



Département de Génie de l'Eau

Rapport de soutenance

En vue de l'obtention du diplôme de Licence professionnelle en :

Hydraulique

Thème :

**Station de traitement d'Oued Athmania wilaya
de Mila**

Réalisé par :

-M^{elle} AMY Lidia

Encadré par :

-Mr DJAFER KHODJA Hakim

Corrigé par :

-Mme BALOUL Djouhra

-Mme BOUAKLINE Hanane

Année Universitaire : 2020/2021



Remerciement

Nous remercions DIEU de nous avoir donné le courage d'accomplir ce travail.

A l'issus de ce modeste travail, je tiens à exprimer mes sincères remerciements à:

Mon promoteur, Mr DJAFFER KHODJA Hakim, qui m'a aidé par ses orientations et ses précieux conseils pour l'élaboration de cette étude

Tous les enseignants de l'institut de technologie de Bouira qui ont participé à ma formation

M^r Bouacherine Nabil mon encadreur de l'entreprise qui m'a aidé et orienté pendant cette expérience.



Dédicace

Je dédie ce travail

A ma chère maman OUIZA et mon père AMIROUCHE pour leur patience,
leur amour et leur soutien

A mon frère MEZIANE qui m'a soutenu pendant mon parcours

A mes cousines KENZA, LITICIA et SAIDA pour leurs encouragements

A mon amie AYA celle que j'aime trop

A tout(e)s mes ami(e)s de l'institut de technologie –Bouira-

A toute la famille paternelle et maternelle MAMERI

A ceux que j'aime surtout qui m'aime



Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Résumé

Listes des figures

Listes des tableaux

listes des abréviations

Introduction générale.....	1
Chapitre I :presentation de l'entreprise	2
I.1 Présentation de l'entreprise.....	2
I.2 Les filiales du groupe AMENHYD-SPA	2
a. AMENYD-SPA.....	2
b. ALCAHYD	2
c. AZROU :.....	2
d. BECATA :.....	2
e. CHT.....	3
f. AZAR	3
I.3 Organigramme de l'entreprise	3
Chapitre II :Généralités sur les eaux	4
Introduction	4
II.1 Qualités générales des eaux issues de diverses sources	4
II.1.1 Eaux souterraines.....	4
I.1.2 Eaux de surface	5
a. Eau d'oued	5
b. Eau de lac	6
II.2.3 Eaux de mer et les eaux saumâtres	6
II.2.4 Eaux usées	6
II.2 Normes de qualité	7
II.2.1 Normes microbiologique	7

II.2.2 Normes et recommandations pour les paramètres physiques et chimiques.....	8
Conclusion.....	8
Chapitre III :protection et sécurité de travail	9
Introduction	9
III.1 Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique.....	9
III.1.1 Facteurs humains.....	9
III.1.2 Facteurs matériels.....	9
III.1.2.1 Liste des conditions dangereuses	9
III.1.2.2 Liste des actions dangereuses.....	10
III.2 L’objectif de l’étude de la sécurité de travail dans le laboratoire de traitement des eaux potables	10
III.3 L’ensemble des risques	10
III.4 La sécurité en laboratoire	10
III.5 Systèmes d’information sur les matières dangereuses.....	11
III.5.1 Le service du répertoire toxicologique.....	11
III.5.2 SIMDUT (système d’information sur les matières dangereuses utilisées au travail)	12
III.5.2.1 Quelques catégories des matières dangereuses et leurs définitions.....	12
III.5.2.2 Informations sur les produits	14
III.5.3 SYCLAUN (système de classification uniformisé)	15
III.6 Quelques règles applicables dans laboratoire de traitement des eaux potables.....	15
III.6.1 Contrôle des risques en laboratoire	15
III.6.2 Quelques précautions à suivre.....	16
III.7 Mesure préventives pour éviter les causes des accidents durant la réalisation de l’installation	16
III.7.1 Protection collective	16
III.7.2 Protection individuelle	17
Conclusion.....	17
Chapitre IV : traitement des eaux.....	18
Introduction	18
IV.1 Présentation de la filière de traitement.....	18

IV.2 Données de la station de traitement	19
IV.2.1 Capacité de la station de traitement	19
IV.2.2 Qualité d'eau brute	19
IV.2.3 Qualité d'eau traitée.....	20
IV.2.4 Chaîne de traitement	22
IV.2.5 Procédé de traitement.....	23
IV.2.6 Bâtiments, fonctionnalités et installations adjacentes	23
IV.3 Description des ouvrages projetés	24
IV.3.1 Filière de décantation	24
IV.3.1.1 Conduite d'eau Brute	24
IV.3.1.2 Description du Décanteur.....	24
IV.3.1.3 Fonctionnement.....	25
IV.3.1.4 La chambre de pulsation	27
IV.3.1.5 Extraction de boue.....	29
IV.3.1.6 Estimation des volumes d'extraction de boue	30
IV.3.1.7 Détermination des cycles d'extraction.....	31
IV.3.2 Filière de filtration biologique	31
IV.3.2.1 Description de filtre biologique	31
IV.3.2.2 Principe de fonctionnement.....	33
IV.3.2.3 Description technique de biolite.....	35
IV.3.2.4 Description technique de biolite.....	36
IV.3.2.5 Description technique du réseau de distribution d'air	37
IV.3.2.6 Besoin en oxygène et aération des biolite.....	38
IV.3.2.7 Lavage périodique de bio-filtre.....	39
IV.3.2.8 Equipement de lavage des filtres bio-filtres.....	39
IV.3.3 Filière de filtration par charbon actif (filtre à CAG).....	44
IV.3.3.1 Filtre à CAG	44
IV.3.3.2 Principe de fonctionnement des filtres à CAG	44
IV.3.3.3 Objectif des filtres à CAG.....	45
IV.3.3.4 Plancher filtrant	45

IV.3.3.5 Collecte d'eau filtrée	46
IV.3.3.6 Lavage des filtres à CAG	46
IV.3.3.7 Description du charbon actif en grain	48
IV.3.3.8 Lavage périodique des filtres à CAG.....	49
IV.3.3.9 Equipement de lavage des filtres CAG.....	50
IV.3.3.10 Fréquence de lavage	51
IV.3.3.11 Procédure et séquence de lavage standard	51
IV.3.3.12 Description du charbon actif en grain	61
Conclusion.....	61
Conclusion générale	62
Bibliographie	63

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Organigramme de l'entreprise AMENHYD.	3
Figure 2: Détecteur de niveau à balancier.	28
Figure 3: Schéma d'extraction des boues.	29
Figure 4: Cycle d'extraction des boues sur un décanteur à lit de boues.	30
Figure 5: Schéma de la configuration d'un biofiltre.	35
Figure 6: Vues rapprochées des échantillons biolite.	36
Figure 7: vues microscopiques de la surface d'un grain de biolite.	36
Figure 8: Photographie d'une buselure.	37
Figure 9: Réseau de distribution et diffuseur d'air.	37
Figure 10: Déffiseur à membrane flexible	38
Figure 11 :Équipement de lavage des filtres biofiltres.....	40
Figure 12: Configuration à filtre à CAG	47
Figure 13: Équipement de lavage des filtres CAG.....	50
Figure 14: Filtre CAG en service en mode filtration	52
Figure 15: Vidange rapide des filtres à CAG	53
Figure 16: Formation des matelas d'air.	54
Figure 17: Détassage du milieu filtrant	55
Figure 18: Lavage à l'air et à l'eau des filtres CAG.....	56
Figure 19: Purge du matelas d'air	57
Figure 20: Rinçage du milieu filtrant	58
Figure 21: Fin de cycle et remise en service	59
Figure 22: Configuration d'un filtre à CAG	60

Liste des tableaux

Tableau 1: Quelques catégories dans des matières dangereuses.....	13
Tableau 2: Capacité de la station de traitement Oued Athmania.	19
Tableau 3: Les différentes caractéristiques des eaux entrées de barrage.	20
Tableau 4: Limites et exigences contractuelles de l'eau brute et de l'eau traitée.....	21
Tableau 5: Procédé de traitement.	23
Tableau 6: Caractéristiques des biofiltres biologiques.....	31
Tableau 7: Équipement de lavage des filtres biofiltres.	43
Tableau 8: Équipement de lavage des filtres à CAG.....	44
Tableau 9: Équipement de lavage des filtres CAG	51

Abréviation

MES: Matière En Suspension

NTU: unité de turbidité Néphélobmétrie.

PH: Potentiel hydrogène

MO: Matière organique

NH₄⁺: Ammonium

NO₂⁻ : Nitrite

NO₃⁻ : Nitrate

μs/cm: Micro Siemens par centimètre

°C: Degré Celsius

mg/l: Milligramme par litre

Résumé:

Aujourd'hui, les ressources en eau sont menacées par les émissions ménages, industries et agriculture non traités, ce type de pollution détruit la qualité d'eau s'est détériorée. Dans cette étude, analyse physique et chimique et biologique au niveau du laboratoire de la station de traitement d'Oued Athmania (Mila) est utilisé pour évaluer la qualité de l'eau brute du barrage Béni Harroun et l'eau traitée s'écoule de la station. Les faits ont prouvé que cette eau potable ne présente aucun risque pour les citoyens, car la contamination bactérienne peut provoquer des maladies d'origine hydrique.

Mots clés : les paramètres physico chimique et biologique, station de traitement Oued Athmania , l'eau polluée, l'eau traitée.

Abstract:

Today, water resources are threatened by emissions from households, industries and agriculture untreated, this type of pollution leads to deteriorated water quality. In this study chemical and biological analysis at the laboratory of the Oued Athmania (Mila) treatment station is used to assess the quality of the water evacuated from the Beni Harroun dam and the treated water flowing from the station. The facts have proven that this drinking water and poses no risk to citizens, because bacterial contamination can cause water-borne diseases.

Key words: physic chemical and biological parameters, treatment place Oued Athmania , polluted water , treated water.

المخلص

اليوم الموارد المائية مهددة من طرف الانبعاثات المنزلية, الصناعية و الفلاحية الغير معالجة, هذا النوع من التلوث يدمر نوعية المياه. في هذه الدراسة الفيزيائية و الكيمائية و البيولوجية على مستوى مخبر محطة المعالجة (واد عثمانية ميله) تستعمل لكي تقيم نوعية المياه الخامه لسد بني هارون و المياه المعالجة التي تسير في المحطة. و قد اثبتوا أن هذه المياه الصالحة للشرب لا تمثل أي خطر على المواطنين لان العدوى البكتيرية يمكن إن تثير أمراض من أصول مائية.

الكلمات المفتاحية المعلمات الفيزيائية و الكيمائية و البيولوجية محطة المعالجة واد العثمانية ماء ملوثة ماء معالج

Introduction générale

Au temps qu'étudiante en troisième année à l'Institut des Sciences Appliquées et de Technologie (ISTA-Bouira) spécialité génie de l'eau, a finalement circulé au niveau de l'institut j'ai comme but de mener à bien le projet de fin de l'année. Afin d'obtenir une licence professionnelle.

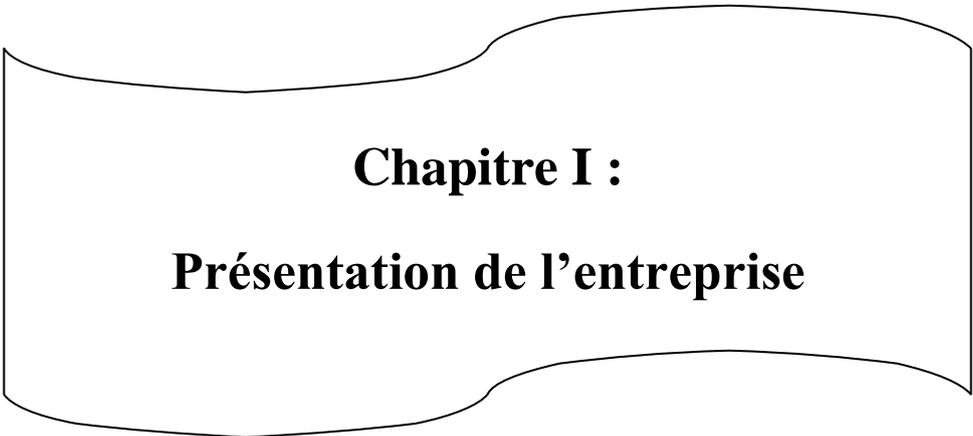
Pour cela j'ai choisi d'effectuer mon stage pratique à l'entreprise AMENHYD qui s'occupe des études techniques et de réalisation des projets d'hydraulique et d'environnement, j'ai commencé le stage 28/03/2021, mon premier objectif c'est de découvrir le milieu professionnel et de prendre contact avec le monde du travail.

Mon stage est encadré par un encadrant au sein de l'entreprise durant toute cette expérience, ce dernier m'a proposé un thème d'étude (la station de traitement d'Oued Athmania- Mila). Ce rapport est structuré comme suit :

En premier on a parlé sur la structure de l'entreprise et son organigramme.

Ensuite on a décrit globalement les eaux (eaux souterraines, eaux superficielles, eaux saumâtres et eaux de mer et eaux usées.)

En dernier on a cité les différentes procédures de traitement dans la station d'Oued Athamania.



Chapitre I :
Présentation de l'entreprise

I.1 Présentation de l'entreprise

AMENHYD-SPA est une entreprise algérienne privée, qui s'implique dans les métiers qui ont relation avec l'environnement.

Elle a amorcé ses premières activités en 1994, sous le nom "ETB/TCE CHELGHOUIM Djamel Eddine" dans le domaine des bâtiments et de travaux publics.

Partie d'une petite entreprise dans ses débuts, elle a réussi à élargir ses domaines et de mettre pied dans différents autres secteurs ou elle a su s'imposer en tant que leader, et cela grâce à son personnel et la technique de ses interventions ; l'entreprise prend part à la mise en œuvre des politiques sectorielles gouvernementales en matière de développement durable avec des moyens et techniques alliant efficacité et économie. AMENHYD-SPA s'est investie dans la construction et l'équipement des grands ouvrages hydrauliques tel que (les barrages, traitements, transferts,...), dans la protection contre les effets nocifs d'eau. Elle s'est investie également dans le traitement des déchets, et la réhabilitation des décharges, ainsi que dans l'étude et réalisation des ouvrages génie civil, entrepôts, parkings,... Etc.

Grace à son expertise et son expérience inégalées en Algérie dans les métiers liés à l'environnement, elle est le leader dans la majorité de ses secteurs, elle est active dans tout le territoire algérien sous le EURL AMENHYD-SPA, une entreprise qui a pour objectif la qualité et la performance, et la meilleure récompense aux efforts consentis et aux défis relevés, vient de la satisfaction de ses clients et des bénéficiaires des solutions qu'elle livre.

I.2 Les filiales du groupe AMENHYD-SPA

Le groupe AMENHYD-SPA se compose principalement des filiales suivantes :

a. AMENYD-SPA : < AMENAGEMENT ENVIRONNEMENT HYDRAULIQUE > :

Société spécialisée dans la réalisation des travaux d'aménagement hydraulique et d'environnement.

b. ALCAHYD : < ALGERIENNES DES CANALISATIONS HYDRAULIQUES > :

Société spécialisée dans la production des éléments préfabriqués en béton pour les secteurs du bâtiment, travaux publics et hydrauliques.

c. AZROU : < concassage et d'exploitation de carrière > :

d. BECATA : < bureau d'Engineering, de consulting et d'Assistance Technique Algérienne >

e. **CHT** : < CHELGHOUM Transport > :

Est une filiale spécialisée dans le transport.

f. **AZAR-AZROU** :

Crée en 2014 pour s'occuper de l'import-export des matériels agricoles et machines destinées à l'industrie agro-alimentaire ses activités. Ses activités comprennent l'oléiculture, l'arboriculture, la culture céréalière, les cultures fourragères des bovins laitiers, Etc.

