoire utilisé au cours des travaux par les agents d'eau de Paris - Vérification du respect des exigences requises par le cahier des charges ou le plan de gestion environnementale lors de visites sur le chantier	Pompage puis déversement de la pollution dans le milieu naturel pour les champs captants Mise en rejet des sources du Breuil Dilution des sources du Breuil avec d'autres ressources
1.7	Métaux d'origine naturelle	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Présence naturelle des métaux dans les sols et les sédiments de l'aquifère	Fonctionnement régulier des puits même en absence d'exploitation	8	Formalisation d'un guide de bonnes pratiques d'arrêt de pompage des champs captants et vérification de sa bonne application	Mise en rejet des sources du Breuil Dilution des sources du Breuil avec d'autres ressources Arrêt des pompages
1.8	Métaux d'origine anthropique	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Pollutions industrielles diffuses	Délimitation des bassins versant des sources du Breuil/ Déclaration d'Utilité Publique pour Vert-en-Drouais et Montreuil	6	Mise à jour des connaissances sur les ressources de façon régulière	Mise en rejet des sources du Breuil Dilution des sources du Breuil avec d'autres ressources Arrêt des pompages
1.9	Métaux d'origine anthropique	Champs captants de Vert-en-Drouais et Montreuil et sources du Breuil	Infiltration de lixiviats de centre de stockage chargées en métaux	Repérage des décharges	6	Mise à jour des connaissances sur les ressources de façon régulière	Mise en rejet des sources du Breuil Dilution des sources du Breuil avec d'autres ressources Arrêt des pompages

N° Prpo	Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Procédures de vérification de la mise en œuvre des programmes prérequis opérationnels	Mesures correctives
2.1	Pollution liée à un acte de malveillance dans les regards d'aqueduc	Transport des eaux brutes en aqueduc	Acte de malveillance/terrorisme	Dispositifs de sécurité au niveau des regards d'aqueduc/ Patrouilles hebdomadaires de contrôle des installation/ Contrôle visuel bihebdomadaire du fonctionnement des serrures et des alarmes	48	Plan de vérification des dispositifs de sécurité des différents sites et plan de vérification des procédures SWAP0901: opération de vérification d'entretien et de manœuvre d'entretien sur les ouvrages de l'aqueduc de l'Avre	Mise en rejet des eaux brutes aux différents points de déversement de l'aqueduc Traitement d'affinage de l'usine de Saint-Cloud
2.2	Pollution chimique et microbiologique diffuse	Transport des eaux brutes en aqueduc	Introduction de contaminant au point bas de l'aqueduc par apport des eaux météorites	travaux de maintenance sur l'aqueduc/ Patrouilles hebdomadaires	48	Bilan et évaluation du programme quinquennal de travaux sur l'aqueduc lors des arrêts d'eau	Désinfection et traitement au charbon actif de l'usine d'affinage de Saint-Cloud Mise en rejet en Seine à l'arrivée à Saint-Cloud Mise en rejet aux différents points de déversement de l'aqueduc
2.3	Pollution chimique et microbiologique diffuse	Transport des eaux brutes en aqueduc	Introduction de contaminants lors d'intervention sur l'aqueduc	Travaux de maintenance de l'aqueduc réalisé en atelier / accès aux regards limité aux personnel d'exploitation	48	Vérification de la qualité des prestations demandées, du mode opératoire utilisé au cours des travaux par les agents d'eau de Paris - Vérification du respect des exigences requises par le cahier des charges ou le plan de gestion environnementale lors de visites sur le chantier	Désinfection et traitement au charbon actif de l'usine d'affinage de Saint-Cloud Mise en rejet en Seine à l'arrivée à Saint-Cloud Mise en rejet aux différents points de déversement de l'aqueduc
2.4	Pollution chimique et microbiologique diffuse	Transport des eaux brutes en aqueduc	Introduction de contaminants via les fissures de l'aqueduc	Mise en place d'un programme d'entretien de l'aqueduc sur vingt ans /patrouilles d'inspection lors des arrêts d'eau	48	Evaluations et bilans réguliers de l'état d'avancement des programmes annuels et quinquennaux de travaux sur l'aqueduc	Désinfection et traitement au charbon actif de l'usine d'affinage de Saint-Cloud Mise en rejet en Seine à l'arrivée à Saint-Cloud Mise en rejet aux différents points de déversement de l'aqueduc

N° Prpo	Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Procédures de vérification de la mise en œuvre des programmes prérequis opérationnels	Mesures correctives
2.5	Casse accidentelles naturelle ou extérieure	Transport des eaux brutes en aqueduc	Casse liée aux activités agricoles, industrielles et de loisirs à proximité de l'aqueduc	Déclaration d'intention de travaux définie dans les règles d'urbanisme/ surveillances des nouveaux projets de construction par les agents d'Eau de Paris/Procédures d'alerte en cas d'accidents sur l'aqueduc/Patrouilles bihebdomadaires des secteurs de l'aqueduc	48	Vérification des projets de construction à proximité de l'aqueduc et tenue de comptes rendus des tournées de mairies	Arrêt d'exploitation et réparation de l'aqueduc Mise en rejet des eaux brutes aux différents points de déversement de l'aqueduc Traitement d'affinage à l'usine de Saint-Cloud
2.6	Casse accidentelles naturelle ou extérieure	Transport des eaux brutes en aqueduc	Casse naturelle liée par exemple à la présence de racines d'arbre à proximité de l'aqueduc, ou mouvement de terrain		48	Vérification des projets de construction à proximité de l'aqueduc et tenue de comptes rendus des tournées de mairies	Arrêt d'exploitation et réparation de l'aqueduc Mise en rejet des eaux brutes aux différents points de déversement de l'aqueduc Traitement d'affinage à l'usine de Saint-Cloud
2.6	Casse accidentelles naturelle ou extérieure	Transport des eaux brutes en aqueduc	Casses associées à des activités diverses aux endroits où l'aqueduc est enterré à une faible profondeur	Déclaration d'intention de travaux définie dans les règles d'urbanisme/ surveillances des nouveaux projets de construction par les agents d'Eau de Paris/Procédures d'alerte en cas d'accidents sur l'aqueduc/Patrouilles bihebdomadaires des secteurs de l'aqueduc	48	Vérification des projets de construction à proximité de l'aqueduc et tenue de comptes rendus des tournées de mairies	Arrêt d'exploitation et réparation de l'aqueduc Mise en rejet des eaux brutes aux différents points de déversement de l'aqueduc Traitement d'affinage à l'usine de Saint-Cloud
2.7	Casse accidentelles naturelle ou extérieure	Transport des eaux brutes en aqueduc	Casse naturelle ou extérieure des siphons	Maintien en eau des siphons lors des arrêts d'eau de l'aqueduc	48	Vérification de l'application des bonnes pratiques associées aux arrêts d'eaux de l'aqueduc	Arrêt d'exploitation et réparation de l'aqueduc Mise en rejet des eaux brutes aux différents points de déversement de l'aqueduc Traitement d'affinage à l'usine de Saint-Cloud