I.3 Organigramme de l'entreprise

L'organisation de l'entreprise AMENHYD-SPA est résumée dans l'organigramme suivant :

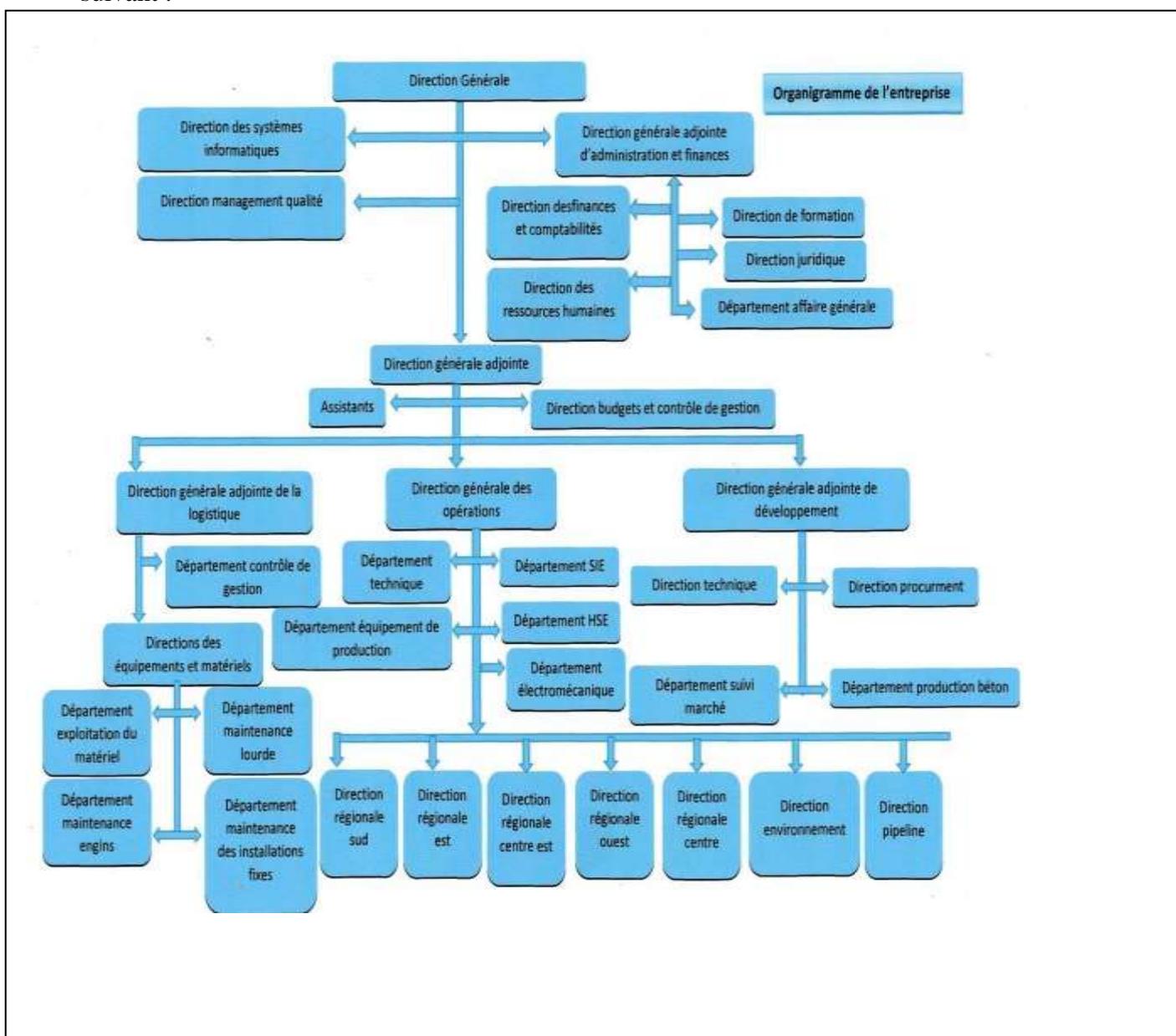
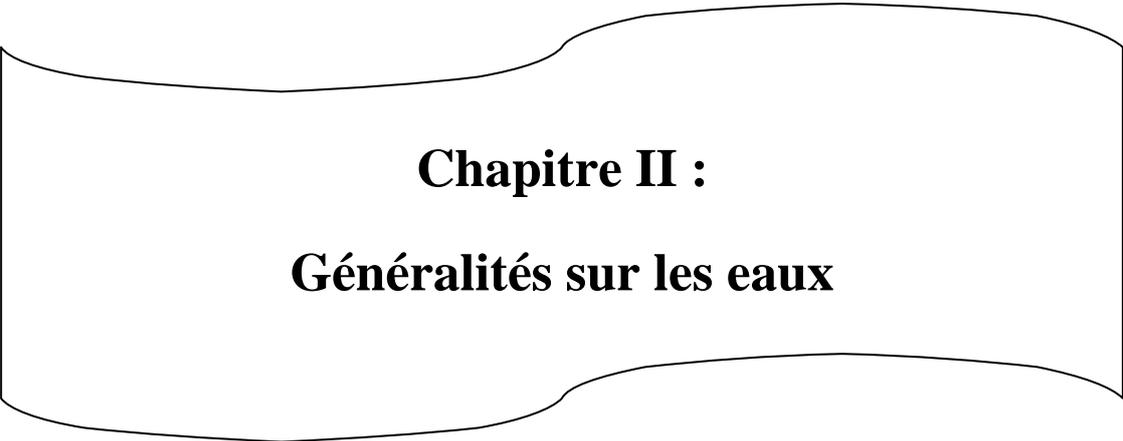


Figure 1: Organigramme de l'entreprise AMENHYD.



Chapitre II :
Généralités sur les eaux

Introduction

L'eau est une des ressources les plus importantes de la planète. L'alimentation en eau peut être limitée en qualité et en quantité. L'importance de la limitation du point de vue qualitatif est illustrée par le fait que 97% de l'eau de la terre est contenue dans des océans et a une teneur en sels d'approximativement 35000 mg/l ce qui limite énormément l'utilisation de cette immense quantité d'eau comme source d'eau potable.

En réalité, l'eau douce et la pluie ne sont pas uniformément distribuées à la surface de la terre et c'est pour cette raison que plusieurs régions dans le monde font face actuellement à la sécheresse. En plus, l'humanité a pollué et continue à polluer certaines réserves d'eau douce à cause du manque de planification et des pratiques irresponsables contribuant ainsi au déficit global en eau potable (Vaillant J.R 1970).

II.1 Qualités générales des eaux issues de diverses sources

On trouve quatre sources principales d'eau brutes : les eaux souterraines, les eaux de surface, les eaux de mer les eaux saumâtres, les eaux usées.

Les caractéristiques générales des chacune de ces sources reflètent l'interaction de l'eau et du milieu environnant.

II.1.1 Eaux souterraines

Les eaux souterraines, enfouies dans le sol, sont habituellement à l'abri des sources de pollution. Les caractéristiques de ses eaux varient très peu dans le temps.

Les eaux souterraines sont inégalement réparties dans le temps et représentent les caractéristiques suivantes :

- Turbidité faible ;les eaux bénéficient d'une filtration naturelle dans le sol.
- Contamination bactérienne faible.
- Température constante ;les eaux souterraines sont à l'abri du rayonnement solaire.
- Indice de couleur faible car ces eaux ne sont pas en contact avec les substances végétales.
- Débit constant. Contrairement a celle des eaux de la rivière, la qualité et la quantité des eaux souterraines demeurent constantes durant toute l'année.

- Dureté souvent élevée les eaux peuvent être en contact avec des formations rocheuses contenant des métaux bivalent responsable de la dureté.
- Concentration élevée de fer et de manganèse (RAYMOND Desjardins 1997).

I.1.2 Eaux de surface

On peut répartir les eaux de surface en deux catégories

Eau d'oued (partie amont, partie aval) et eau de lac la dureté de toutes les eaux de surface est modérée.

a. Eau d'oued

Les deux catégories des eaux d'oued sont :

Eau d'oued partie amont

L'amont en générale est situé dans une région montagneuse ou la densité de la population est faible et les industries pratiquement inexistantes. Ces principales caractéristiques sont :

- Turbidité élevée, le régime des oueds étant torrentiel, les eaux transportent de grandes quantités de matière en suspension.
- Contamination bactérienne faible. La pollution causée par l'homme ou par l'industrialisation.
- Températures froides, les eaux proviennent soit de source soit de la fonte des neiges et des glaciers.
- Indice de couleur faible cette eau n'a pas le temps de dissoudre des matières végétales.

Eau d'oued partie en aval

L'aval d'un oued est en général situé dans une région ou la population est dense. Les principales caractéristiques de ces eaux sont :

- Contamination bactérienne élevée.
- Contamination organique et inorganique élevée.
- Indice de couleur pouvant être élevée. Car les eaux ont eu le temps de dissoudre des matières végétales, qui les colore.

b. Eau de lac

On peut considérer un lac comme un bassin naturel de décantation dont la période de rétention est longue. L'eau de lac est caractérisée par :

- La turbidité de l'eau est faible.
- La contamination bactérienne habituellement peu importante.

Les caractéristiques des eaux de lac varient très lentement au cours de l'année au printemps et à l'automne, la différence de température entre les eaux de surface et les eaux profondes peut provoquer un renversement d'un lac. (RAYMOND Desjardins 1997)

II.2.3 Eaux de mer et les eaux saumâtres

Les eaux de mer sont une source d'eau brute qu'on n'utilise que lorsqu'il n'y a pas moyen de s'approvisionner en eau douce. Les eaux de mer sont caractérisées par leurs concentrations en sels dissous ; c'est ce qu'on appelle leurs salinités.

La salinité de la plupart des eaux de mer varie de 33000 à 37000 mg/l.

Pour les eaux saumâtres, la teneur en sel minéraux varie entre 10000 et 15000mg/l ; en deçà les eaux sont considérées comme potables. (CLAUDE Cardot 2001).

II.2.4 Eaux usées

Le recyclage des eaux après épuration peut permettre de soulager la demande en eau notamment pour leur utilisation dans l'irrigation, l'entretien industriel et urbain (lavage de voirie, réserve et incendie, arrosage des jardins, lavage automobile...). Le recyclage des eaux usées industrielles après traitement au niveau de chaque atelier permet à la fois de récupérer les sous-produits valorisables et de faire des économies d'eau importantes. L'utilisation des eaux épurées peut servir aussi à la réalimentation des nappes.

Pour faire faces aux problèmes rencontrés en approvisionnement d'eau les solutions généralement préconisées sont :

- Eviter le gaspillage en planifiant et organisant la consommation dans l'industrie.
- Utiliser en maximum les ressources en minimum les pertes par stockage des eaux de ruissellement.
- Récupérer puis recycler les eaux usées.

Ces dispositions restent insuffisantes surtout avec la sécheresse que notre pays connaît des dernières années. Ainsi le traitement d'eau pour la rendre potable s'impose (CLAUDE Cardot 2001)

II.2 Normes de qualité

Par conséquent, l'eau doit avoir un goût agréable, pas d'odeur désagréable et claire. Cette évaluation sommative a conduit à des catastrophes dans de nombreux cas, et maintenant des caractéristiques plus appropriées sont mesurées et comparées à la norme. Ces normes ne sont pas définitives, car le rejet de l'eau usée industrielle augmentera le nombre et la diversité des produits toxiques dans l'eau. De plus, les développements de la microbiologie, de la chimie analytique et de l'épidémiologie ont permis de déterminer les effets de différentes qualités d'eau sur la santé humaine. La norme, la concentration maximale acceptable et la méthode d'application varient d'un pays à l'autre.

II.2.1 Normes microbiologique

Les deux groupes de microorganismes les plus utilisés comme indicateurs de contamination bactérienne sont les coliformes totaux et les coliformes fécaux.

Groupe de coliformes totaux : comprend toute les bactéries aérobies et anaérobies facultatives et qui font fermenter le lactose avec dégagement de gaz en moins de 48h à 35⁰ c.

Les coliformes totaux étant largement répartis dans la nature, ils n'indiquent pas nécessairement qu'il y a contamination, ces organismes survivent plus longtemps dans l'eau est résiste mieux a la chloration que les coliformes fécaux.

Groupe des coliformes fécaux : comprend les coliformes pouvant formé des gaz en moins de 24h à 44.5⁰ c.

On retrouve les bactéries coliformes fécales en grand nombre dans les intestins et les excréments des animaux. On utilise de préférence les coliformes fécaux comme indicateurs de qualité des eaux brutes, ce qui permet de déceler la présence d'organisme pathogène à la source (CLAUDE Cardot 1999).

II.2.2 Normes et recommandations pour les paramètres physiques et chimiques

Le but de ces normes est de fournir aux consommateurs une eau qui ne constitue pas un risque pour la santé. Des objectifs esthétiques ont été proposés car une eau de mauvaise qualité esthétique fait naître un doute sur sa salubrité dans l'esprit du consommateur. Souvent une mauvaise qualité esthétique découle d'une contamination chimique ou bactériologique.

Les normes des substances présentant un risque direct pour la santé sont contrôlées et comparées avec des recommandations.

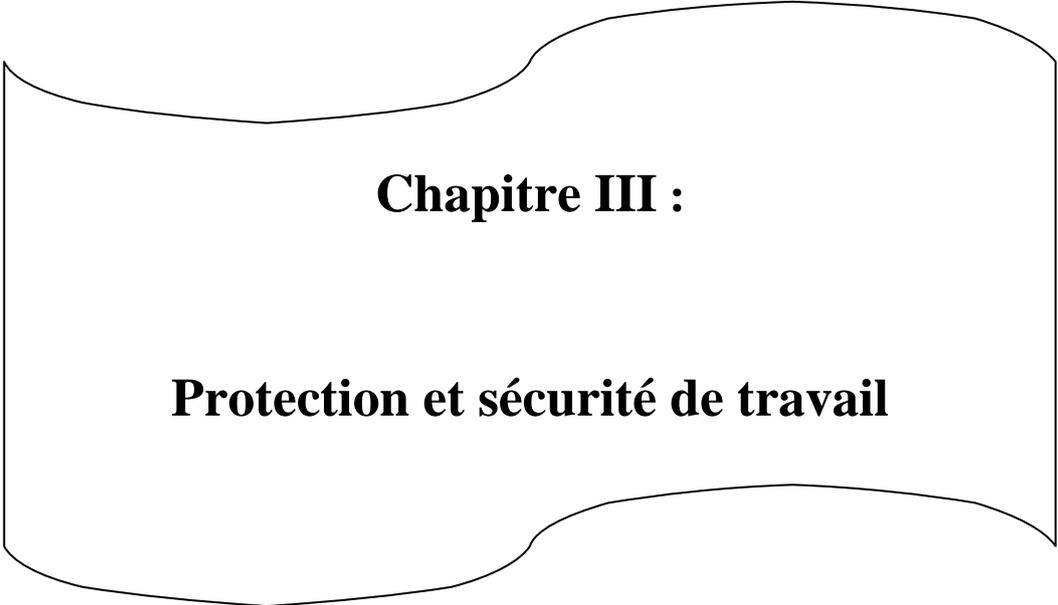
Ces derniers proposent des concentrations maximales acceptables (CMA) pour les substances qui peuvent nuire à la santé se sont des valeurs limites au-delà desquelles il serait possible d'observer un effet sur la santé (CLAUDE Cardot 1999).

Conclusion

La meilleure défense possible contre le problème des substances humiques et les matières en suspension présentant dans l'eau, demeure dans le choix d'une source d'eau de surface ou souterraine de grande qualité.

L'élimination ou la réduction des contaminations présente la meilleure solution à long terme.

(BELTAGY Houda 2008).



Chapitre III :

Protection et sécurité de travail

Introduction

Les accidents de travail et les problèmes qui en découlent ont une grande importance sur les plans financiers production et surtout humain.

Le laboratoire d'analyse dans la station de traitement d'eau potable par son activité dans le domaine de la chimie engendre des risques importants tant pour les personnes y travaillant (manipulation, matériels,...) que pour l'environnement (gestion des déchets). La protection contre les organes en mouvement ou a démarrage automatique a été prise en considération (BENHAFID M.S 2008).

III.1 Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique

Généralement les accidents de travail imputables à des conditions dangereuses et actions dangereuses sont causés par deux facteurs :

III.1.1 Facteurs humains

- Manque de contrôle et négligence.
- La fatigue des travailleurs, agent de maîtrise et les responsables.
- Encombrement dans les différentes phases de réalisation.
- Suivre un rythme de travail inadapté.

III.1.2 Facteurs matériels

- Outillage, engins, et machines de travail.
- Nature des matériaux mis en œuvre.
- La difficulté posée lors de l'exécution du travail.
- Les installations mécaniques et électriques.

III.1.2.1 Liste des conditions dangereuses

- Installations non protégées.
- Installations mal protégées.
- Outillages, engins et machines en mauvais état.
- Protection individuelle inexistante.
- Défaut dans la conception, dans la construction.
- Matière disposition des lieux.

- Eclairages défectueux.
- Facteurs d'ambiance impropres.
- Conditions climatiques défavorables.

III.1.2.2 Liste des actions dangereuses

- Intervenir sans précaution sur des machines en mouvement.
- Intervenir sans précaution sur des installations sous pression, sous tension.
- Agir sans prévenir ou sans autorisation.
- Neutraliser les dispositifs de sécurités.
- Ne pas utiliser l'équipement de protection individuelle.
- Mauvaise utilisation d'un outillage ou engin.
- L'importance durant les opérations de stockage.
- Adopter une position peut-être.
- Travailler dans une altitude inappropriée.
- Suivre un rythme de travail inadapté.
- Plaisanter ou se quereller.

III.2 L'objectif de l'étude de la sécurité de travail dans le laboratoire de traitement des eaux potables

- Donner aux travailleurs la capacité de recenser les risques.
- Analyser les effets.
- Mettre en place des mesures.

III.3 L'ensemble des risques

- Le risque lié aux bâtiments (incendie, électrique, dégâts des eaux, ...)
- Le risque lié à la personne (chute, brûlure, coupure...)
- Le risque biologique, risque chimique pour le travailleur et pour l'environnement.
- Le risque chimique (produits chimique)
- Les risques spécifiques liés à l'activité du laboratoire.

III.4 La sécurité en laboratoire

Durant tous les travaux pratiques nous devons travailler avec différents produits chimiques. Nous nous interrogerons certainement à propos des risques potentiels auxquels on

sera exposés. Il faut garder en tête qu'un laboratoire de traitement des eaux, de biochimie ou de microbiologie est un environnement de travail qui présente plus de risque qu'une cuisine, mais encore moins que certaines usines. Alors, comment connaître les dangers ?

Les réponses peuvent se trouver à plusieurs endroits, dont sur les étiquettes des contenants et auprès du personnel enseignant. Le service du répertoire toxicologique de la commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST) ;

Fournit également un outil très précieux à toute personne sensible en milieu de travail et d'étude.

L'important, c'est de connaître les dangers potentiels auxquels nous sommes exposés.(BENHAFID M.S 2008)

III.5 Systèmes d'information sur les matières dangereuses

III.5.1 Le service du répertoire toxicologique

Consiste à fournir des renseignements sur les produits chimiques ou biologiques utilisés en milieu de travail. Ces renseignements permettent aux employeurs et aux travailleurs de mieux connaître les risques pour la santé et la sécurité que présentent les produits qu'ils utilisent, favorisant ainsi la mise en place de moyens de prévention adéquats. Il fournit également des renseignements spécifiques concernant le système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT).

Le service du répertoire toxicologique propose un accès à sa banque de données sur les produits chimiques ou biologiques. Se retrouvent sous différents thèmes, des informations présentées dans une forme vulgarisée ainsi que des données spécialisées. De cette façon, l'utilisateur peut accéder à des informations complètes, par ou fragmentaires sur plus de 8000 produits. Ces informations concernant, par exemple, les caractéristiques physiques d'un produit, ses effets toxiques, ses effets spécifiques tels le cancer, les moyens à prendre pour se protéger et réglementation applicable...(BENHAFID M.S 2008)

III.5.2SIMDUT (système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail)

C'est un système qui vise à protéger la santé et la sécurité des travailleurs à travers en favorisant l'accès à l'information sur les matières dangereuses utilisées au travail. Le SIMDUT est un système qui définit six catégories de " produits contrôlés". Plus spécifiquement, le SIMDUT répartit les matières dangereuses en six catégories principales, définies en fonction des dangers que chacune de ces matières peut représenter. Si un produit correspond à un moins une de ces catégories, il devient alors ce que l'on appelle " un produit contrôlé".(BENHAFID M.S 2008).

III.5.2.1 Quelques catégories des matières dangereuseset leurs définitions

Le tableau suivant présente ces catégories et leur pictogramme respectif

Tableau 1: *Quelques catégories dans des matières dangereuses.*

Pictogramme	Catégorie	Définition	exemples
	D1 Matières toxiques ayant des effets toxiques graves et immédiats	Produit pouvant causer rapidement des effets néfastes graves pour la santé, allant jusqu'à la mort.	Monoxyde de carbone Phénol
	D3 matières infectieuses	Organismes vivants ou leurs toxines pouvant provoquer des maladies chez les humains ou les animaux.	Virus de SIDA Virus de l'hépatite B Virus de large
	F matières dangereusement réactives	Produit pouvant être dangereux pour la santé ou la sécurité sous certaines conditions (pression, température, choc, réaction violente avec l'eau ou l'air).	Fluor Cyanure D'hydrogène B- chloropnène
	E Matières corrosives	Produit pouvant corroder les surfaces métalliques ou provoquer des brûlures de la peau.	Soude caustique Acide Chlorhydrique Eau de javel

Il est essentiel de pouvoir reconnaître et interpréter quelques pictogrammes SIMDUT.

III.5.2.2 Informations sur les produits

a. Etiquette SIMDUT : Retrouvée sur les lieux d'entreposage

b. Etiquette du fournisseur : retrouvée sur les contenants originaux

Exemple :

- Identification du produit.
- Identification du fournisseur.
- Signaux de danger.
- Mesures de sécurité.
- Référence à la fiche signalétique.

c. Etiquette du lieu de travail : Dans certains cas, produite par service de santé.

d. La fiche signalétique : La fiche signalétique est un document de référence à consulter au besoin (en cas de déversement ou l'intoxication par exemple).

Inclus par le fabricant dans l'emballage original de chaque produit envoyé à un acheteur c'est le document de référence du produit il contient :

- L'identification du point (numéro CAS, formule chimique, etc.)
- Les informations sur les composants.
- L'identification des dangers.
- Les mesures de premiers secours.
- Les mesures de lutte contre les incendies.
- Les mesures en cas de déversements.
- Les mesures d'entreposage.
- Les mesures d'hygiène et sécurité (EPI, Equipement de protection individuelle requis, au besoin).
- Les propriétés physico-chimiques
- La stabilité et réactivité.
- Les informations éco toxicologiques.
- Les mesures d'élimination.
- Les informations sur le transport.

III.5.3 SYCLAUN (système de classification uniformisé)

C'est un système conçu pour l'entreposage sécurisé des produits chimiques à l'université de Sherbrooke. Il est basé sur les incompatibilités entre les produits. Cette base de données est disponible au en cliquant sur SYCLAUN. Il est très important de ne pas mélanger le système SIMDUT est le système SYCLAUN. Ce sont deux systèmes complémentaires, remplissant deux fonctions différentes. Le système SYCLAUN possède 10 classes de produits. Elles ne sont pas à savoir par cœur. Il faut toutefois comprendre l'incompatibilité de certaines classes pour l'entreposage.

III.6 Quelques règles applicables dans laboratoire de traitement des eaux potables

En bref, les règles suivantes doivent être appliquées lors de l'entreposage de produits chimiques :

- Identifier les produits (date de réception, local, propriétaire).
- Avoir un espace spécifique de rangement.
- Prévoir un contenant secondaire, au besoin.
- Placer les gros contenants sur les étagères du bas.
- Un rebord est nécessaire sur les étagères.
- Une hotte chimique (enceinte ventilée) n'est pas un endroit d'entreposage.
- Aucun produit chimique ne doit être entreposé directement sur le sol.
- Inscrire la date s'ouverture du contenant.
- Séparer les produits par compatibilité (SYCLAUN).
- De plus, il est interdit d'entreposer plus haut que la hauteur des yeux. Les contenants de 4 L doivent être entreposés plus bas que la hauteur des épaules. Ceci diminue les problèmes ergonomiques et les risques d'échapper les produits (BELTAGY Houda, 2008).

III.6.1 Contrôle des risques en laboratoire

Pour contrôler les risques en laboratoire il est essentiel de connaître les 4 voies d'intoxication les plus courantes :

- L'inhalation.
- L'ingestion.

- L'absorption cutanée.

Le contact avec les yeux.

Pour bien contrôler les risques potentiels dans un laboratoire, il ne faut jamais sous – estimer les risques, il faut minimiser les expositions no nécessaires et se doter des moyens de protection individuelle tels que :

- Le port d'un sarrau (obligatoire en tout temps).
- Le port de gants appropriés (au besoin).
- Le port des lunettes de sécurité.

III.6.2 Quelques précautions à suivre

En arrivant dans un nouveau laboratoire, il faut aussi prendre connaissance de l'emplacement et du fonctionnement des hottes chimiques, douches de sécurité, les douches oculaires, couvertures ignifuges et extincteurs. Evidemment il est interdit d'apporter de nourriture dans les laboratoires (incluant l'eau en bouteille et le café). La tenue vestimentaire doit être adaptée à l'équipement de protection individuelle qu'on va porter (par exemple : lunette de sécurité correctrice ou porté par-dessus vos verres correcteurs habituels ; souliers à talon plats, fermés aux bouts ; etc (BENHAFID M.S 2008).

III.7 Mesure préventives pour éviter les causes des accidents durant la réalisation de l'installation

III.7.1 Protection collective

- a. **Engin de lavage :** La grue, et d'autre engins par leurs précisions et possibilités de manutention variées constituent le poste de travail ou la sécurité n'admet pas la moindre négligence, alors le technicien responsable veillera à :

Affecter des personnels compétents.

Remblayer le plus rapidement possible les pentes de talus, des fouilles longeant la voie, dès que l'ouvrage sort de la terre.

Procéder aux vérifications périodiques des engins selon la notice du constructeur.

Délimiter une zone de sécurité autour des engins de lavage et en particulier à éviter tout stationnement sous une charge levée.

- b. **Appareillages électriques :** Pour éviter les risques des appareils électriques, il faut absolument proscrire le bricolage car une ligne ou une installation électrique ne doit pas être placée que par électriciens qualifiés.

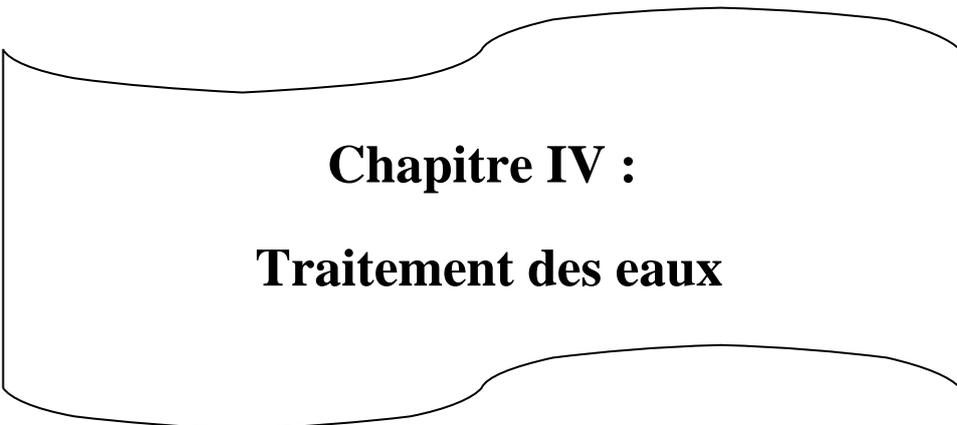
III.7.2 Protection individuelle

Les dispositifs de protection individuelle (casque, gant, chaussures, lunettes de protectrices, ... etc.) sont indispensables pour la protection contre les dangers pendant l'exercice de certaines professions.

Conclusion

L'essentiel l'objectif de la sécurité de travail est donc la diminution de la fréquence et la gravité des accidents dans les milieux de travail. Ces accidents ainsi que les détériorations du matériel qui les accompagnent fréquemment sont d'autant plus regrettables qu'ils sont presque exclusivement dus à la négligence et à l'inobservation des règles les plus élémentaires de sécurité.

Pour limiter les risques d'accident, les installations ont été conçues et réalisées en assurant que les moyens d'accès aux ouvrages conformes aux règles de sécurité (BENHAFID M.S 2008).



Chapitre IV :
Traitement des eaux

Introduction

Afin d'étudier les procédures et méthodes de traitement des eaux de surface applicables aux stations appropriées, des cours sur le terrain ont été menés à la station de traitement d'Oued Athmania (Mila). La station traite les eaux brutes du barrage de Béni Harroun. Puis pomper l'eau traitée vers les agglomérations.

IV.1 Présentation de la filière de traitement

La filière de traitement comporte les ouvrages et étapes suivants :

- Amenée d'eau brute avec régulation de débit et dissipation d'énergie.
- Aération par suppresseur d'air et rampes à diffuseurs fines bulles d'air.
- Mélange hydraulique des réactifs avec possibilité d'addition de permanganate, d'acide sulfurique, de chaux et de sulfate d'aluminium. Seul le sulfate d'aluminium est dosé en continu. Les autres réactifs sont dosés en fonction, des besoins déterminés par le débit et la qualité de l'eau brute. Le chlore pourra aussi être dosé sous forme de chloration choc occasionnelle.
- Pré ozonation.
- Ouvrage de répartition vers les 5 décanteurs existant ainsi que vers le décanteur projeté.
- Décantation sur Pulsator.
- Filtration biologique sur Biofor.
- Post ozonation.
- Filtration à CAG.
- Canal de contact.
- Réservoir d'eau traitée.

Les réactifs utilisés sont :

- Le sulfate d'aluminium $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
- La chaux CaO
- Le poly électrolyte.
- L'acide sulfurique H_2SO_4
- Le permanganate de potassium KMnO_4
- Le chlore Cl .

IV.2 Données de la station de traitement

IV.2.1 Capacité de la station de traitement

Tableau 2: Capacité de la station de traitement Oued Athmania.

Capacité nominale	Débit d'eau brute	Débit d'eau traité
(20 heures de fonctionnement)		(20 heures de fonctionnement)
276000 m ³ /j	13800m ³ /h	13125m ³ /h
Pour un débit d'eau de lavage de 5%		
2625000m ³ /j		

IV.2.2 Qualité d'eau brute

L'eau brute en alimentant la station provient du barrage d'Athmania, exclusivement alimenté à partir du barrage de BéniHaroun. La retenue de Béni Haroun est alimentée par les eaux de l'oued Rhumel Kebir.

Ces analyses de l'eau brute révèlent une forte pollution due à des rejets municipaux qui atteint un maximum en aval de la ville de Constantine. Cette eau ne répond pas aux caractéristiques normales d'une eau brute destinée à être probabiliser. L'eau brute est très minéralisée, dure et alcaline.

Les caractéristiques physiques moyennes devraient être donc assez faibles, de l'ordre de:

- Couleur: 5 à 10° Hazen.
- Turbidité: 5 à 10 NTU
- MES: 5 à 15 mg.

Tableau 3: *Différentes caractéristiques des eaux entrées de barrage.*

Paramètres	Unité	Minimum	Maximum
pH		7	9
MES		0	50
Turbidité	NTU	0	20
Conductivité	$\mu\text{S}/\text{Cm}$	1395	2100
Température	$^{\circ}\text{C}$	8	27
Ammonium (NH_4)	mg/l	0	15
Nitrite (NO_2)	mg/l	0	1,7
Nitrate (NO_3)	mg/l	0	27
Résidu sec	mg/l		1600
HCO_3^-	mg/l	207	561
CO_3^{--}	mg/l	4	25
Potassium (K)	mg/l	6	43
Calcium (Ca)	mg/l Ca	96	194
Magnesium (Mg)	mg/l Mg	17	77
Sodium (Na)	mg/l Na	118	230
Chlorure (Cl)	mg/l Cl	140	344
Sulfate (SO_4)	mg/l SO_4	154	412
Orthophosphate (P)	mg/l P	0	14
Fer (Total)	mg/l Fe	0	1,5
Manganese (Total)	mg/l Mn	0	2,6
Matières Oxydables	mg O_2/L	0	35
Oxygène dissout	% Saturation	0	76
DBO	mg/L		29
DCO	mg/L		60

IV.2.3 Qualité d'eau traitée

Les exigences de la qualité de l'eau traitée en sortie de station sont indiquées dans la Table 3 ci-après.

Il est important de noter que la limite maximale de garantie de 50 mg/l en nitrates pourra ne pas être respectée dans les cas où la concentration en ammonium est élevée. En effet la

nitrification (élimination) de 15 mg/l d'ammonium produit des nitrates qui, s'ajoutant à ceux de l'eau brute, sont susceptibles de dépasser la valeur maximale de 50 mg/l.

Tableau 4: Limites et exigences contractuelles de l'eau brute et de l'eau traitée.

Paramètres	Limites de Garantie					
	Unités	Eaux Brutes			Eaux Traitées	
		Limites	Limites	Limites	Exigences	Exigences
		minimales	maximales	extrêmes	Contractuelles	cas extrêmes
Analyses Journalières						
Odeur	N.A.	Aucune			Sans	Aucune
Goût	N.A.	Aucune			Sans	Aucune
Couleur	UCV	Aucune			15	Aucune
Turbidité	NTU	0	10	20	0.5	1.0
Température	degré C	8	27	27	Aucune	
pH		7.0	8.0	9.0	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5
Conductivité	µS/cm	1395	1795	2100	Aucune	
Chlore résiduel	mg/l	Ne s'applique pas			Aucune	
Coliformes thermotolérants	unités/100ml	Ne s'applique pas			Non détectable dans 100 ml	
Streptocoques fécaux	unités/100ml	Ne s'applique pas			Non détectable dans 100 ml	
Dénombrement de bactéries aérobies revivifiables à 22 et 37 degréC	unités/100ml	Ne s'applique pas			Aucune	
Analyses Hebdomadaires						
Aluminium	mg/l	Aucune			0.2	Aucune
Ammonium	mg/l	0	10	15	1.5	Aucune
Nitrites	mg/l	0	0.5	1.7	3	Aucune
Nitrates	mg/l	0	10	27	50	Aucune
Analyses Mensuelles						
Chlorures	mg/l	140	232	344	Aucune	
Sulfates	mg/l	154	276	412	Aucune	
Silice	mg/l	Aucune			Aucune	
Calcium	mg/l	96	156	194	Aucune	
Magnésium	mg/l	17	44	77	Aucune	
Sodium	mg/l	98	162	230	Aucune	
Potassium	mg/l	6	22	43	Aucune	
Résidu secs filtrable	mg/l	0	1270	1600	Aucune	
Oxygène dissous	% saturation	0	47	76	>75	
Anydride carbonique libre ou calcul de l'équilibrealcalocarbonique	À préciser	Aucune			Aucune	
Carbonates	mg/l	4	11	25	Aucune	
Hydrogéo-carbonates	mg/l	207	395	561	Aucune	
Matières organiques	mg/l	0	18	35	Aucune	
Hydrogène sulfuré	mg/l				Aucune	

Fer	mg/l	0	0.6	1.5	0.3	
Cuivre	mg/l	Aucune			Aucune	
Zinc	mg/l	Aucune			Aucune	
Manganèse	mg/l	0	0.6	2.6	0.1	
Phosphore (Phosphate)	mg/l	0	7	14	Aucune	
Fluor	mg/l	Aucune			Aucune	

IV.2.4 Chaîne de traitement

Afin d'assurer une production d'eau potable continu et respectant les exigences contractuelles telles que définies dans la Table 3 ci-après, la chaîne de traitement de la station d'Athmania est constituée des installations et des équipements suivants:

- Une (1) chambre de dissipation d'énergie gravitaire de l'eau brute en provenance du barrage d'Athmania.
- Un (1) débitmètre pour la mesure et la régulation du débit d'eau brute.
- Un (1) bassin d'aération pour l'oxygénation de l'eau brute.
- Deux (2) bassins de pré-ozonation pour la destruction des algues, planctons et autres organismes aquatiques.
- Deux (2) bassins de mélange hydraulique rapide avec possibilité d'ajout de permanganate de potassium pour la précipitation du manganèse, d'acide sulfurique pour l'abaissement du pH, de chaux pour le relèvement du pH et de sulfate d'aluminium pour la coagulation des particules colloïdales.
- Deux (2) bassins de mélange hydraulique lent avec possibilité d'ajout d'un adjuvant à la coagulation ou polymère.
- Cinq (5) chambres de répartition du débit vers les décanteurs.
- Cinq (5) décanteurs à lit de boue.
- Dix (10) bio filtre.
- Deux (2) bassins de post-ozonation pour la désinfection des eaux nitrifiées.
- Douze (12) filtres à charbon gravitaires de type CAG pour l'élimination des matières en suspension et des matières organiques biodégradables.
- Deux (2) cuves de contact permettant une désinfection finale au chlore gazeux.
- Deux (2) réservoirs de stockage de l'eau traitée pour assurer une distribution continue d'eau potable en cas d'arrêts de production ponctuels de courtes durées. (donnée de la station)

IV.2.5 Procédé de traitement

Tableau 5: *Procédé de traitement.*

Le paramètre	L'élimination
MES	Par le coagulant
Turbidité	La filtration
fer	L'aération
Manganèse	L'aération
chlorure	L'ébullition
ammonium	Nitrification
Nitrite et nitrate	Osmose inverse

IV.2.6 Bâtiments, fonctionnalités et installations adjacentes

Afin de permettre une exploitation optimale, la station d'Athmania est équipée des sous-bâtiments, des fonctionnalités et installations adjacentes suivantes:

- Un bâtiment chimique pour la préparation des réactifs.
- Un bâtiment pour la production d'ozone.
- Un bâtiment de chloration pour le stockage et l'injection de chlore.
- Un bâtiment opérationnel pour l'alimentation en eaux de lavage des filtres, en eau de service et en eau d'incendie.
- Un bâtiment d'exploitation avec salle de contrôle pour la commande et la supervision générale de la station, un laboratoire pour le suivi de la qualité des eaux et des eaux traitées, des vestiaires et des bureaux pour le personnel d'exploitation.
- Un bâtiment de transformation de l'alimentation électrique.
- Un atelier-magasin pour le stockage des pièces de rechange et la réalisation des tâches de maintenance.
- Une bache de recyclage des eaux de lavage des filtres.
- Des points de vidange sur tous les ouvrages contenant un liquide.
- Un by-pass de la chambre brise charge.
- Un by-pass des chambres de pré-ozonation.
- Un by-pass de la décantation.
- Un by-pass des filtres nitrifiants.
- Un by-pass des filtres à charbon.