N° Prpo	Dangers	Etape	Causes	Mesure de maîtrise	Criticité	Procédures de vérification de la mise en œuvre des programmes prérequis opérationnels	Mesures correctives
2.8	Pollutions liées aux travaux sur l'aqueduc	Transport des eaux brutes en aqueduc	Intervention de maintenance/réparation sur l'aqueduc	Engins d'interventions placés en bac de rétention/existence de précaution de chantier et sensibilisation des équipes intervenantes/attestation de conformité sanitaire obligatoire pour les remplacement de matériau/ nettoyage de l'aqueduc en fin d'intervention/ visite ultime avant remise en eau	4	Vérification de la qualité des prestations demandées, du mode opératoire utilisé au cours des travaux par les agents d'eau de Paris - Vérification du respect des exigences requises par le cahier des charges ou le plan de gestion environnementale lors de visites sur le chantier	Rinçage supplémentaire de l'aqueduc Mise en rejet des eaux brutes aux différents points de déversement de l'aqueduc

7.3 Plans HACCP de l'activité d'affinage des ressources de l'Avre

Tableau 24: Plans HACCP de l'activité d'affinage des ressources de l'Avre

N° de CCP	Dangers	Etape	Causes	Mesures de maîtrise	Criticité	Seuils critiques mesurables	Procédures de surveillance	Mesures correctives
3.1	Amibes, protozoaires et parasites	Filtration sur membrane 1er et 2ème étage	Présence de fibres cassées par abrasion du CAP, par surpression / fibres endommagées par des limailles de fer de la tuyauterie	Placement des blocs non intègres en mode maintenance avec lavages fréquents	32	Le seuil critique correspond à un temps où le nombre de particules détectées est supérieur à un certain nombre de particules à définir à partir de l'étude de la Section Locale Qualité (SLQ) de Saint-Cloud	Mise en place de la surveillance et de l'interprétation des résultats des compteurs de particules	Réparation des fibres cassées
3.2	Pesticides et solvants chlorés	Gavage CAP	Arrêt du prétraitement au CAP/ défaut de préparation du CAP	Prétraitement au CAP	32	Il y a deux seuils critiques. Le premier seuil est atteint quand les automates indiquent que la masse de charbon introduite est inférieure à la masse consigne de charbon en fonction du débit et de la qualité des eaux brutes. Le second est atteint quand la turbidité des eaux de la bache de gavage est égale à la turbidité des eaux brutes	Surveillance en continue du poids de CAP injecté - Surveillance et comparaison hebdomadaire de la turbidité des eaux brutes et des eaux de gavages	Arrêt de l'usine
3.3	Germes témoins de contamination fécales	Désinfection	Dysfonctionnement au niveau de la désinfection	Désinfection permanente, temps de contact adapté, régulation du résiduel en fonction de la turbidité	32	Il y a deux seuils critiques. Le premier seuil est atteint si le résiduel de chlore est inférieur à 0,25 mg/L. Le second est atteint si la turbidité dépasse 0,15 NFU (seuil de vigilance)	Surveillance en continue du résiduel de chlore et de la turbidité en sortie d'usine	Arrêt de l'usine
3.4	Développement bactérien à la surface membranaire	Filtration sur membrane 1er et 2ème étage	Développement bactérien liée à la présence de substrat (acétate de cellulose constituant la membrane) - Maintenance des fibres cassées insuffisante - présence de zones mortes non atteintes par les lavages chlorés	Lavages chlorés et conditionnement	32	En fonctionnement, le seuil critique est atteint si le résiduel de chlore des eaux de rétrolavage est inférieur à 5 ppm et si le débit d'eau de Javel injecté est inférieur au débit-consigne d'injection. En mode de conditionnement, le seuil critique est atteint s'il y a une variation de 10% de la concentration de chlore par rapport à la concentration initiale, et pour le bisulfite, le seuil critique correspond à une variation de 50 % du potentiel redox par rapport au potentiel redox initial	Surveillance des résiduels de chlore lors des rétrolavages de fonctionnement - Surveillance du résiduel de chlore (analyses manuelles) lors des conditionnements à l'eau de Javel. Surveillance du potentiel redox lors des conditionnements au bisulfite (analyses manuelles)	Changement des modules de filtration
3.5	Huiles et hydrocarbures	Filtration sur membrane 1er et 2ème étage	Fuite d'huiles lors de la maintenance des compresseurs par des intervenants extérieurs	Consigne d'intervention, placement des groupes électrogènes en bac de rétention, stockage des hydrocarbures en point bas de l'usine	32	Absence de goût de l'eau	Mise en place de dégustations journalières de l'eau - Dégustateurs de l'eau à nommer	Arrêt de l'usine

N° de CCP	Dangers	Etape	Causes	Mesures de maîtrise	Criticité	Seuil(s) critique(s) mesurable(s)	Procédure(s) de surveillance	Mesures correctives
3.6	Matières organiques	Gavage CAP	Arrêt du prétraitement au CAP/ défaut de préparation du CAP	Flexibilité du traitement au CAP	24	Il y a deux seuils critiques. Le premier seuil est atteint quand les automates indiquent que la masse de charbon introduite est inférieure à la masse consigne de charbon en fonction du débit et de la qualité des eaux brutes. Le second est atteint quand la turbidité des eaux de la bache de gavage est égale à la turbidité des eaux brutes	Surveillance en continue du poids de CAP injecté - Surveillance et comparaison hebdomadaire de la turbidité des eaux brutes et des eaux de gavages	Adaptation de la consigne de chlore au niveau de la désinfection
3.7	Fer	Gavage CAP/désinfection/ultrafiltration	Contamination au fer par les réactifs non conformes aux prescriptions de qualité (eau de Javel, CAP, acides phosphorique et sulfurique)	Spécification de la qualité sur les réactifs	24	Les seuils critiques sont consignés dans les documents de spécification de la qualité des réactifs de traitement	Surveillance de la qualité des réactifs à chaque livraison	Refus de livraison et renvoi du produit
3.8	Fer	Coagulation/décantation	Fuite de fer liée à un dysfonctionnement de l'injection de chlorure ferrique	Existence de seuils minimal et maximal de chlorure ferrique injecté	24	Le seuil critique est atteint quand le débit d'injection de chlorure ferrique de la pompe est inférieur au débit-consigne	Surveillance en continue des débits d'injection de chlorure ferrique	Rremplacement des modules membranaires du second étage par des filtres à sable
3.9	Turbidité	Filtration sur membrane 1er et 2ème étage	Turbidité associée au rétrolavage de remise en service, par les fibres cassées, par les fuites de CAP liées aux fibres cassées	Réparation des fibres cassées au plus tôt	16	Il y a deux seuils critiques. Le premier est atteint si la turbidité dépasse 0,15 NFU et le second est à déterminer et concerne le nombre de particules détectés dans un laps de temps	Surveillance de la turbidité en continue et surveillance et interprétation du nombre de particules détecté en sortie d'ultrafiltration	Arrêt de filtration en cas de dépassement du seuil de vigilance en turbidité de 0.15 NFU
3.10	Turbidité	Coagulation/décantation	Dysfonctionnement au niveau du décanteur	Gestion automatisée des cycles du Pulsatube® / alarme de suivi des cycles (détection des discordances)	16	Le seuil critique correspond à une valeur de turbidité supérieure à 2 NFU en sortie de décantation	Surveillance de la turbidité en continu en sortie de décantation	Arrêt de filtration en cas de dépassement du seuil de vigilance en turbidité de 0.15 NFU
3.11	Turbidité	Coagulation/décantation	Dysfonctionnement au niveau du décanteur	Présence de deux pompes d'injection du chlorure ferrique	16	Le seuil critique correspond au seuil bas d'injection de chlorure ferrique	Surveillance en continue des débits d'injection de chlorure ferrique	Arrêt de filtration en cas de dépassement du seuil de vigilance en turbidité de 0.15 NFU
3.12	Bromates	Désinfection	Utilisation d'eau de Javel contenant des bromates	Vérification des titres des réactifs	16	Le seuil critique correspond à un titre des réactifs supérieur à celui préconisé dans les documents de spécification de qualité des réactifs de traitement	Surveillance des titres des réactifs à chaque livraison	Refus de livraison et renvoi du produit
3.13	Perturbateurs endocriniens	Gavage CAP	Absence de prétraitement au cap	Prétraitement au CAP	16	Deux seuils critiques. Le premier seuil est atteint quand les automates indiquent que la masse de charbon introduite est inférieure à la masse consigne de charbon en fonction du débit et de la qualité des eaux brutes. Le second est atteint quand la turbidité des eaux de la bache de gavage est égale à la turbidité des eaux brutes	Surveillance en continue du poids de CAP injecté - Surveillance et comparaison hebdomadaire de la turbidité des eaux brutes et des eaux de gavages	Arrêt de l'usine

7.4 Programmes prérequis opérationnels de l'activité d'affinage des ressources de l'Avre

Tableau 25 : programmes prérequis opérationnels de l'activité d'affinage des ressources de l'Avre

N° de PrPo	Dangers	Etape	Causes	Mesures de maîtrise	Criticité	Procédures de vérification de la mise en œuvre des programmes prérequis opérationnels	Mesures correctives
3.1	Solvants	Toutes les étapes, à l'exception du gavage CAP	Manipulation de solvants chlorés lors d'interventions sur l'usine et déversement	Nettoyage des équipements après chaque intervention	32	Mettre en place des procédures d'encadrement des interventions de maintenance, effectuer une tournée de vérification des installations après interventions, mettre en place une traçabilité des interventions d'utilisation solvants	Arrêt de l'usine
3.2	Solvants chlorés	Toutes les étapes, à l'exception du gavage CAP	Déversement accidentel de solvants chlorés	Placement en bac de rétention, procédures d'intervention sur l'usine	32	Mettre en place des procédures d'encadrement des interventions de maintenance, effectuer une tournée de vérification des installations après interventions, mettre en place une traçabilité des interventions d'utilisation solvants	Arrêt de l'usine
3.3	Développement bactérien au niveau de la fibre	Filtration sur membrane 1er et 2ème étage	Développement bactérien liée à la présence de substrat (acétate de cellulose constituant la membrane) - Maintenance des fibres cassées insuffisante - présence de zones mortes non atteintes par les lavages chlorés	Réparation des fibres cassées au plus tôt	32	Mise en place de tests d'intégrité automatiques	Changement des modules de filtration membranaire
3.4	Huiles et hydrocarbures	Préfiltration au 1er et 2ème étage	Fuite d'huiles au niveau des vannes, des pompes de gavages ou des préfiltres	Utilisation de graisse alimentaire pour le graissage des équipements	32	Mise en place de procédure de qualité, rappel de l'utilisation de graisse alimentaire dans les plans de maintenance	Arrêt de l'usine

N° de PrPo	Dangers	Etape	Causes	Mesures de maîtrise	Criticité	Procédures de vérification de la mise en œuvre des programmes prérequis opérationnels	Mesures correctives
3.5	Huiles et hydrocarbures	Epaississeur stockeur	Fuite d'huile lors de l'appoint d'huile du pont-racleur de l'épaississeur	Utilisation de graisse alimentaire pour le graissage des équipements	32	Mettre en place des procédures d'encadrement des interventions de maintenance, effectuer des tournées de vérification après les interventions, mise en place d'une traçabilité des interventions d'utilisation d'huiles/hydrocarbures	Arrêt de l'usine
3.6	Fer	Coagulation/décantation	Fuite de fer liée à un dysfonctionnement du décanteur	Extraction des boues automatisée et asservie aux volumes d'eaux sales entrants	24	Guide d'exploitation de lavage à l'acide citrique en fonction de l'encrassement du second étage	Modification de la filière de traitement : remplacement des blocs du second étage par des filtres à sable
3.7	THM	Filtration 1er étage	Formation de THM liée à un excès de chlore provenant de la surchloration des blocs lors d'un arrêt d'usine, et pas de rétrolavage effectué à la reprise	Libération de 3 blocs à la reprise pour remplir la bache d'eaux de lavage	16	Mise en place de bonnes pratiques de redémarrage des blocs après un arrêt	Dilution avec les eaux d'Orly, adaptation de la consigne de chlore en fonction de la turbidité
3.8	Défaillance des systèmes d'alerte	Toutes étapes	Coupure d'électricité, erreur de manipulation, défaillance des appareils	Procédures de fonctionnement dégradé mises en place par la démarche AMDEC	8	Support de la démarche AMDEC, mise en place d'exercices périodiques de test des alarmes	Déversement en Seine, recours à des analyses manuelles
3.9	Actes de malveillance	Arrivée des eaux brutes	Introduction malveillante de substances diverses au sein de la chambre de dissipation	Chambre de dissipation munie d'une trappe étanche	8	Guides de vulnérabilité du Ministère de la Santé et procédures de sécurité, mise en place d'exercices périodiques de test des alarmes	Au cas par cas
3.10	Actes de malveillance	Gavage CAP	Introduction malveillante de substances diverses au niveau des trappes de visite	Alertes de détection d'intrusion	8	Guides de vulnérabilité du Ministère de la Santé et procédures de sécurité, mise en place d'exercices périodiques de test des alarmes	Au cas par cas
3.11	Actes de malveillance	Bâche eaux sales	Introduction malveillante de substances diverses au niveau des trappes de visite	Surveillance du site	8	Guides de vulnérabilité du Ministère de la Santé et procédures de sécurité, mise en place d'exercices périodiques de test des alarmes	Au cas par cas
3.12	Actes de malveillance	Coagulation/décantation	Introduction de substances diverses au niveau du décanteur non couvert	Surveillance du site	8	Guides de vulnérabilité du Ministère de la Santé et procédures de sécurité, mise en place d'exercices périodiques de test des alarmes	Au cas par cas