- Un by-pass pour chacun des deux chambres de contact.
- Un groupe électrogène de secours.(donnée de la station)

IV.3Description des ouvrages projetés

IV.3.1 Filière de décantation

IV.3.1.1Conduite d'eau Brute

La conduite d'amenée d'eau brute est en DN 1000 PN10, elle sera raccordée sur l'ouvrage de répartition existant est prévu pour alimenter le décanteur projeté. Elle est d'une longueur d'environ 70 ml, elle sera posée en partie au-dessous du radier du décanteur projeté pour l'alimenter à l'intérieur de sa chambre de pulsation.

IV.3.1.2Description du décanteur

Le décanteur projeté est de même type que ceux existant à pour but d'obtenir une eau décantée ayant une turbidité ≤ 5 NTU par la capturement des matières en suspension (MES) et des particules colloïdales préalablement agglutinées par l'injection de sulfate d'aluminium et de polymère, mais aussi pour une élimination efficace des matières organiques et des éventuels pics d'algues.

Les principales caractéristiques du décanteur projeté sont comme suit :

- Débit d'eau à traiter (total) : $16400 \text{ m}^3/\text{h}$
- Débit d'eau à traiter (unitaire) : $2733 \text{ m}^3/\text{h}$
- Dimensions : $37,8 \text{ m} \times 27,8 \text{ m}$.
- Hauteur d'eau : $4,5 \text{ m}$
- Surface : 1051 m^2 .
- Surface à $1,25 \text{ m}$ du plan d'eau : $1028,6 \text{ m}^2$.
- Vitesse projetée : $2,6 \text{ m/h}$.
- Nombre des décanteurs : 6

La qualité d'eau décantée désirée à la sortie du décanteur est comme suit :

- Turbidité : 5 NTU.
- MES : 5 mg/l .
- Aluminium sous forme Al : $0,4 \text{ mg/l}$.

IV.3.1.3 Fonctionnement

L'alimentation de chaque décanteur est assurée par des conduites DN 1000 (1) limitant la vitesse d'écoulement à 1.2 m/s au débit maximum de 328 000 m³/jour. Des chambres de répartition, une chambre pour chaque décanteur, équipées de déversoirs ajustables assurent la partition uniforme du débit total d'eau brute sur le nombre de décanteurs en services. Les chambres de répartition sont également équipées de vannes murales permettant d'isoler chaque décanteur en cas de besoin.

Pour alimenter le collecteur inférieur d'une manière discontinue, l'eau brute est introduite dans une cloche à vide (4) à l'intérieur de laquelle on aspire l'air à l'aide d'un électro-ventilateur centrifuge. L'aspiration de l'air crée un vacuum et le niveau de l'eau brute monte progressivement dans la cloche. Lorsqu'il atteint une valeur comprise entre 0,15 m et 0,85 m au-dessus du niveau de l'eau dans le décanteur, un relais électrique commande l'ouverture brusque d'une vanne de mise en communication de la cloche avec l'atmosphère. La pression atmosphérique s'applique donc immédiatement sur l'eau stockée dans la cloche, qui pénètre dans le décanteur avec une grande vitesse par l'intermédiaire de conduites de distribution perforées (2). Des tranquilisateurs en PVC assurent un soulèvement uniforme du lit de boues.

Le fonctionnement des vannes est piloté par un interrupteur à flotteur détectant les niveaux de l'eau brute dans la cloche à vide. Ces seuils de niveau sont ajustables sur place en fonction des caractéristiques de la boue. Celles-ci sont généralement réglées de telle sorte que la vidange de la cloche dans le décanteur s'effectue en 5 à 20 secondes, alors que le remplissage de cette cloche dure de 20 à 40 secondes. Les ouvertures et les fermetures de la vanne de mise en communication avec l'atmosphère sont commandées en fonction des niveaux de l'eau contenue dans la cloche.

Le collecteur général, situé à la partie inférieure du décanteur, possède une très grande section, afin de réduire sa perte de charge. Les orifices disposés sur ses ramifications sont calculés de telle sorte qu'il se constitue, dans la moitié inférieure du décanteur, un lit de boues homogène. Le débit d'eau brute est donc parfaitement réparti sur toute la surface inférieure des décanteurs. Ce lit est animé de mouvements alternatifs verticaux et tend à augmenter de volume du fait des impuretés apportées par l'eau brute et des réactifs introduits: son niveau monte régulièrement. Une certaine zone du décanteur est réservée pour former les fosses à fond incliné ou concentrateurs de boues (3) dans lesquels la boue en excès se déverse et se concentre. On effectue les purges, d'une manière intermittente par les conduites d'extraction des boues DN 200 (5). Des

points de vidange (6)DN 300, associées aux vannes d'extraction, ont été calculées pour assurer une vidange rapide.

L'énergie nécessaire à la floculation et au maintien d'un lit de boue homogène en expansion est fournie par un ventilateur centrifuge de 5.5 kW associé à des vannes automatiques de mise à l'atmosphère de la cloche à vide: le fonctionnement de ces dernières est piloté par un interrupteur à flotteur détectant les niveaux de l'eau brute dans la cloche à vide. Ces seuils de niveau sont ajustables sur place en fonction des caractéristiques du lit de boues en suspension.

Les décanteurs sont également équipés de 4 points d'échantillonnage qui permettent d'évaluer l'homogénéité du lit de boue en suspension sur toute sa hauteur de même que la qualité du surnageant. Ces 4 points de piquages permettent la collecte des échantillons suivant:

1. Echantillonnage du surnageant qui permet de vérifier la qualité de l'eau en sortie des décanteurs.
2. Echantillonnage de la partie supérieure du lit de boues en suspension.
3. Echantillonnage de la partie médiane du lit de boues en suspension.
4. Echantillonnage du lit de boues en suspension au-dessus des tranquilisateurs.

Les points d'échantillonnage 2 à 4 du lit de boues en suspension visent à évaluer l'homogénéité de ce dernier, en termes de concentration en MES, L'objectif de ce test vise à mesurer, pour les trois points d'échantillonnage du lit de boues en suspension, le volume de boues décantées au fond d'un cylindre gradué de 1 litre après une période de décantation fixe. Un lit de boues est parfaitement homogène lorsque le volume de boues décantées est à peu près identique dans chacun des trois cylindres. Une telle situation indique que les pulsations sont parfaitement ajustées.

Des volumes de boues croissants sur les cylindres 2 à 4 indiquent que le lit de boues en suspension est davantage concentré dans sa partie supérieure. Cette situation indique que les pulsations sont trop énergiques et que les débits générés lors de la mise à l'atmosphère de la chambre d'aspiration doivent être réduits ce qui signifie que la durée des cycles doit être augmentée.

En contrepartie des volumes de boues décroissant sur les cylindres 2 à 4 indiquent le lit de boues en suspension est davantage concentré dans sa partie inférieure. Cette situation indique que les pulsations ne sont pas suffisamment énergiques et que les débits générés lors de la mise à

l'atmosphère de la chambre d'aspiration doivent être augmentés ce qui signifie que la durée des cycles doit être réduite.

Il est important de noter que ce test n'est valide qu'après avoir accordé aux décanteurs un temps de fonctionnement minimal de 2 heures à débit et à ajustement des cycles d'aspiration et de mise à l'atmosphère constants. Cette période vise à accorder le temps nécessaire de retour à l'équilibre du lit de boue après les perturbations que peuvent occasionner les changements de débit et les modifications apportées aux ajustements des durées de cycle d'aspiration et de mise à l'atmosphère. (donnée de la station)

IV.3.1.4 La chambre de pulsation

La chambre de pulsation est un ouvrage de génie-civil qui est équipée d :

- Un électro-ventilateur de capacité 2.180 m³/h avec une dépression de 5,50 m CE,
- Une vanne papillon automatique casse vide DN 400 mm
- Un flotteur de détection de niveau de liquide et de commande de la vanne.
- Une vanne manuelle de DN 250 mm,
- Vanne DN 400, peut être ajusté par une vanne DN 40.

L'ajustement des pulsations est réalisé sur trois paramètres:

- Le volume d'eau de chaque pulsation.
- La durée du cycle d'aspiration.
- La durée du cycle de mise à l'atmosphère de la chambre d'aspiration.

Le volume d'eau de chaque pulsation est défini par les seuils de niveaux maximal et minimal tolérés dans la chambre de niveau. Ces seuils sont fixés par l'ajustement des cales sur le détecteur de niveau à balancier qui équipe chacune des chambres d'aspiration et tel que montré à la Figure 2 ci-après.

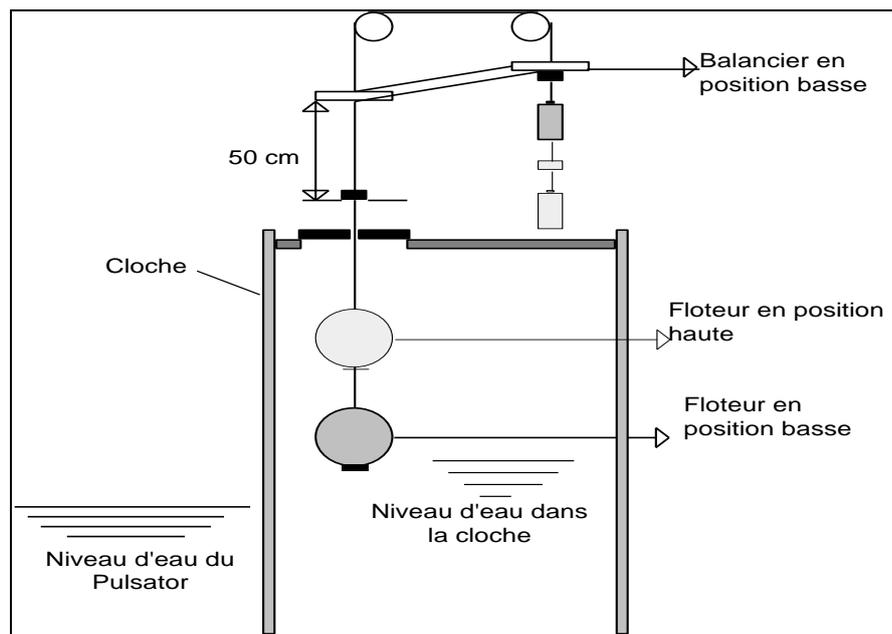


Figure 2: Détecteur de niveau à balancier.

La dépression maximale entre le niveau bas et le niveau haut est fixé à 50 cm sur les décanteurs de la station de traitement d'Athmania. Dans la mesure où des pulsations plus ou moins énergiques seraient nécessaires la dépression maximale peut être réduite ou augmentée. Le volume correspondant à cette dépression est

Volume = Dépression * Surface intérieure de la chambre

$$v = \frac{d}{s} \quad \text{AN} \quad v = \frac{0.5}{15.50} \quad v = 7.75 \text{m}^3$$

La durée du cycle d'aspiration correspond au temps nécessaire pour élever le niveau d'eau dans la cloche du niveau bas jusqu'au niveau haut. La durée du cycle d'aspiration dépend du taux de soutirage de l'air contenu dans la chambre d'aspiration. La vitesse du ventilateur centrifuge étant fixe l'ajustement du taux de soutirage est réalisé par l'étranglement de la vanne manuelle localisé entre la chambre d'aspiration et le ventilateur. Pour une durée minimale du cycle d'aspiration la vanne est maintenue ouverte à 100% afin de permettre un taux de soutirage maximal de l'air contenu dans la chambre d'aspiration. Inversement, la vanne est fermée pour réduire les taux de soutirage et augmenter la durée des cycles d'aspiration.

La durée du cycle de mise à l'atmosphère correspond au temps nécessaire pour abaisser le niveau d'eau dans la cloche du niveau haut jusqu'au niveau bas. La durée du cycle de mise à l'atmosphère du taux d'admission de l'air ambiant dans la chambre d'aspiration. La vanne automatique ne permet cependant que deux positions soit complètement fermée ou complètement ouverte. L'ajustement du taux d'admission de l'air est donc réalisé par l'étranglement de la vanne

manuelle localisé entre la chambre d'aspiration et la vanne automatique. Pour une durée minimale du cycle de mise à l'atmosphère la vanne est maintenue ouverte à 100% afin de permettre un taux d'admission maximal de l'air ambiant dans la chambre d'aspiration. Inversement, la vanne est fermée pour réduire les taux d'admission et augmenter la durée des cycles de mise à l'atmosphère.

IV.3.1.5 Extraction de boue

Tel que mentionné précédemment les boues produites en excès sont collectées gravitairement dans deux zones de concentration des boues. Chaque zone de distribution est constituée de six trémies étant chacune équipée d'une conduite d'extraction des boues gravitaire. L'extraction des boues est réalisée par l'intermédiaire de 4 conduites principales à lesquelles sont connectées 3 conduites d'extraction des boues des trémies. La conduite principale 1 extrait les boues en simultanée des trémies 1 à 3, la conduite 2 vidange les trémies 4 à 6, la conduite 3 vidange les trémies 7 à 9 et la conduite 4 évacue les boues des trémies 10 à 12.

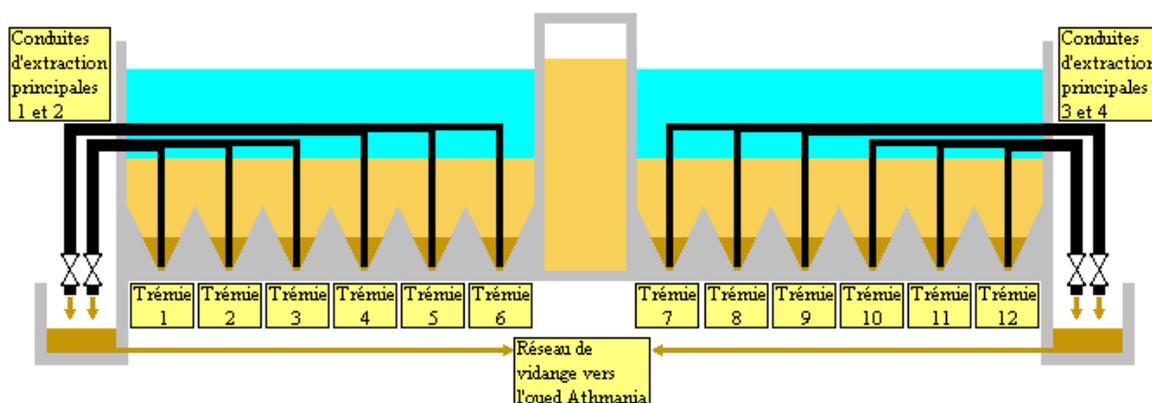


Figure 3: Schéma d'extraction des boues.

Sur l'ensemble des décanteurs il y a donc un total de 24 conduites principales ou plus simplement 24 points d'extraction. Les extractions de boues de chacun des points d'extraction sont réalisées en automatique sous un mode de fréquence-durée paramétrable indépendamment sur chaque décanteur. Sur un même décanteur l'extraction des boues est réalisée en alternance sur chacun des points d'extraction selon les durées et la fréquence paramétrées. A titre d'exemple la séquence d'extraction des boues sur un décanteur paramétré pour 30 secondes d'extraction à tous les 5 minutes sera comme suit (donnée de la station)

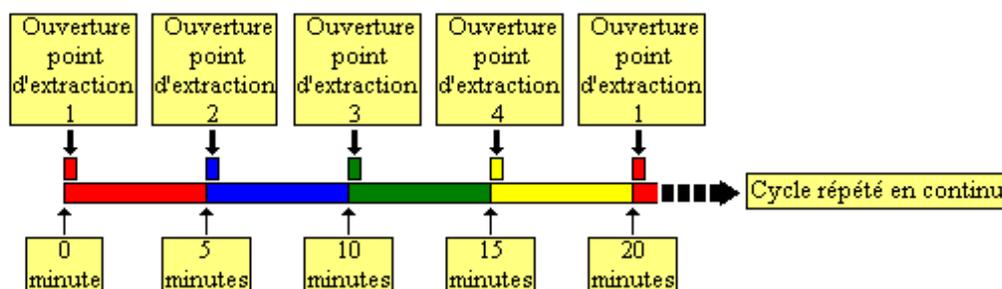


Figure 2: Cycle d'extraction des boues sur un décanteur à lit de boues.

IV.3.1.6 Estimation des volumes d'extraction de boue

La production journalière de boues dépend des facteurs suivants:

- Le contenu en matières en suspension dans l'eau brute exprimé en mg/l.
- Le dosage de sulfate d'aluminium en mg/l.
- La concentration en matières en suspension des boues extraites.

Les boues produites dans les clarificateurs est composée pour l'essentielle des matières en suspension ou MES contenues dans l'eau brute et des hydroxydes d'aluminium produit lors de la coagulation des particules colloïdale. Les matières en suspensions sont mesurées en laboratoire suivant la procédure explicitée dans le Manuel de Procédures d'Analyses. La production d'hydroxydes d'aluminium est déterminée selon les dosages d'aluminium en sachant que chaque milligramme de sulfate d'aluminium à une pureté de 18% injecté dans une eau brute produit à 0.26 mg d'hydroxyde d'aluminium. Conséquemment le poids total de boues produites par volume d'eau brute traitée est donc estimé à:

$$\text{Boues produites (kg)} = \text{MES (mg/l)} + (0.26 * \text{Dosage de sulfate (mg/l)} / 1000) * \text{Débit (m}^3/\text{h)}$$

Le volume d'extraction de boues requis pour évacuer ces boues produites dépend de la concentration des boues qui sont extraites.

$$\text{Volume de boues (m}^3\text{)} = \text{Poids de boues (kg)} / \text{Concentration des boues (g/l)}$$

$$\text{Volume d'extraction (\%)} = \text{Volume de boues (m}^3\text{)} / \text{Volume d'eau brute (m}^3\text{)} * 100$$

IV.3.1.7 Détermination des cycles d'extraction

Lorsque le volume d'extraction des boues est connu les cycles d'extraction sont déterminés suivant la capacité d'une conduite d'extraction exprimée en termes de mètres cubes de boues évacuées par heure d'ouverture de la vanne automatique de cette même conduite. Les conduites d'extraction des décanteurs ont été dimensionnées et configurées. C'est donc dire que le temps total d'ouverture des vannes par décanteur nécessaire pour permettre l'évacuation d'un volume de boues connus est (donnée de la station)

$$\text{Durée (h/décanteur)} = \frac{V}{N * C} * 60 \text{ (min/h)}$$

Dans laquelle

V: Volume de boues journalier total en m³/h

N: Nombre de décanteur en opération

C: capacité d'extraction m³/h

IV.3.2 Filière de filtration biologique

Tableau 6: *Caractéristiques des biofiltres biologiques.*

Les caractéristiques des bio filtres biologiques							
Nombre des filtres biologiques	Superficie unitaire	Débit total d'eau à traiter	Débit Unitaire	Volume unitaire de matériau filtrant	Matériau filtrant	Hauteur de matériau filtrant	Vitesse de filtration
12	123m ²	16400m ³ /h	1367m ³ /h	357m ³	Biolite	2.9 m	11,1 m/h

IV.3.2.1 Description de filtre biologique

Le filtre biologique est dimensionné afin de permettre la nitrification de 15 mg/l d'azote ammoniacal au débit nominal sur une base de 20 heures. Les principales caractéristiques des bio-filtres sont les suivantes:

L'alimentation du filtre se fait par le bas par une vanne DN700 qui véhicule l'eau décantée à partir du canal d'eau décante accolé au filtre biologique, L'eau filtrée est renvoyée, par le haut à travers un seuil, dans la bêche d'eau de lavage qui possède un seuil à travers lequel l'eau part vers les filtres CAG.