Conclusion

Les points vulnérables du système de production d'eau ont pu être mis en évidence à l'issue de plusieurs visites sur le terrain, de nombreux échanges avec les exploitants et de plusieurs réunions de bilan d'exploitation.

Les informations recueillies ont donc pu montrer, dans un premier temps que les points vulnérables des ressources et des captages proviennent du contexte hydrogéologique (réseau souterrain karstique et présence de bétoires), des activités agricoles (élevages, cultures de blé, d'orge et de colza) et des activités industrielles (stockage de déchets) présentes sur les bassins d'alimentation. Les rejets non-conformes de la station d'épuration de la Ferté-Vidame, lors d'épisodes pluvieux, sont également des éléments à prendre en compte. Ces facteurs peuvent donc être à l'origine de contaminations des ressources par apport de turbidité, de nitrates, de pesticides, de solvants chlorés et de pollutions microbiologiques.

En procédant de façon analogue, les points faibles mis en évidence pour l'aqueduc concernent son environnement immédiat (routes, chemins de fer, forêts, activités anthropiques), la nature de l'écoulement de l'eau (écoulement à plan d'eau libre) et la difficulté de détection des anomalies, notamment sur ses tronçons enterrés. Ces points de vulnérabilités peuvent donc mener respectivement, à des ruptures d'ouvrages, des fissurations ainsi qu'à des infiltrations difficilement détectables.

Par ailleurs, au niveau de l'activité d'affinage des eaux brutes de Saint-Cloud, l'ultrafiltration membranaire présente également certains points sensibles. Il s'agit d'une part, de l'absence de programmes définis pour la maintenance des modules membranaires, et d'autre part, de l'impossibilité actuelle d'exploiter les données des compteurs de particules, données nécessaires pour connaître la qualité des eaux ultrafiltrées. La non-maîtrise de ces deux éléments peut mener alors à une dégradation potentielle de la qualité des eaux ultrafiltrée.

Sur la base de l'étude de vulnérabilité, l'analyse menée au niveau des activités de sélection, de transport et d'affinage des ressources de l'Avre, a abouti à l'identification de 48 dangers, parmi lesquels 23 sont de nature chimique, 13 de nature microbiologique, et 12 de nature physique.

Parmi ces dangers, 17¹¹ ont été jugés significatifs vis-à-vis de la sécurité sanitaire de l'eau (score de criticité strictement supérieur à 17), et la gestion de leurs mesures de maîtrise a abouti à la détermination de :

- 10 plans HACCP et 8 programmes prérequis opérationnels pour l'activité d'affinage de Saint-Cloud
- 1 plan HACCP et 3 programmes prérequis opérationnels pour l'activité de transport des eaux brutes en aqueduc
- 1 plan HACCP associés aux ressources et aux captages (sources de la Vigne)

Il ressort de ces résultats, que les plans de gestion des mesures de maîtrise des dangers significatifs sont plus nombreux au niveau de l'activité d'affinage de Saint-Cloud. Ce constat peut effectivement s'expliquer du fait que, par définition, les plans de gestion des mesures de maîtrise ne s'appliquent qu'au dernier point de la filière, où l'élimination ou la réduction du danger à un niveau acceptable est possible. Or, il se trouve, qu'à l'exception des nitrates, l'ensemble des dangers significatifs identifiés pour les activités de sélection et de transport des ressources, sont maîtrisables au niveau de l'usine d'affinage de Saint-Cloud : d'où l'unique plan HACCP relatif aux nitrates, au niveau des ressources de la Vigne.

Ces résultats ont également permis de mettre en évidence les étapes critiques de l'usine d'affinage de Saint-Cloud. Il s'agit en effet des étapes d'ultrafiltration membranaire, de prétraitement au CAP et de désinfection ; Ces étapes devront donc, faire l'objet d'une bonne maîtrise de la part de l'exploitant, et venir intégrer ou renforcer le programme d'autosurveillance.

Il ressort, aux regards des résultats obtenus, que cette étude ne saurait être complète sans :

- une étude plus approfondie des programmes prérequis ; même si leur application est explicite au niveau des sites de production, il conviendrait toutefois de formaliser l'ensemble de ces procédures dans un seul et unique document, à partir notamment des documents relatifs à la qualité de l'eau, et du règlement intérieur des sites d'intérêt. Une phase ultérieure devrait alors permettre de compléter et valider l'ensemble des informations obtenues par des visites sur le terrain.

¹¹ Parmi les 17 dangers significatifs, 9 sont de nature chimiques, 5 de nature microbiologiques et 3 de nature physique.

- l'enregistrement des modalités concrètes d'application des programmes prérequis opérationnels et des plans HACCP. Cette étape a en effet été décrite dans la partie méthodologique de ce mémoire, mais, n'a pas pu être mise en œuvre en raison de la courte durée de l'étude.
- la mise en place au plus tôt des mesures de maîtrise préventives à prévoir que l'analyse des dangers a jugé nécessaire pour le maintien de la sécurité sanitaire de l'eau. Il s'agit pour rappel, de mesures de maîtrise qui n'existent pas sur la filière de production, mais qui doivent être mises en place par les producteurs pour la maîtrise d'un danger. Dans le cas d'Eau de Paris, les mesures préventives à prévoir relatives à l'UV-254, à la turbidité et aux nitrates devront systématiquement être traitées en priorité, dans la mesure où il s'agit de facteurs limitant le fonctionnement de l'usine d'affinage de Saint-Cloud.

-
Il ne fait nul doute enfin, que cette démarche doit faire l'objet de mises à jour régulières, afin d'incorporer toutes modifications de la filière de production, ou tout changement du mode d'exploitation.

Une mise à jour, devra donc être prévue très prochainement à l'issue de la modification de la filière de production de Saint-Cloud (passage des trois blocs membranaires du second étage au premier étage, et mise en place au second étage de filtres à sable).

Bibliographie

LUEZ Amandine. Amélioration du plan de surveillance mis en place suite à la démarche HACCP sur le réseau de distribution de Paris : rapport de stage d'Ingénieur du Génie Sanitaire. Rennes : Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique, 2005, 92p.

BOUAOUINA Firas. Participation à la mise en route de l'usine d'ultrafiltration de Saint-Cloud : mise en place du suivi qualité et étude du colmatage : rapport de stage « Master eau potable et assainissement ». Strasbourg : Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement, 2007, 62p.

Syndicat Intercommunal de l'Avre. Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux de l'Avre - Etat des lieux. Syndicat Intercommunal de l'Avre, 2006, 164p.

Syndicat Intercommunal de l'Avre. Cartothèque. Disponible sur < http://www.avre.fr/telechargements-cartotheque_64_fr.html > (consulté en mai et juin 2009)

Liste des annexes

ANNEXE 1 : SYNOPTIQUE DU SYSTEME DE PRODUCTION DES EAUX DESTINEES A LA CONSOMMATION HUMAINE A PARTIR DES RESSOURCES DE L'AVRE

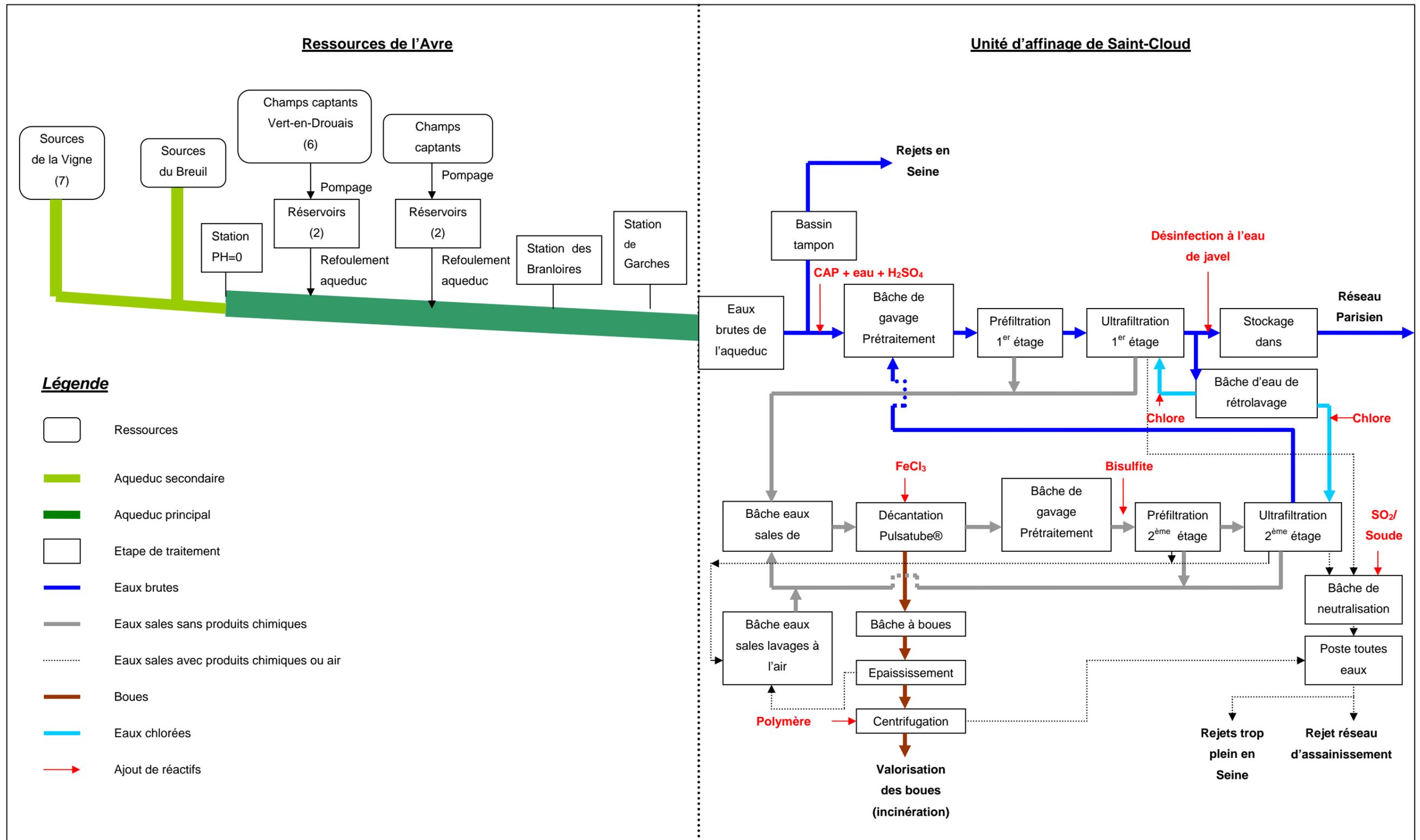
ANNEXE 2 : CATEGORIES D'EAUX BRUTES A TRAITER

ANNEXE 3 : LES DIFFERENTS TYPES DE RETROLAVAGES

ANNEXE 4 : LISTE DES COMMUNES CONCERNEES PAR LES PERIMETRES DE PROTECTION OU LES BASSINS D'ALIMENTATION DES RESSOURCES DE L'AVRE

ANNEXE 5 : INVENTAIRE DES SITES ET SOLS POLLUES

ANNEXE 1 : SYNOPTIQUE DU SYSTEME DE PRODUCTION DES EAUX DESTINEES A LA CONSOMMATION HUMAINE A PARTIR DES RESSOURCES DE L'AVRE



ANNEXE 2 : CATEGORIES D'EAUX BRUTES A TRAITER

Les différentes catégories d'eaux brutes présentées ci-dessus permettent la détermination des paramètres de fonctionnement des blocs membranaires (mode, flux maximal de filtration, durée nominale de filtration, et taux de traitement en CAP)

Catégories	UV (m ⁻¹) 1)	Turbidité (NFU)	Taux CAP (g/m ³) (1)	COT (mg/L)	Flux max (L/h.m ⁻²)	Durée filtration (min)	Taux de CAP (2)	
Très bonne	1.3	1	0	1	145	60	-	Filtration Frontale
Très claire mais μpolluants potentiels			2					
Assez claire - Sans μpolluant	1.3	1.5	0	1	145	60	0	Filtration Tangentielle
Assez claire - μpolluants moyens			3			55	3	
Catégorie de transition injection CAP- présence μpolluants	0	0	3	0	100	55		
Assez claire-μpolluants élevés	2.50	5	10	2	135	55	3	
Assez claire-μpolluants moyens	4	5	10	2.50	105	55	7	
Turbide - μpolluants élevés	5	10	10	3	90	50	8	