Le procédé Bio fors est principalement utilisé pour l'enlèvement de la DBO, des MES et la nitrification de l'azote. Ce procédé produit une eau traitée respectant les plus hauts standards de qualité pour tous les paramètres grâce à l'action filtrante de la Biolite.

Le rôle des filtres biologiques est l'élimination de l'azote ammoniacale de l'eau brute par un processus biologique qui assure la transformation des ions ammoniums en ions nitrates au moyen de bactéries dites nitrifiantes qui se développent en milieu aérobie.

Les filtres biologiques installés sur la station de traitement d'Athmania sont des filtres à flux ascendant qui contiennent un matériau support, la BIOLITE, qui possède une grande surface spécifique permettant le développement des bactéries nitrifiantes en son intérieur.

La Filière de filtration biologique constituée de: 10 filtre existant et 2 projeté (12 filtres bio fors)

- Un déversoir d'alimentation en eau brute desservie par un canal de distribution commun aux 12 biofiltres 10 filtre existant et 2 projeté qui équipent la station.
- Un caisson d'alimentation en eau brute situé sous le filtre et couvrant toute la surface de ce dernier. Le caisson est également le point d'arrivée de l'air et de l'eau de lavage des filtres.
- Un plancher monolithique pour le support du milieu filtrant.
- Une série de buselures ou crépines pour permettre la répartition uniforme de l'eau brute ainsi que de l'air et des eaux de lavages des filtres. La disposition est de 50 crépines par mètre carré de surface filtrante
- Un réseau d'air de procédé posé sur le plancher constitué de collecteurs maillés sur lesquels sont montés des diffuseurs d'air. Le réseau d'air de procédé est localisé dans une couche de gravier servant de support au milieu filtrant.
- Une couche de 2.9 mètres de BIOLITE permettant la colonisation par fixation d'une biomasse spécifique à la nitrification de l'azote.
- Une grille tranquilisatrice la régularisation des flux de sortie et pour assurer la fonction de piège à BIOLITE permettant d'éviter les pertes de matériaux lors des lavages. Elle permet également la capture des écumes à la surface de l'eau des bios filtres.
- Deux déversoirs de sortie pour la reprise des eaux traitées et des eaux de lavage des filtres.

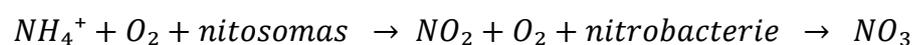
- Une sonde de mesure en continu de l'oxygène dissous contenu dans l'eau traitée en sortie de filtre.

La batterie de filtres biologiques est équipée d'un ensemble d'installation commune aux 12 bio filtres 10 filtres existent et 2 projeté (12 filtres bio fors) qui est constituée de:

- Un système d'alimentation commun constitué d'un canal de distribution ou de répartition avec alimentation indépendante de chaque filtre par lame déversant. Chaque filtre peut être isolé par la fermeture d'une vanne batardeau.
- Un canal de collecte des eaux traitées en sortie.
- Un canal de collecte des eaux de lavage en sortie.
- Une galerie commune pour l'arrivée des conduites d'air et d'eau de lavage sur chaque bios filtres.
- Les filtres sont des Bio fors aérés, équipés par des supprimeurs d'air de process de débit d'air unitaire de 1 800 Nm³/h à 6,5 m de pression.
- Des pompes et des supprimeurs pour le lavage des filtres.
- Une bache d'eau de lavage des filtres.
- Deux baches de récupération des eaux de lavage. Les eaux de lavage sont recyclées en tête du bassin d'aération de l'eau brute. (donnée de la sation)

IV.3.2.2 Principe de fonctionnement

La nitrification de l'azote ammoniacale est réalisée par voie biologique en deux sous étapes appelées nitratisation et nitritation. La nitratisation est la transformation des ions ammoniums (NH₄) en ions nitrates (NO₂) par l'effet de bactéries aérobies appelées nitrosomas. La nitritation est la transformation des nitrites en nitrates (NO₃) par l'effet de bactéries aérobies appelées *nitrobacter*. D'une manière globale la réaction complète de nitrification peut s'écrire comme suit :



On constate donc que la nitrification de l'azote ammoniacale n'est possible que dans la mesure où l'eau à traiter est mise en contact avec les bactéries nitrifiantes dans un milieu aérobie ou saturé en oxygène.

Les filtres biologiques sont donc conçus pour assurer les fonctions principales suivantes :

- Fournir un matériau support permettant la fixation et le développement des bactéries nitrifiantes. Dans un bio filtre ce matériau support est la BIOLITE.
- Permettre un apport optimal et continu en oxygène aux bactéries nitrifiantes. Sur un bio filtre l'oxygénation de l'eau est assurée par des soufflantes alimentant un système de distribution d'air procédé.
- Assurer une parfaite répartition et un parfait mélange des fluides et de l'air de procédé.
- Permettre la réalisation de lavage automatique du milieu support selon le niveau de colmatage afin de restaurer la capacité filtrante du bio-filtre.

L'oxygénation est réalisée par diffusion permanente d'air de procédé à la base du matériau spécifique. L'équirépartition de l'air est assurée par un ensemble de collecteurs maillés sur lesquels sont montés des diffuseurs, à raison de 50 par m².

Des lavages périodiques permettent d'éliminer le surplus de boues accumulées dans le matériau, dues à la prolifération bactérienne et à la rétention des MES et des floccs biologiques. Ces lavages sont automatisés. La consommation d'eau de lavage est d'environ 11 m³ par m² de bio-filtre. L'eau de lavage est stockée dans une bêche et l'eau sale est récupérée dans une autre bêche pour être traitée.

Le lavage a été mis au point pour maintenir un film biologique minimal sur le matériau, ce qui permet au bio-filtre de fonctionner en permanence et de s'adapter rapidement aux variations de charges massique et hydraulique.

Les filtres sont lavés à l'air et à l'eau à partir des pompes d'eau et des soufflantes d'air de lavage des filtres existants.

L'eau de lavage est renvoyée par un seuil frontal vers la bêche de collecte d'eau sale de lavage.

Les conduites et vannes d'eau et d'air de lavage ainsi que de vidange sont situées dans une

Galerie technique et sont de diamètres respectifs DN800, DN500 et DN300.

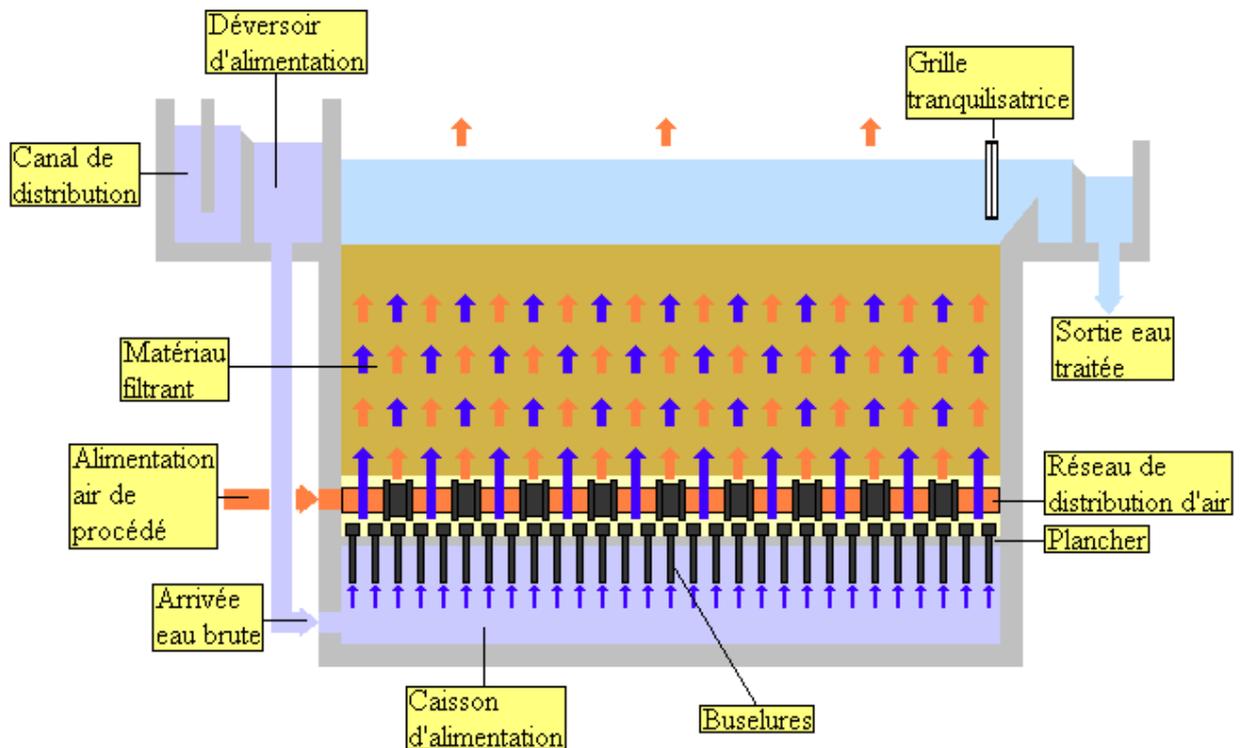


Figure 3: Schéma de la configuration d'un bio-filtre.

IV.3.2.3 Description technique de biolite

La BIOLITE est un matériau servant de support pour les bactéries impliquées dans le processus de nitrification de l'eau brute. Les caractéristiques principales de la biolite utilisée sur la station de traitement d'Athmania sont les suivantes:

- Matériau constituant : **Argile expansée**
- Taille effective des grains : **2.7 mm**
- Coefficient d'uniformité : **< 1.7 mm**
- Masse volumique des particules : **1.5 g/cm³**
- Porosité des particules : **50%**
- Surface spécifique : **500 à 900 m²/m³**



Figure 4: *Vues rapprochées des échantillons biolite.*

- La surface spécifique et la porosité élevées de la Biolite sont les deux caractéristiques principales qui permettent à ce matériau d'offrir des qualités inégalées pour la fixation des bactéries en son intérieur. Même s'il y paraît peu à l'œil nu, la surface des grains de Biolite est en fait pleine de crevasses et de cavités qui peuvent être observées au microscope et telle que montré à la Figure 06 ci-dessous:

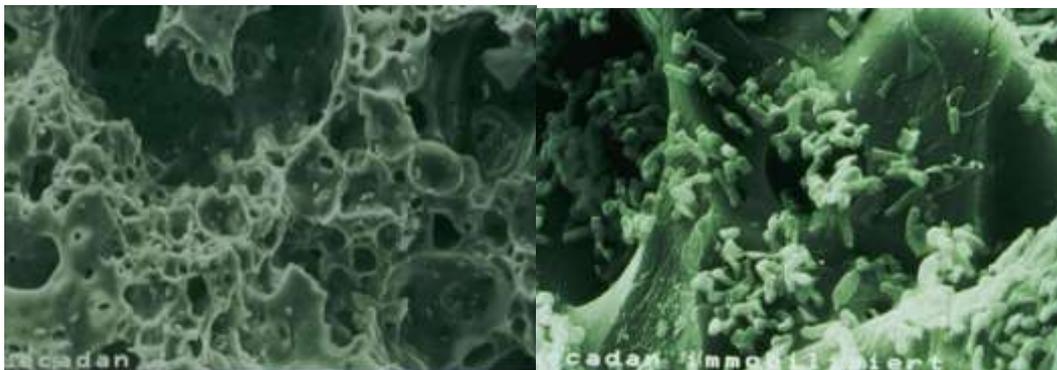


Figure 5: *Vues microscopiques de la surface d'un grain de biolite.*

IV.3.2.4 Description technique de biolite

Les buselures, Figure 7 ci-après, ont pour objectifs d'assurer la répartition parfaite des volumes d'eau brute sur toute la surface de filtration et aussi d'assurer la répartition et le mélange de l'air et de l'eau de lavage des filtres.

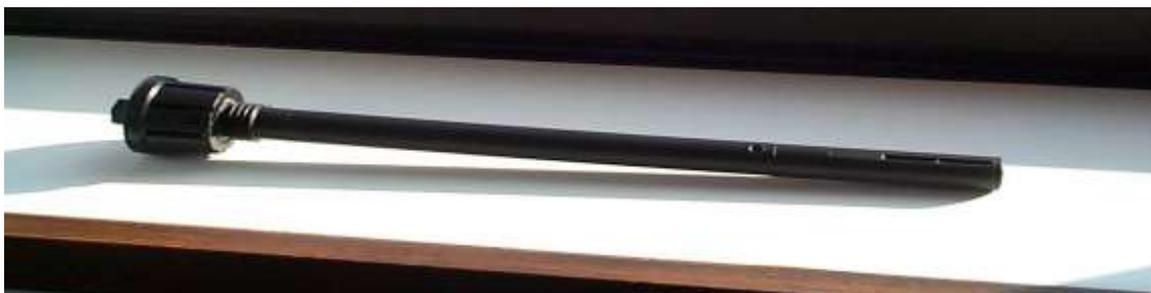


Figure 6: Photographie d'une buselure.

IV.3.2.5 Description technique du réseau de distribution d'air

Le réseau de distribution d'air permet l'introduction et la distribution uniforme de l'air de procédé nécessaire pour assurer les besoins biologiques en oxygène des bactéries nitrifiantes. Le système de distribution d'air consiste en un ensemble de collecteurs maillés placés sur le plancher du filtre entre les rangées des têtes de buselure. L'équirépartition de l'air est assuré par des membranes élastiques perforées.

Les membranes flexibles sont situées à la base des diffuseurs et possèdent chacune une perforation d'où l'air surpressé s'échappe avant de remonter de chaque côté de distributeur d'air. La localisation des membranes à la base inférieure permet d'assurer l'évacuation complète des eaux de lavages.

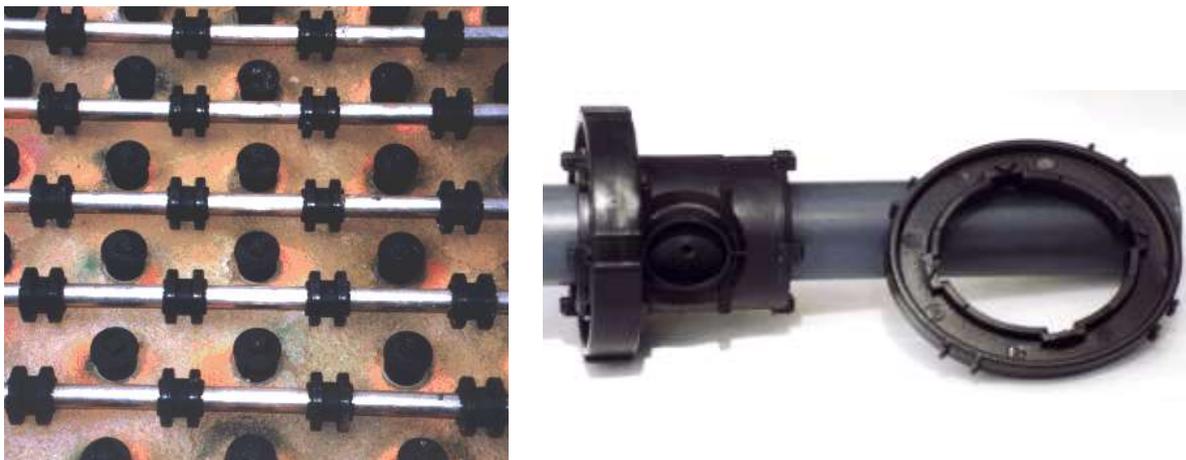


Figure 7: Réseau de distribution et diffuseur d'air.

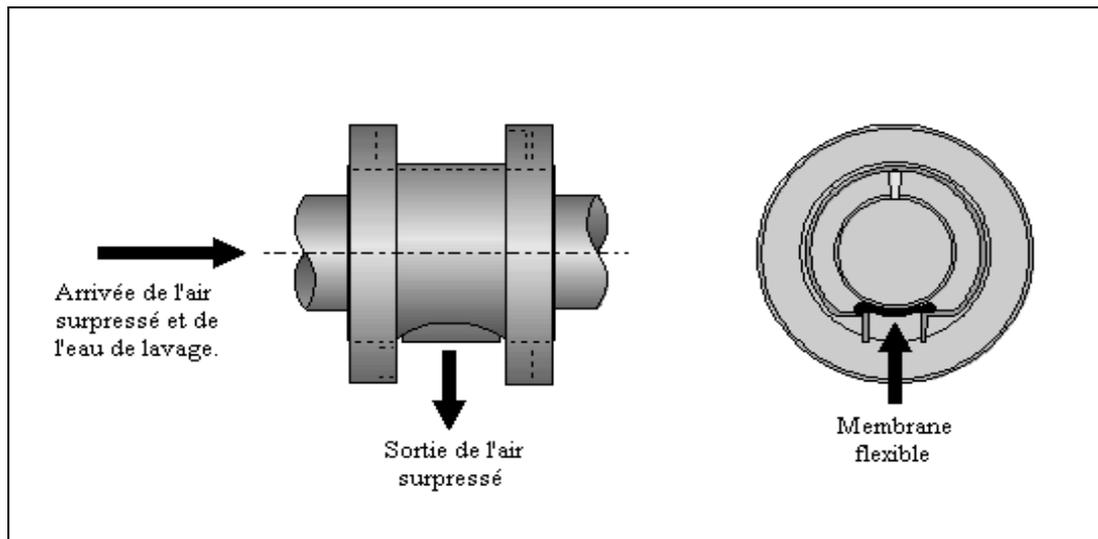


Figure 8: Déffiseur à membrane flexible

IV.3.2.6 Besoin en oxygène et aération des biolite

Les besoins en oxygène de la nitrification sont de l'ordre de 4.7 milligrammes d'oxygène par milligramme d'azote ammoniacal à éliminer. L'aération est assurée par 12 supresseurs, un par bio filtre, dont la capacité nominale permet la nitrification de 15 mg/l d'azote ammoniacal. Les caractéristiques principales des supresseurs d'air de procédé sont les suivantes:

- Débit unitaire nominal : **1 800 Nm³/h**
- Pression de sortie : **0.65 bar**
- Vitesse du supresseur : **4 290 rpm**
- Vitesse du moteur : **3 000 rpm**
- Puissance du moteur : **55 kW**

Les supresseurs sont à vitesse variable afin de permettre en tout temps l'injection d'un volume d'air de procédé proportionnel au besoin en oxygène de chaque BIOFILTRE. Le taux d'injection variable de l'air est contrôlé automatiquement grâce à une sonde de mesure en continu de l'oxygène dissous contenu dans l'eau à la sortie des bio filtres et d'une boucle de régulation paramétré dans l'automate de contrôle. Le fonctionnement de la boucle de régulation est représenté sous forme de diagramme logique à la Figure 7 ci-après. Les constituants de cette boucle de régulation sont:

- PV (Process Value): Mesure de l'oxygène dissous en sortie de BIOFILTRE.
- SP (Set Point): Consigne d'oxygène dissous en sortie de BIOFILTRE telle que souhaitée et fixée par l'opérateur.
- CVi : Vitesse du supresseur avant régulation.
- CVf : Vitesse du supresseur après régulation.

IV.3.2.7 Lavage périodique de bio-filtre

En cours de traitement, il y a accumulation et stockage de boues dans les matériaux du fait de la prolifération bactérienne provoquée l'élimination de l'azote ammoniacal). Ces accumulations tendent à réduire et à occuper les espaces interstitiels entre les grains de Biolite et à restreindre l'écoulement par colmatage du milieu filtrant.

Des lavages périodiques sont donc nécessaires pour procéder aux décolmatages des filtres biologiques. Leur fréquence est variable selon les conditions de charge, le type de matériau support et le type de traitement.

Le lavage est réalisé par un cycle automatique réalisant la répétition de deux séquences essentielles:

- Une séquence de lavage avec introduction simultanée d'air et d'eau de lavage uniformément répartie sur toute la surface du plancher.
- Une séquence de rinçage avec seule introduction d'eau de lavage toujours uniformément répartie sur toute la surface du plancher.

Le cycle de lavage complet nécessite l'utilisation d'eau traitée stockée dans la bache des eaux lavages commune aux filtres biologiques et aux filtres à charbon actif.

Les eaux sales produites lors des lavages de bio-filtre, sont évacuées gravitairement vers un réservoir de récupération commun aux eaux sales produites par les lavages de filtres à charbon actif. Ces eaux récupérées sont ensuite recyclées en tête du bassin d'aération de l'eau brute.

Deux types de lavages périodiques sont réalisés sur les bio-filtres :

- Le lavage dit standard ou normal qui est réalisé à une fréquence maximale de 48 heures ou suivant l'atteinte d'une perte de charge admissible maximale.
- Le lavage dit énergétique qui est réalisé une fois par mois. Lors de ce lavage la pompe d'urgence est utilisée afin de procurer une énergie de lavage supérieure. Le lavage des systèmes d'air est également réalisé en parallèle.

IV.3.2.8 Equipement de lavage des filtres bio-filtres

Le lavage des filtres bio-filtre est réalisé avec l'aide d'un ensemble de pompes et compresseurs telle que schématisé ci-dessous.

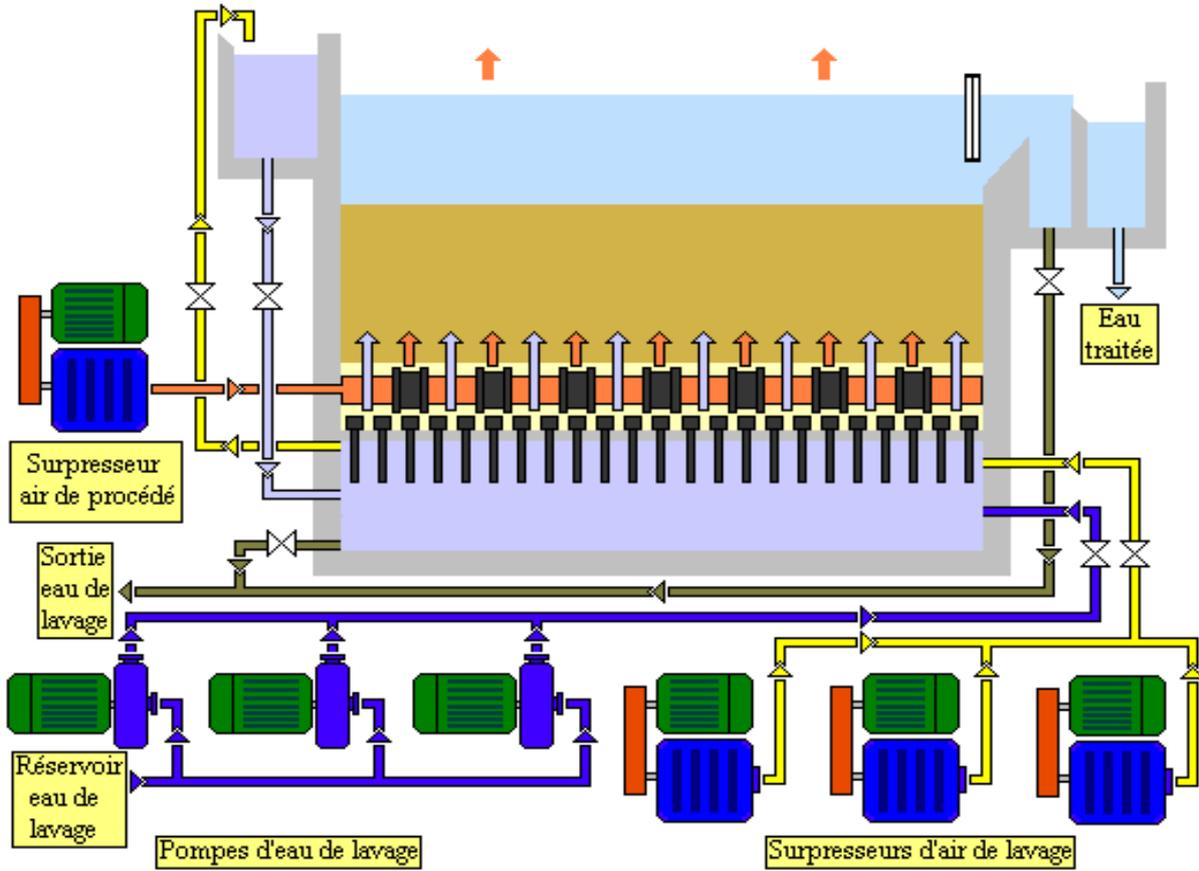


Figure 9 : Équipement de lavage des filtres biofiltres

Tableau 7: *Équipement de lavage des filtres bio-filtres.*

Equipements de lavage des filtres bio-filtres		
Groupe suppresseur d'air de procédé	Pompes d'eau de lavage	Suppresseur d'air de lavage
Débit unitaire nominal : 1 800 Nm³/h	Nombre de S POMPES : 3	Nombre de suppresseur : 3
	Débit unitaire nominal : 1 850 m³/h	Débit unitaire nominal : 5 250 Nm³/h
Pression de sortie : 650 mbar	Pression de sortie : 12 mCE	Pression de sortie : 650 mbar
Vitesse du suppresseur : 4290 rpm	Vitesse de rotation de la pompe : 980 rpm	Vitesse de rotation du suppresseur : 2 350 rpm
Vitesse du moteur : 3 000 rpm	Vitesse du moteur : 1000 rpm	Vitesse du moteur : 1 500 rpm
Puissance du moteur : 55 kW	Puissance du moteur : 90 kW	Puissance du moteur : 160 kW
La fonction première du surpresseur d'air de procédé est de fournir les besoins en oxygène pour la nitrification de l'azote ammoniacale. Les suppresseurs d'air de procédé sont toutefois maintenus en marche lors du lavage des BIOFILTRES et doivent donc être aussi considérés à titre d'équipements de lavage	Trois pompes d'eau de lavage sont disponibles spécifiquement pour le lavage des filtres BIOFILTRES. Lors d'un lavage normal deux pompes sont en service et une pompe est en stand-by. Les pompes sont alimentées par le réservoir d'eau de lavage situé en aval des filtres à charbon actif et en amont des chambres de contact des réservoirs d'eau traité.	Trois suppresseurs d'air de lavage sont disponibles spécifiquement pour le lavage des filtres BIOFILTRES. Lors d'un lavage normal deux suppresseurs sont en service et un suppresseur est en stand-by

IV.3.3 Filière de filtration par charbon actif (filtre à CAG)

IV.3.3.1 Filtre à CAG

Comme prévu par le dossier de contrat, deux filtres à CAG équipés par du Charbon actif granulé seront construits. Les filtres CAG sont dimensionnés afin d'assurer le meilleur compromis possible entre la vitesse de filtration, la hauteur de couche et le temps de contact. Les principales caractéristiques des filtres CAG sont les suivantes:

Tableau 8: Équipement de lavage des filtres à CAG

Les caractéristiques des filtres à CAG								
Nombre des filtres total	Nombre de la cellule par filtre	Surface unitaire	Largeur de cellule	Longueur de cellule	Surface filtrante de chaque filtre	Matériau filtrant	Débit Unitaire	Vitesse de filtration
14	2	142 m ²	2 x 4.88 m	14.55 m	142 m ²	Charbon actif en grain	1171 m ³ /h	8 m/h.

IV.3.3.2 Principe de fonctionnement des filtres à CAG

L'alimentation du filtre est frontale et assurée par un déversoir réglable en acier inoxydable, chaque filtre sera isolé par sa propre vanne murale à commande manuelle.

Le captage des matières en suspension est fonction de la granulométrie du charbon actif. Sur les filtres CAG la granulométrie est uniforme permet d'assurer des espaces interstitiels entre chaque grain uniforme et optimisés pour permettre le captage de matières en suspension et de particules fines.

La rétention des particules en suspension par cohésion est celle souhaitée parce qu'elle permet un encrassement en profondeur de la couche filtrante allouant des durées de cycle de filtration supérieure entre les lavages. A l'opposé la rétention des particules en raison de dimensions supérieures à la dimension des espaces interstitiels tend à provoquer un colmatage à la surface du milieu filtrant qui génère habituellement des durées de cycle de filtration beaucoup plus courtes. Afin de favoriser la rétention des particules par cohésion, la vitesse de filtration des CAG est donc limitée en tout temps à 7.8 m/h pour un fonctionnement normal à 14 filtres.

L'adsorption des molécules organiques généralement responsable du développement de goût et d'odeur est quant à elle fonction de la surface spécifique élevée du charbon actif à environ 1 000 mètres carrés par gramme de CAG. La grande surface offerte par chaque grain permet la fixation des molécules organiques sur le charbon actif jusqu'à saturation complète des surfaces.

La configuration des filtres offre les principaux avantages suivants :

- Répartition uniforme du débit à l'entrée de la batterie la batterie filtrante permettant l'alimentation de chaque filtre au même débit.
- Grande hauteur d'eau sur le charbon en cours de filtration. Le charbon est en effet immergé sous une couche d'eau suffisamment haute de façon à maintenir une pression hydrostatique positive dans toute la masse et ce tout au long du cycle de filtration. Ceci est particulièrement important sur des eaux chaudes aptes à relarguer les gaz dissous.
- La granulométrie homogène du charbon actif disposé en couche épaisse. Cette disposition favorise l'encrassement en profondeur, ce qui accroît la durée des cycles entre deux lavages tout en assurant une bonne qualité de l'eau produite..

IV.3.3.3 Objectif des filtres à CAG

Grace à ses caractéristiques physicochimique, le CAG permet d'améliorer la qualité organo-elliptiques de l'eau filtrée, en effet il permet de retenir les micropolluants et d'améliorer le gout et éliminer l'odeur, la couleur et les pesticides.

IV.3.3.4 Plancher filtrant

Les planchers filtrants sont constitués de dalle en béton préfabriquées de 15 cm d'épaisseur et reposant sur des poutres, les dalles sont équipées par des crépines qui sont réalisées en polypropylène avec une densité de 50 unité / m².

Les crépines comportent des queues longues munies, à la partie supérieure d'un orifice permettant l'élimination de l'air, et, à la partie inférieure d'une fente en vue de la répartition de l'air et de l'eau lors de la séquence de lavage simultanée à l'air et à l'eau.

Les crépines sont vissées dans des embases 'douilles' en PP scellée dans le béton.

La hauteur sous plancher filtrant est de un mètre. L'accès au fond du filtre se fait par deux trous d'homme de DN600 mm.

IV.3.3.5 Collecte d'eau filtrée

L'eau filtrée est renvoyée par une tuyauterie en DN 600 mm, dans la bêche d'eau de lavage qui possède un seuil à travers lequel l'eau part vers le canal de contact.

Un robinet de prise d'échantillon d'eau filtrée est prévu sur la sortie du filtre et est facilement accessible.

Le niveau d'eau dans les filtres est maintenu constant par une boucle de régulation comportant un transmetteur du niveau d'eau dans les filtres et une vanne papillon motorisée DN 600 mm.

Un transmetteur de pression est prévu en amont de la vanne, il permet de suivre la perte de charge dans la vanne ainsi que le colmatage du filtre et de déclencher un cycle de lavage.

Des prises de pression sont également prévues au-dessus et en dessous du plancher ainsi qu'au dessus du CAG. Elles permettent de donner une indication visuelle du colmatage.

Les conduites et vannes d'eau filtrée, d'eau et d'air de lavage ainsi que les tuyauteries et vannes de vidange des filtres sont situées dans une galerie technique.

IV.3.3.6 Lavage des filtres à CAG

Les filtres à CAG sont lavés à l'air et à l'eau à partir des pompes d'eau et des soufflantes d'air de lavage des filtres existants. Les deux conduites existantes d'eau et d'air de lavage de DN respectifs 900 mm et 350 mm seront prolongées pour desservir les deux nouveaux filtres. Ces conduites et vannes d'eau et d'air de lavage ainsi que de vidange (DN 150) situées dans une galerie technique.

L'eau de lavage est collectée par une goulotte centrale équipée par une vanne motorisée DN 900 et renvoyée vers la bêche de collecte d'eau sale de lavage.

Le lavage des filtres se fait soit manuellement soit de manière automatique soit de manière semi-automatique à partir du pupitre de lavage. Dans le cas du lavage semi-automatique, l'opérateur enclenche la séquence et celle-ci se déroule ensuite automatiquement.

Le lavage comporte les phases suivantes:

- Abaissement du plan d'eau jusqu'au niveau du sable.
- Détassage à l'air seul.
- Lavage à l'air et à l'eau.
- Dégazage.
- Rinçage à l'eau.

La configuration des CARBAZUR est schématisée à la Figure 11 ci-dessous.

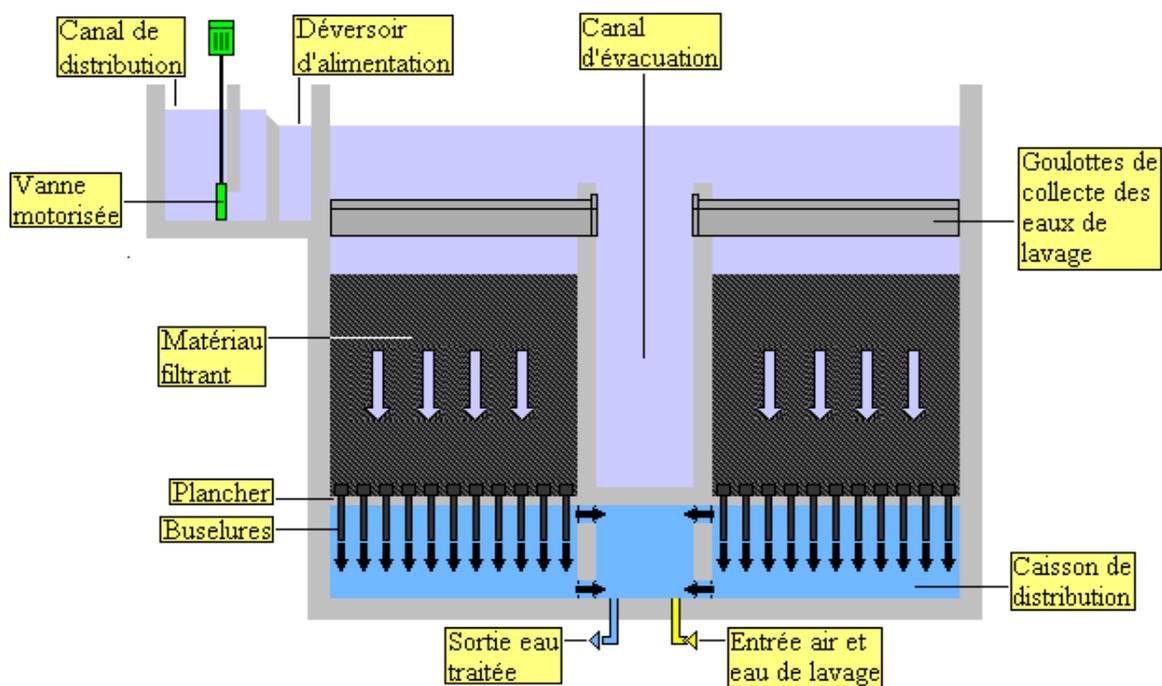


Figure 10: Configuration à filtre à CAG

Un filtre à CAG est constitué de:

- Un déversoir d'alimentation en eau brute desservie par un canal de distribution commun aux 14 CAG (12 existents et 2 projetés) qui équipent la station.
- Une vanne murale motorisée permettant d'isoler séparément chaque filtre tel que lors des lavages.
- Un plancher monolithique pour le support du milieu filtrant.
- Une série de buselures ou crépines assurant la collecte des eaux filtrées et la répartition uniforme de l'air et des eaux de lavage des filtres. La disposition est de 50 crépines par mètre carré de surface filtrante.