(1) Taux de traitement en CAP en fonction des concentrations en pesticides et en solvants organochlorés

(2) Taux de traitement en CAP associé aux valeurs importantes d'UV-254

ANNEXE 3 : LES DIFFERENTS TYPES DE RETROLAVAGES

Il existe différents types de rétrolavage des membranes afin d'éliminer leur colmatage :

- Les rétrolavages de reprise : réalisés avec des eaux filtrées chlorées lorsque les blocs membranaires sont propres, mais que la qualité d'eau qu'ils contiennent n'est pas connue.
- Les rétrolavages de cycle : il s'agit des rétrolavages les plus courants alternés avec des cycles de filtration, où les membranes sont lavées à l'eau filtrée chlorée à 5 mg/L de chlore libre. La dernière séquence de ce lavage n'est pas chlorée pour rincer le système avant sa remise en production. Il faut remarquer qu'il en existe différents type, notamment le lavage air/eau pour les membranes du deuxième étage.
- Les rétrolavages d'arrêt : effectués avant l'arrêt du bloc, ils sont similaires aux rétrolavages de cycle à la différence de la dernière séquence qui est chlorée. Le but est de maintenir les membranes humide et chlorées afin d'éviter leur dégradation, et les développements bactériens.
- Les rétrolavages périodiques : réalisés quand le bloc est en stand-by. Les blocs sont ainsi lavés au chlore après deux heures, puis après quatre heures, et enfin toutes les huit heures.
- Les rétrolavages de maintenance : s'effectuent sans chlore, et consistent à rincer les blocs en envoyant les effluents dans la bache de neutralisation. En général, il s'agit de lavages réalisés pendant un lessivage (acide, détergents) ou un déconditionnement (bisulfite)

ANNEXE 4 : LISTE DES COMMUNES CONCERNEES PAR LES PERIMETRES DE PROTECTION OU LES BASSINS D'ALIMENTATION DES RESSOURCES DE L'AVRE

Communes concernées par l'aire d'alimentation des sources de la Vigne

Département de l'Eure :

Armentières-sur-Avre	Bourth	Chaise-Dieu-du-Theil	Chennebrun
Gournay-le-Guérin	Les Barils	Mandres	Pullay
Saint-Christophe sur Avre	Saint Victor sur Avre	Verneuil sur Avre	

Département de l'Eure-et-Loir

Beauche	Boissy-lès-Perche	La Chapelle-Fortin	La Ferté-Vidame
Lamblore	Montigny-sur-Avre	Morvilliers	Rohaire
Rueil-la-Gadelière			

Département de l'Orne

Beaulieu	Bresolettes	Bubertré	Chandai
Crulai	Irai	L'Hôme-Chamondot	La Lande-sur-Eure
La Poterie-au-Perche	La Ventrouze	Les Aspres	Marchainville
Moussonvilliers	Normandel	Prépotin	Randonnai
Saint-Maurice lès Charencey	Soligny-la-Trappe	Tourouvre	Vitrai-sous-l'Aigle

Communes concernées par l'aire d'alimentation des sources du Breuil

Balines	Verneuil-sur-Avre	Piseux	Courteilles
---------	-------------------	--------	-------------

Communes concernées par le périmètre de protection des champs captants de Vert-en-Drouais

Vert-en-Drouais	Dreux	Allainville	Vernouillet
Louvilliers en Drouais	Muzy	Saint-Germain sur Avre	Mesnil sur L'Estree

Communes concernées par le périmètre de protection des champs captants de Montreuil

Montreuil	Cherisy	Abondant	Dreux
-----------	---------	----------	-------

ANNEXE 5 : INVENTAIRE DES SITES ET SOLS POLLUES

Sites et sols pollués présents sur l'aire d'alimentation des sources de la Vigne

Nom du site	Activité à l'origine de la pollution de la nappe	Localisation	Type de pollution dans la nappe	Surveillance/réhabilitation du site
SNFB	Travaux des métaux, chaudronnerie, poudre	Bourth	Hydrocarbures, chrome, cuivre, Nickel	Pas de surveillance, pas de réhabilitation
Agence EDF-GDF	Usine à gaz - cokéfaction	Verneuil sur Avre	Ferrocyanures	Pas de surveillance – traitement des terres polluées
Tannerie du Perche	Tannerie artisanale	Tourouvre	Arsenic et chrome	Site sous surveillance – pas de réhabilitation

Sites et sols pollués présents sur l'aire d'alimentation des sources du Breuil

Nom du site	Activité à l'origine de la pollution de la nappe	Localisation	Type de pollution dans la nappe	Surveillance/réhabilitation du site
Agence EDF-GDF	Usine à gaz - cokéfaction	Verneuil sur Avre	Ferrocyanures	Pas de surveillance – traitement des terres polluées
Eurospray	Industrie chimique, pharmaceutique, phytosanitaire	Balines	Solvants halogénés	Site sous surveillance – traitement des déchets et des terres polluées

Sites et sols pollués présents sur l'aire d'alimentation des champs captants de Vert-en-Drouais

Nom du site	Activité à l'origine de la pollution de la nappe	Localisation	Type de pollution dans la nappe	Surveillance/réhabilitation du site
Onyx Soccoïm	Centre de transit des DIB	Vert en Drouais	Chrome, cuivre, hydrocarbures, HAP, solvants halogénés, benzène	Surveillance – Pas de réhabilitation – Interdiction d'accès au site
Valeo	Fabrication de faisceau électrique	Dreux	Hydrocarbures - solvants halogénés	Site sous surveillance – Pas de réhabilitation
SVR	Epandage de déchets	Dreux	Solvants halogénés - Composés aromatiques volatils	Site sous surveillance - Pas de réhabilitation
Décharge de l'Arche du Gazon	Décharge sauvage de déchets	Dreux	Solvants halogénés	Site sous surveillance - Pas de réhabilitation
Nommel	Traitement de surface	Dreux	Cadmium, chrome, cuivre, zinc, hydrocarbures, solvants chlorés, métaux, cyanures, fer, nitrites, PCB-PCT	Site traité, sous surveillance
Perfect Circle Europe	atelier de chromage	Dreux	Hydrocarbures, solvants halogénés	Site sous surveillance, traitements des eaux effectués
Medicis industrie	Industrie pharmaceutique	Vernouillet	Solvants non halogénés, acides, soude	Surveillance différée – Evacuation des
Verboom	Usinage	Vernouillet	Déchets industriels spéciaux	Surveillance différée – Interdiction d'accès – Pas de réhabilitation é
Voss Distribution	Usinage	Vernouillet	Arsenic, hydrocarbures, solvants halogénés, chrome, composés monoaromatiques volatils	Site sous surveillance – pas de réhabilitation – cessation d'activité
Eternit	Fabrication de produit à base d'amiante	Vernouillet	Hydrocarbures, solvants halogénés, cadmium, zinc, PCB-PCT	Site sous surveillance – restriction d'usage – Site réhabilité

Sites et sols pollués présents sur l'aire d'alimentation des champs captants de Montreuil

Nom du site	Activité à l'origine de la pollution de la nappe	Localisation	Type de pollution dans la nappe	Surveillance/réhabilitation du site
Valeo	Fabrication de faisceau électrique	Dreux	Hydrocarbures - solvants halogénés	Site sous surveillance – Pas de réhabilitation
SVR	Epanchage de déchets	Dreux	Solvants halogénés - Composés aromatiques volatils	Site sous surveillance - Pas de réhabilitation
Décharge de l'Arche du Gazon	Décharge sauvage de déchets	Dreux	Solvants halogénés	Site sous surveillance - Pas de réhabilitation
Nommel	Traitement de surface	Dreux	Cadmium, chrome, cuivre, zinc, hydrocarbures, solvants chlorés, métaux, cyanures, fer, nitrites, PCB-PCT	Site traité, sous surveillance
Perfect Circle Europe	atelier de chromage	Dreux	Hydrocarbures, solvants halogénés	Site sous surveillance, traitements des eaux effectués
Phyteurop	Fabrication de produits phytosanitaires et pesticides	Montreuil	Pesticides	Site sous surveillance – traitement des eaux effectuées
Alcan Aviatube	Fonderie et travail des métaux	Montreuil	Solvants halogénés	Sites surveillés – traitement des terres polluées
Relai total du parc Monceau	Détail de carburant	Montreuil	Hydrocarbures	Site sous surveillance – traitement des terres polluées et des eaux
Station service Shell	Détail de carburant	Montreuil	Hydrocarbures	Pas de surveillance – Traitement des terres polluées et des eaux

ANNEXE 6 : INVENTAIRE DES INSTALLATION CLASSEES POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Installations classées présentes sur l'aire d'alimentation des sources de la Vigne

Nom du site	Activité	Localisation	Classement
SCOTTS	Fabrication de produits phytosanitaires et pesticides	Bourth	SEVESO seuil bas
DUYCK	Elevage de porcs	Gournay-le-Guérin	Non Seveso
Adrien Labrouche	Abattage d'animaux	Verneuil sur Avre	Non Seveso
Bret	Usinage – travail mécanique des métaux et alliages	Verneuil sur Avre	Non-Seveso
Interface Céréales	Stockage de céréales	Verneuil sur Avre	Non-Seveso
Lorin systèmes	Usinage – travail mécanique des métaux et alliages	Verneuil sur Avre	Non-Seveso
Prevost Michel	Dépôt de ferraille	Verneuil sur Avre	Non-Seveso
Safet Embamet SAS	Fabrication d'emballage métallique	Verneuil sur Avre	Non-Seveso
Setom	Regroupement d'ordures ménagères et de déchets industriels banals	Verneuil sur Avre	Non-Seveso
Yabon SAS	Industrie agro-alimentaire	Verneuil sur Avre	Non-Seveso
Bocquillon Pierre	Elevage de chien	Beaulieu	Non Seveso

Carbonnel Philippe	Elevage de porcs	Beaulieu	Non Seveso
Gaec du Marchis	Elevage de porcs	Beaulieu	Non Seveso
Beautier Maurice	Pisciculture	Chandai	Non Seveso
Earl le Minerai de la Selle	Elevage de porcs	Chandai	Non Seveso
Gaec Cevilait	Elevage de porcs	Irai	Non Seveso
Gaec de la Motte Cellerie	Elevage de bovins	L'Hôme Chamondot	Non Seveso
Gaec Jody	Elevage de porcs	L'Hôme Chamondot	Non Seveso
Cemex granulats	Carrières	La Ventrouze	Non Seveso
Thebault auto pièces Sarl	Stockage, récupération de métaux	La Ventrouze	Non Seveso
SCEA Avic Olivier	Elevage volaille, gibier à plumes	Les Aspres	Non Seveso
Caron Carole	Elevage de bovins	Moussonvilliers	Non Seveso
Perret Guy	Elevage volaille, gibier à plumes	Normandel	Non Seveso
Greco Combustibles	Stockage et conditionnement de gaz	Randonnai	Non Seveso
Tannerie du Perche	Tannerie, mégisserie	Tourouvre	Non Seveso

Buthier Earl	Elevage volaille, gibier à plumes	Vitrai sous l'Aigle	Non Seveso
Interface Céréales	Stockage de céréales	Vitrai sous l'Aigle	Non Seveso
Coopérative agricole le Dunois	Stockage de Céréale	Boissy les Perche	Non Seveso
Hayes Earl DES	Elevage de bovins	La Chapelle Fortin	Non Seveso
Atelier du Jour	Fabrication de produit en bois	La Ferté Vidame	Non Seveso
PSA Peugeot Citroën	Transport, automobile, carburants	La Ferté Vidame	Non Seveso

Installations classées présentes sur l'aire d'alimentation des sources du Breuil

Les sources du Breuil ne recensent aucune installation classée pour l'environnement

Installations classées présentes sur l'aire d'alimentation des Champs captants de Vert-en-Drouais

Nom du site	Activité	Localisation	Classement
Moulins de Cherisy	Industrie agro-alimentaire	Cherisy	Non Seveso
Beaufour Ipsen Industrie	Industrie pharmaceutique	Dreux	Non-Seveso
CADD déchetterie	Regroupement des ordures ménagères, déchets industriels banals	Dreux	Non Seveso
CADD centre de tri	Traitement de déchets urbains	Dreux	Non Seveso