- Une couche de 1.6 mètres de matériau filtrant constitué de charbon actif en grain à surface spécifique élevée.
- Un caisson de distribution situé sous le plancher et couvrant toute la surface du filtre. Le caisson inclut une chambre commune pour l'évacuation des eaux traitées et l'alimentation en air et en eau de lavage.
- Une série de goulottes de collecte des eaux de lavage. Les goulottes sont réparties de manière à assurer une collecte uniforme des eaux de lavage au-dessus de toute la surface filtrante.
- Un canal d'évacuation des eaux sales de lavage situé longitudinalement au centre de chaque filtre. Le canal scinde la surface filtrante totale en deux cellules de surface identique.

En addition la batterie de filtres CAG est également équipée d'un ensemble d'installation commune aux 14 CAG (12 existent 2 projeté) et qui est constitué de:

- Un canal de distribution ou de répartition des eaux à traiter.
- Un canal de collecte des eaux traitées en sortie de filtres.
- Un canal de collecte des eaux de lavage en sortie de filtres.
- Une galerie commune pour l'arrivée des conduites d'air et d'eau de lavage sur chaque filtre à charbon.
- Des pompes et des supprimeurs pour le lavage des filtres.
- Une bache pour l'alimentation des filtres en eau de lavage.
- Deux baches de récupération des eaux de lavage. Les eaux de lavage sont recyclées en tête du bassin d'aération de l'eau brute. (donnée de la sation)

IV.3.3.7 Description du charbon actif en grain

Le charbon actif en grain utilisé sur la station d'ATHMANIA assure la double fonction de rétention des particules en suspension et de rabattement du goût et de l'odeur de l'eau à traiter. La rétention des particules en suspension est assurée par une granulométrie calibrée alors que le rabattement du goût et de l'odeur sont réalisés suivant des principes d'adsorption qu'autorise la surface spécifique élevée des grains de charbons. Les caractéristiques principales du charbon actif sont les suivantes:

- Nombre d'iode minimal: 1 000 mg d'iode enlevé par gramme de charbon.
- Indice de dureté minimal : 90
- Teneur maximale en eau à l'emballage : 3% P/P
- Pourcentage maximal de grains de diamètre supérieur à 2.36 mm : 15%
- Pourcentage maximal de grains de diamètre inférieur à 0.6 mm : 3%
- Densité apparente : 420 kg/m³
- Diamètre moyen des grains : 1.3 à 1.8 mm
- Surface spécifique : 1 000 m²/g

IV.3.3.8 Lavage périodique des filtres à CAG

Le lavage est réalisé par un cycle automatique réalisant la répétition de deux séquences essentielles:

Une séquence de lavage avec introduction simultanée d'air et d'eau de lavage uniformément répartie sur toute la surface du plancher. Le passage simultané d'air et d'eau assure l'efficacité du lavage ; il provoque une vibration et un frottement des grains les uns contre les autres qui en assurent le désenrobage. Pour limiter les pertes de matériaux filtrants lors de cette séquence, celle-ci est précédée d'un abaissement du plan d'eau par vidange partielle des filtres à CAG et s'arrête avant débordement de l'eau dans les goulottes d'évacuation des eaux de lavages. Les matières en suspension sont déplacées en surface du filtre, dans la zone liquide au-dessus du matériau, d'où elles seront ultérieurement évacuées par débordement dans la goulotte d'évacuation des eaux sales.

Une séquence de rinçage avec seule introduction d'eau de lavage toujours uniformément répartie sur toute la surface du plancher. La phase de rinçage à l'eau seule assure l'extraction des boues et leur évacuation vers le canal central d'évacuation des eaux de lavage.

Le cycle de lavage complet nécessite l'utilisation d'eau traitée stockée dans la bêche des eaux lavages commune aux filtres biologiques et aux filtres à charbon actif. Le volume moyen d'eau traitée consommée lors d'un lavage normal de biofiltres est estimé à approximativement 450 mètres cubes par lavage de filtre.(donnée de la station).

Les eaux sales produites lors du lavage des CAG, sont évacuées gravitairement vers un réservoir de récupération commun aux eaux sales produites par le lavage des filtres biologiques. Ces eaux récupérées sont ensuite recyclées en tête du bassin d'aération de l'eau brute

IV.3.3.9 Equipement de lavage des filtres CAG

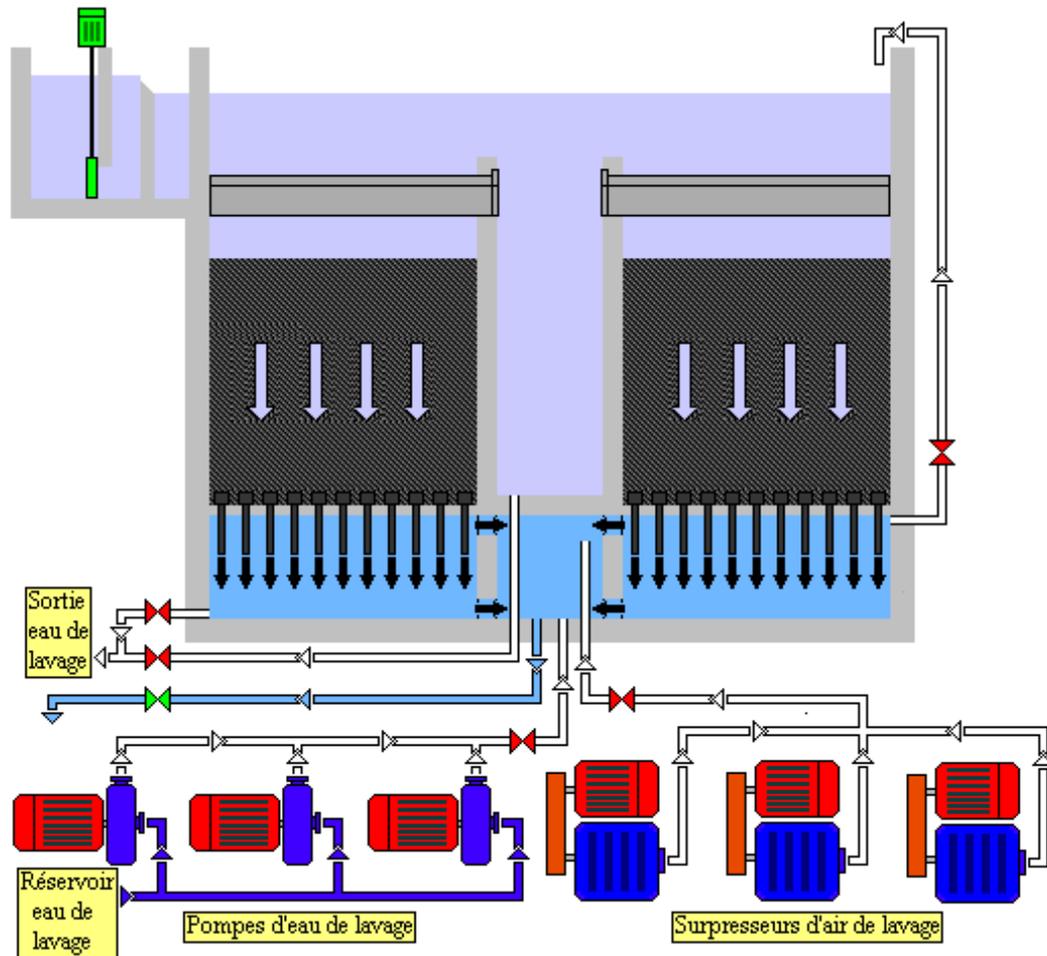


Figure 11: Équipement de lavage des filtres CAG

Tableau 9:Équipement de lavage des filtres CAG

Equipements de lavage des filtres CAG	
Suppresseur d'air de lavage	Pompes d'eau de lavage
Débit unitaire nominal : 4000 Nm³/h	Nombre des pompes : 3
Pression de sortie : 500 mbar	Débit unitaire nominal : 2 200 m³/h
	Pression de sortie : 12 mCE
Vitesse du suppresseur : 2450 rpm	Vitesse de rotation de la pompe : 980 rpm
Vitesse du moteur : 1500 rpm	Vitesse du moteur : 1000 rpm
Puissance du moteur : 90 kW	Puissance du moteur : 90 kW
Trois suppresseurs d'air de lavage sont disponibles spécifiquement pour le lavage des filtres CAG. Lors d'un lavage deux suppresseurs sont en service et un suppresseur est en stand-by.	Trois pompes d'eau de lavage sont disponibles spécifiquement pour le lavage des filtres a CAG. Lors d'un lavage normal deux pompes sont en service et une pompe est en stand-by. Les pompes sont alimentées par le réservoir d'eau de lavage situé en aval des filtres à charbon actif et en amont des chambres de contact des réservoirs d'eau traité.

IV.3.3.10 Fréquence de lavage

Tel que mentionné précédemment le lavage normal des filtres bio-filtre est réalisé dès que l'une des conditions critiques suivantes est remplie :

- Atteinte d'un temps de fonctionnement en continu de 48 heures.
- Atteinte de la perte de charge maximale admissible prédéterminée.

IV.3.3.11 Procédure et séquence de lavage standard

Une procédure de lavage de filtre est lancée dès atteinte de l'une des deux conditions critiques discutées au chapitre précédent. Le lavage des CAG est réalisé en automatique selon une séquence prédéterminé et dont les durées des différentes étapes sont paramétrables par l'opérateur a par l'intermédiaire du poste de supervision de la salle de contrôle. De manière générale les lavages de filtre sont réalisés suivant les étapes et la procédure ci-après. Les figures 9 à 12 permettent de schématiser les équipements en marche (moteur vert) ou à l'arrêt (moteur rouge) ainsi que la position des vannes ouverte (en vert) ou fermée (en rouge). (donnée de la station)

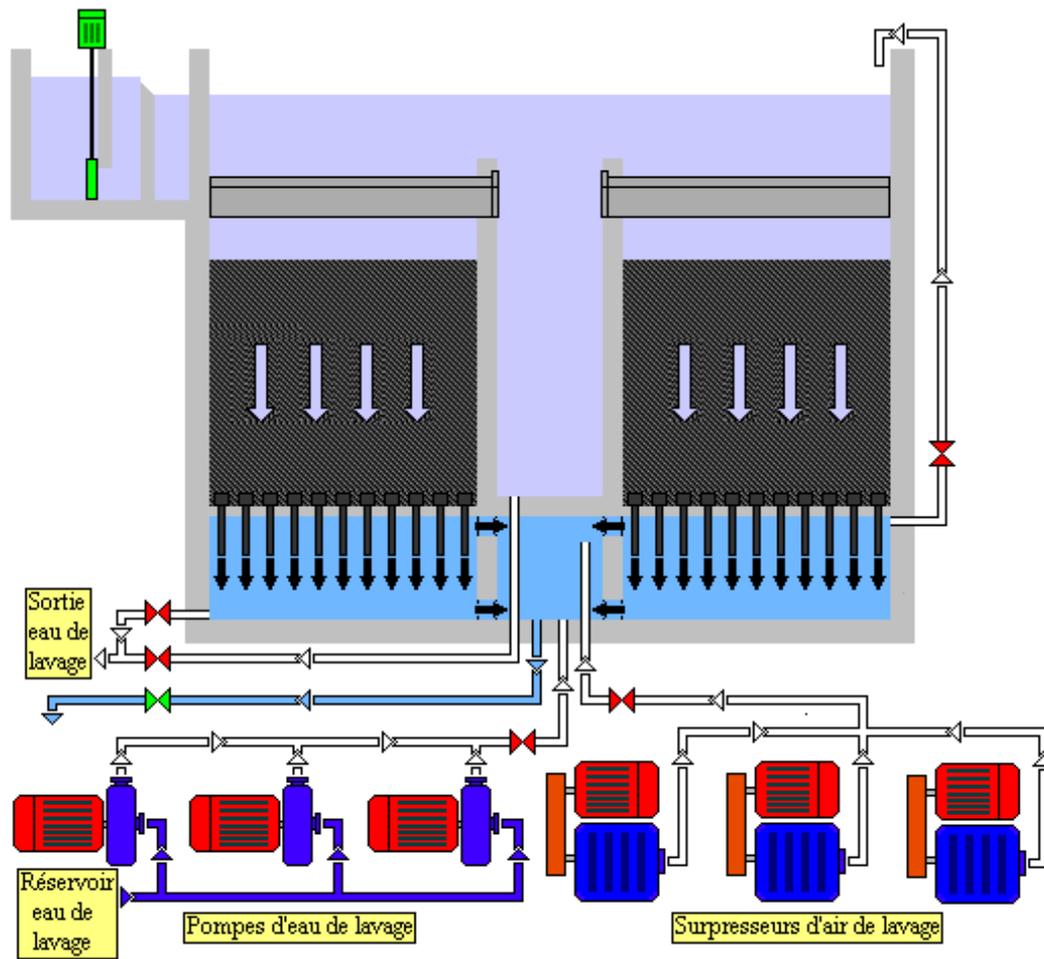


Figure 12: *Filtre CAG en service en mode filtration*

Etape 1 : Vidange rapide

- Fermeture de la vanne murale motorisée d'entrée de l'eau brute.
- Ouverture de la vanne de drainage du canal d'évacuation.
- La vanne de sortie de l'eau traitée est maintenue ouverte.
- Abaissement du niveau d'eau jusqu'à la surface du charbon d'actif.
- **Durée estimée : 3 minutes.**
- **Débit d'air surprissé : 0 Nm³/h**
- **Débit d'eau de lavage : 0 m³/h**
- **Vitesse d'eau de lavage : 0 m/h**

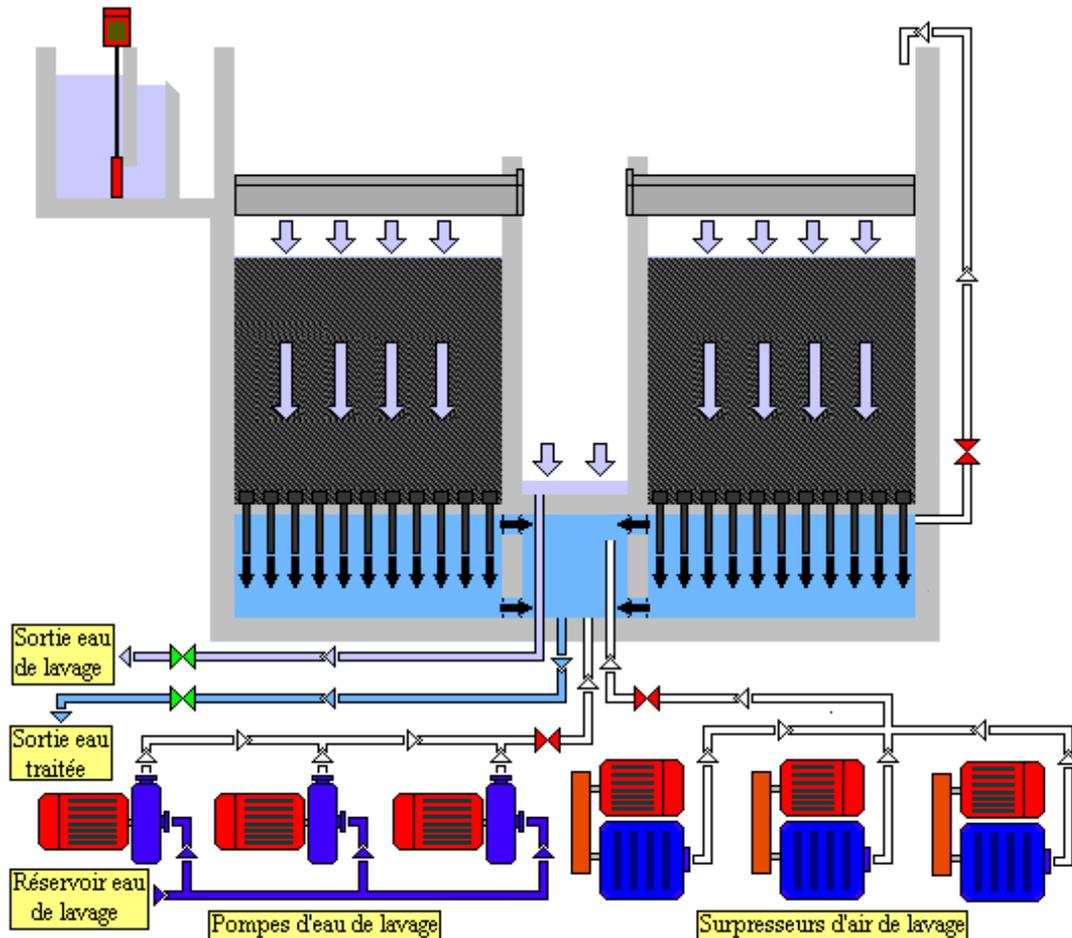


Figure 13: Vidange rapide des filtres à CAG

Etape 2 : Formation du matelas d'air

- Fermeture de la vanne de sortie de l'eau traitée.
- Démarrage de l'un des surpresseurs d'air de lavage.
 - Ouverture simultanée de la vanne d'entrée de l'air surprissé.
 - Formation du matelas d'air. La formation du matelas est complétée lorsqu'un bullage uniforme est observé sur toute la surface du milieu filtrant.
- **Durée estimée:** 2 minutes.
- **Débit d'air surprissé :** 4 000 Nm³/h
- **Débit d'eau de lavage :** 0 m³/h
- **Vitesse d'eau de lavage :** 0 m/h

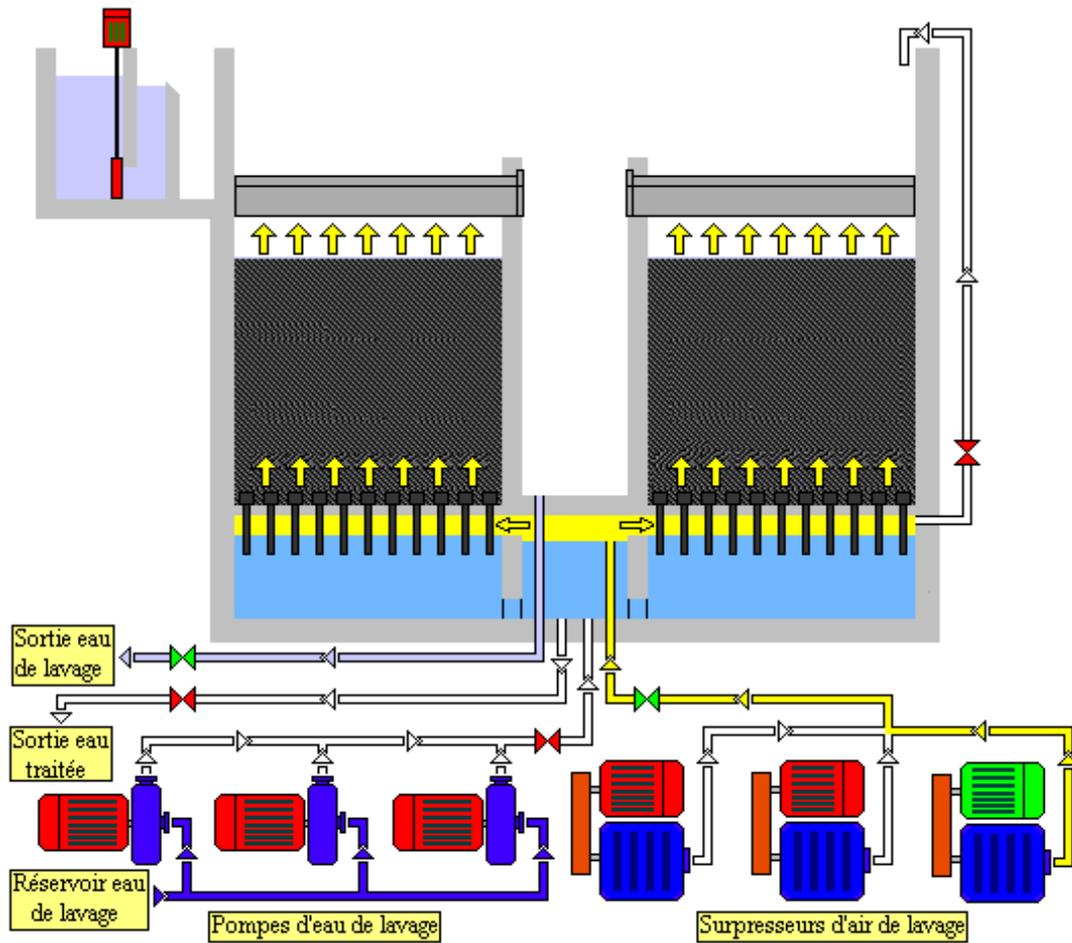


Figure 14: Formation des matelas d'air.