DHL	Atelier de charge d'accumulateurs	Dreux	Non Seveso
Knauf	Transformation des matières plastiques	Dreux	Non Seveso
Marie Hubert	stockage, récupération métaux	Dreux	Non Seveso
Ouest Injection	Transformation des matières plastiques	Dreux	Non Seveso
Pichard Père et Fils SA	Préparation produits alimentaires	Dreux	Non Seveso
Sita Centre Ouest	Regroupement et reconditionnement des déchets (ordures ménagères)	Dreux	Non Seveso
Vessière	Dépôt de ferrailles	Dreux	Non Seveso
Transports Frigorifiques de Dreux	Entrepôts frigorifiques	Dreux	Non Seveso
Centre auto Service	Dépôt de ferrailles	Vernouillet	Non Seveso
Drostub Industrie	Transformation des matières plastiques et caoutchouc	Vernouillet	Non Seveso
GDE	Regroupement, reconditionnement de déchets ménagers et industriels	Vernouillet	Non Seveso
Huillet transports	Transports	Vernouillet	Non Seveso
Leo Pharma	Industrie pharmaceutique	Vernouillet	Non Seveso
Mang Gérard	Fabrication de composants électroniques	Vernouillet	Non Seveso

Poids Lourds Drouais	Entreposage de métaux et alliages	Vernouillet	Non Seveso
Rimbert Marcel	Dépôt de ferrailles	Vernouillet	Non Seveso
Roux Gérard	Dépôt de ferrailles	Vernouillet	Non Seveso
Roux Récupération	Récupération, dépôt de ferrailles	Vernouillet	Non Seveso
Saint-Rémy	Traitement de surface	Vernouillet	Non Seveso
Sophartex Laboratoires	Industrie pharmaceutique	Vernouillet	Non Seveso
TSO	Traitement de surface	Vernouillet	Non Seveso
Worex	Détail de carburants	Vernouillet	Non Seveso

Installations classées présentes sur l'aire d'alimentation des champs captants de Montreuil

Nom du site	Activité	Localisation	Classement
Beaufour Ipsen Industrie	Industrie pharmaceutique	Dreux	Non-Seveso
Moulins de Cherisy	Industrie agro-alimentaire	Cherisy	Non Seveso
CADD déchetterie	Regroupement des ordures ménagères, déchets industriels banals	Dreux	Non Seveso

CADD centre de tri	Traitement de déchets urbains	Dreux	Non Seveso
DHL	Atelier de charge d'accumulateurs	Dreux	Non Seveso
Knauf	Transformation des matières plastiques	Dreux	Non Seveso
Marie Hubert	stockage, récupération métaux	Dreux	Non Seveso
Ouest Injection	Transformation des matières plastiques	Dreux	Non Seveso
Pichard Père et Fils SA	Préparation produits alimentaires	Dreux	Non Seveso
Sita Centre Ouest	Regroupement et reconditionnement des déchets (ordures ménagères)	Dreux	Non Seveso
Vessière	Dépôt de ferrailles	Dreux	Non Seveso
Transports Frigorifiques de Dreux	Entrepôts frigorifiques	Dreux	Non Seveso

DROUODE	Moïna.S	29/09/2009
Ingénieur du Génie Sanitaire Promotion 2009		
Proposal of a global methodology to analyse and control the dangers in a drinking-water production plant from underground water		
<p>Abstract :</p> <p>The European directive 98/83 has established the drinking-water safety guidelines. The aim is to describe the producer's self-monitoring, the sanitarian controls, water resources protection, and the water standards of quality that should be respected to warranty drinking-water security. However, despite of all these elements, there is no definite measure to ensure preventive management of water quality.</p> <p>With the aim to anticipate this European Directive evolution, some drinking-water producers have launched a preventive approach of water quality from the approaches developed to manage health security of food.</p> <p>Even if water is a whole foodstuff, it appears that the use of a food security management approach for drinking-water is not appropriate. As a matter of fact, contrary to foodstuff production, drinking water distribution is an endless supply, and in case of a sanitarian noncompliance, there is no way to call the contaminated water back.</p> <p>As a result, as there is no compromise concerning a preventive approach of water quality, Eau de Paris, in charge of drinking-water production in Paris, has decided to adapt a global method to analyse and control the dangers of a drinking-water production system, from existing methods for foodstuff. Thus, this approach contains a step of general description of the system, an analysis of the sensitive points and the dangers, and an identification on the type of management of the control measures.</p> <p>This approach, was developed from the water production plant of Saint-Cloud, one the plant managed by Eau de Paris, and the aim is to propose guidelines to improve the monitoring of drinking-water in Paris.</p>		
<i>L'Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les mémoires : ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.</i>		

DROUODE

Moïna.S

29/09/2009

Ingénieur du Génie Sanitaire

Promotion 2009

Elaboration d'une démarche d'analyse et de maîtrise préventive des dangers au niveau d'une usine de production d'eaux destinées à la consommation humaine à partir d'eaux souterraines

Résumé :

La Directive européenne 98/83 établit le cadre de sécurité sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine. Elle prévoit en effet, une autosurveillance de la qualité de l'eau par les producteurs, un contrôle sanitaire par les autorités compétentes, sans oublier la protection des bassins d'alimentation, le respect des exigences de qualité, et le maintien des règles d'hygiène nécessaires à la production des eaux de consommation.

Malgré toutes ces dispositions, ce cadre ne permet pas de façon explicite, une gestion préventive de la qualité de l'eau. C'est en ce sens, que sous l'impulsion d'un contexte réglementaire en pleine évolution, certains producteurs d'eau ont tenté d'étendre, les méthodes de gestion préventive des denrées alimentaires, aux eaux destinées à la consommation humaine. Il en ressort que, bien que l'eau soit un produit alimentaire à part entière, elle présente toutefois des spécificités qui rendent difficile une application en l'état, des référentiels de gestion préventive des denrées alimentaires. Parmi ces spécificités, il y a en effet, la nécessité d'approvisionner en continu les consommateurs d'eau, et également l'impossibilité d'avoir recours à des retours de lots, comme il est possible dans le domaine agro-alimentaire.

En l'absence de méthodes convergentes de gestion préventive des eaux de consommation, Eau de Paris, régie autonome assurant la production d'eaux à Paris, a donc souhaité réfléchir à une approche globale de gestion préventive des dangers. Cette méthode a donc été élaborée et ajustée à partir de l'usine d'affinage de Saint-Cloud, une usine exploitée par Eau de Paris. Sa mise en place a ensuite été effectuée en collaboration étroite avec le personnel d'exploitation et l'équipe d'analyse des dangers formée à cet effet. La démarche proposée s'est alors articulée autour d'une description préliminaire du système de production, d'une analyse de vulnérabilité et des dangers sur la filière, et de l'identification du mode de gestion des mesures de maîtrise.

Ainsi, cette application a permis de mettre en évidence, les points sensibles de la filière de production de Saint-Cloud ainsi que les dangers significatifs qui doivent faire l'objet d'une attention particulière de l'exploitant. Son but, est de proposer des axes d'amélioration continue du système de surveillance de la qualité des eaux parisiennes.

L'Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les mémoires : ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.