Etape 3 : Détassage à l'air

- Démarrage d'un second surpresseur.

- **Durée estimée : 1 minute**
- **Débit d'air surprissé : 8 000 Nm³/h**
- **Débit d'eau de lavage : 0 m³/h**
- **Vitesse d'eau de lavage : 0 m/h**

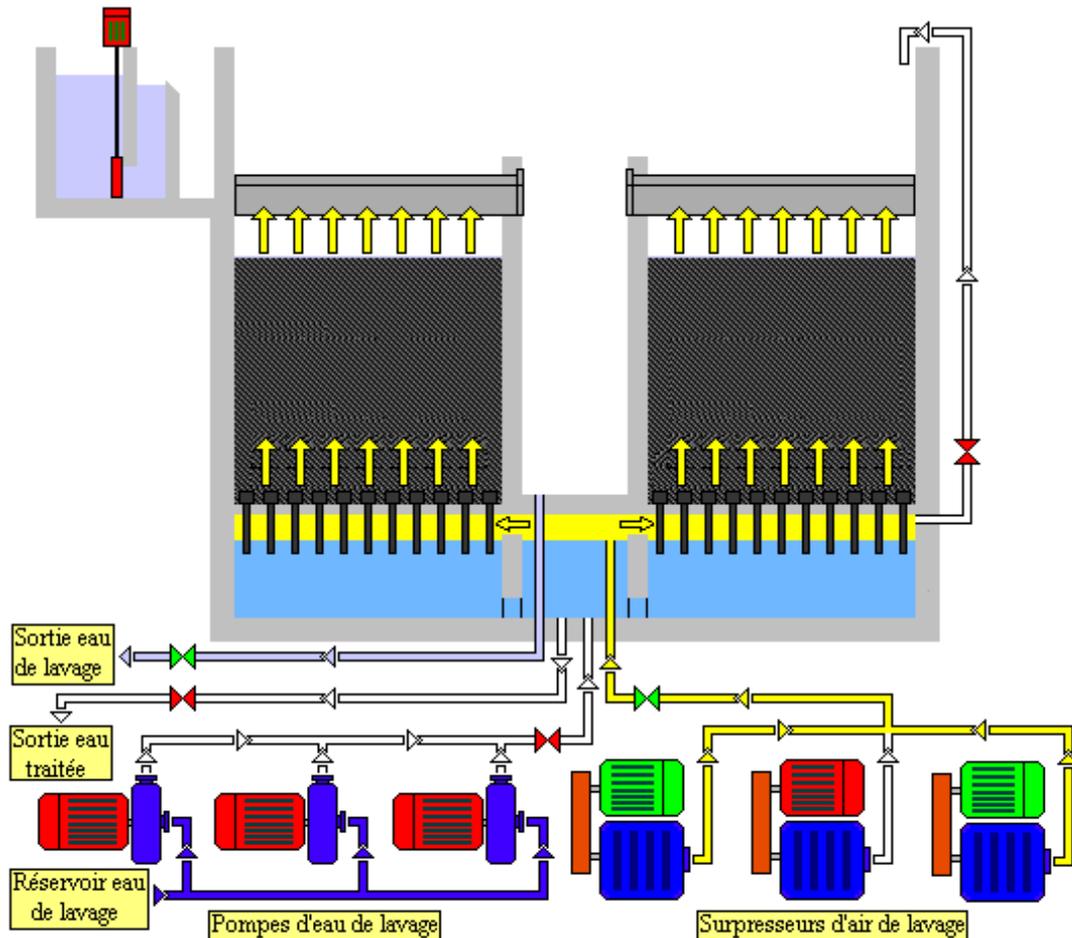


Figure 15: Détassage du milieu filtrant

Etape 4: Lavage à l'air et à l'eau.

- Démarrage de deux pompes d'eau de lavage.
 - Ouverture simultanée de la vanne d'entrée des eaux de lavage.
 - Les deux surpresseurs d'air de lavage sont maintenus en marche.
 - Cette étape est stoppée avant le débordement des eaux sales de lavages dans les goulottes d'évacuation.
- Durée estimée : 2 minutes
 - Débit d'air surprissé : 8 000 Nm³/h
 - Débit d'eau de lavage : 4 400 m³/h
 - Vitesse d'eau de lavage : 30 m/h

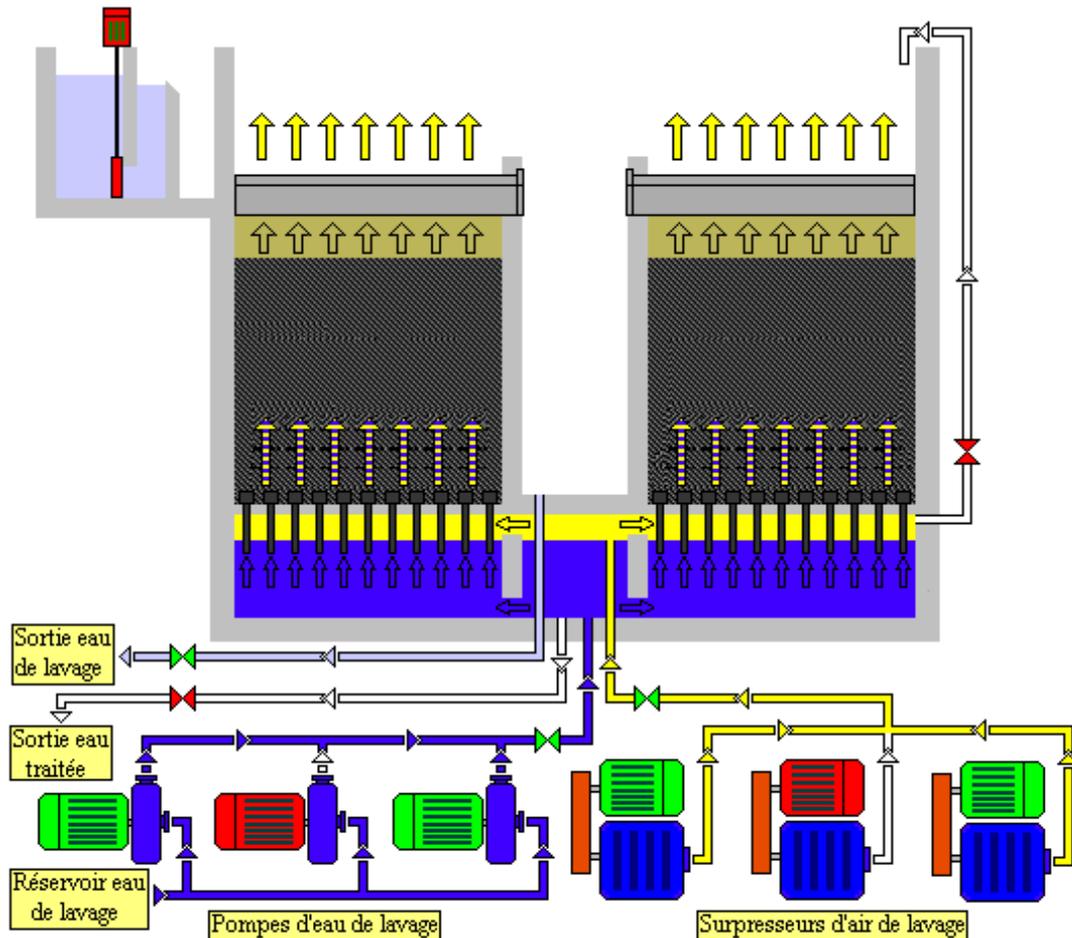


Figure 16: *Lavage à l'air et à l'eau des filtres CAG*

Etape 5: Purge du matelas d'air

- Les deux surpresseurs d'air de lavage sont mis à l'arrêt.
- Fermeture simultanée de la vanne d'entrée de l'air surprissé.
- Ouverture de la vanne de purge du matelas d'air. La purge est complétée lorsque de l'eau de lavage sans aucune trace d'air est évacuée à la sortie de la conduite de purge.
- Les eaux sales de lavage sont collectées par les goulottes de surface avant d'être acheminée vers le canal central d'évacuation.
- Durée estimée : 2 minutes
- Débit d'air surprissé : 0 Nm³/h
- Débit d'eau de lavage : 4 400 m³/h
- Vitesse d'eau de lavage : 30 m/h

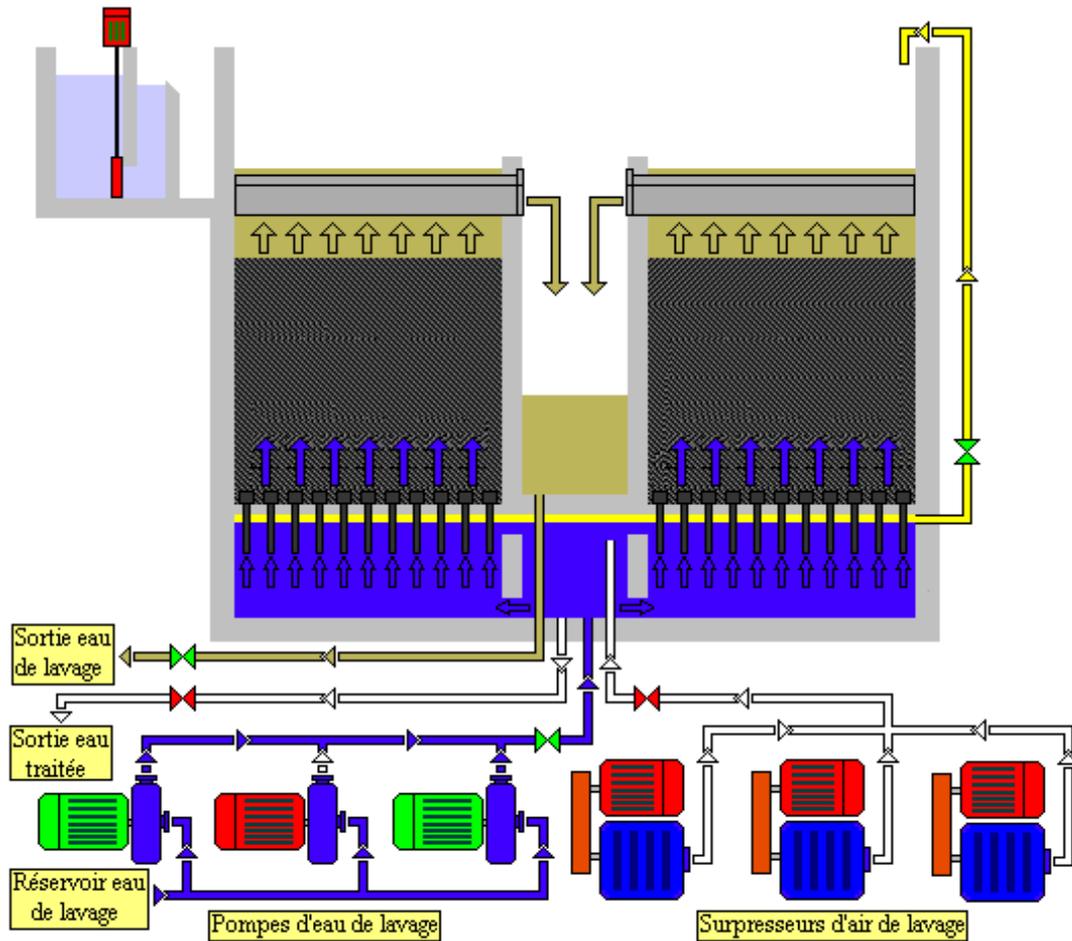


Figure 17: Purge du matelas d'air

Etape 6: Rinçage à l'eau

- Fermeture de la vanne de purge du matelas d'air.
- Les deux pompes de lavage sont maintenues en marche.
- Les eaux sales de lavage sont collectées par les goulottes de surface avant d'être acheminée vers le canal central d'évacuation.
- Durée estimée : 6 minutes
- Débit d'air surpris : 0 Nm³/h
- Débit d'eau de lavage : 4 400 m³/h
- Vitesse d'eau de lavage : 30 m/h

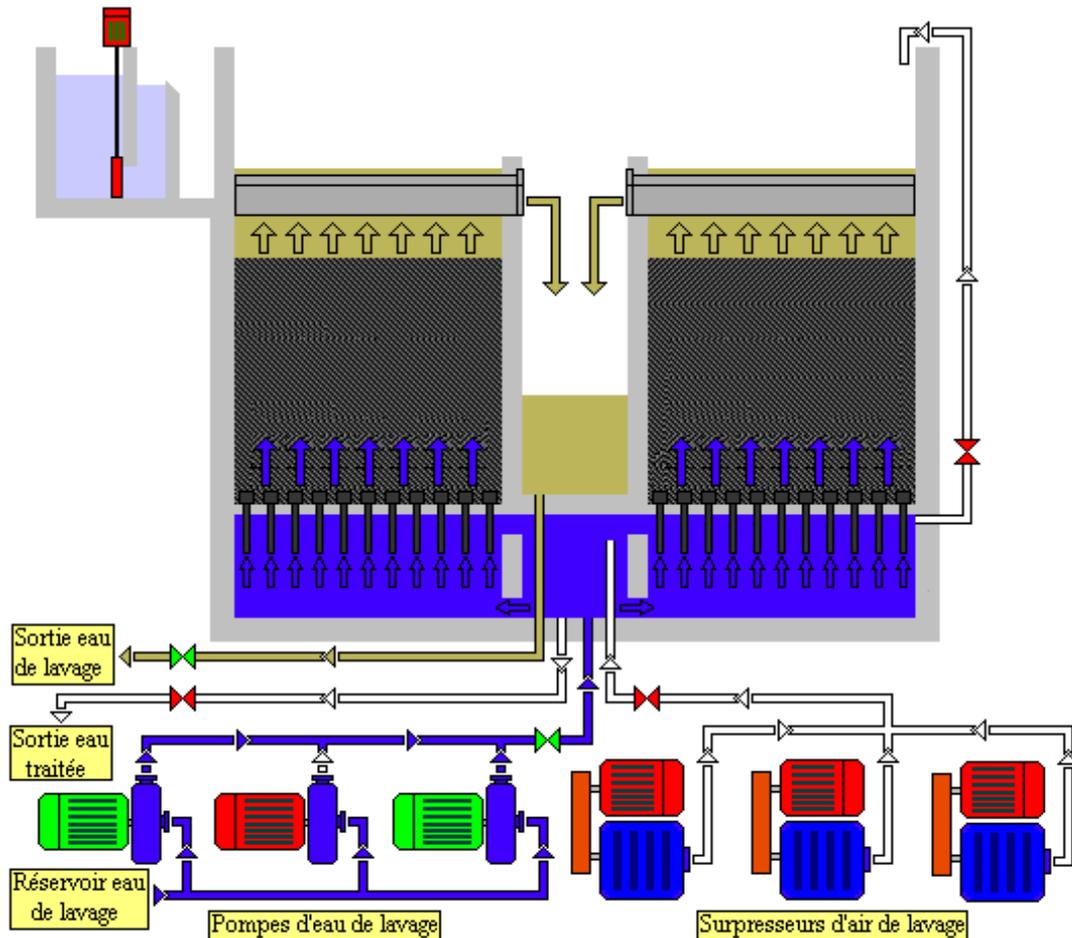


Figure 18: Rinçage du milieu filtrant

Etape 7: Fin de lavage et remise en service.

- Le cycle de lavage est terminé lorsque la qualité des eaux de lavage à la surface des filtres est claire, limpide et proche de celle de la qualité de l'eau traitée des réservoirs de stockage.
- Mise à l'arrêt des deux pompes d'eau de lavage
- Fermeture simultanée de la vanne des d'entrée des eaux de lavage.
- Fermeture de la vanne de sortie du canal d'évacuation des eaux sales de lavage.
- Réouverture de la vanne d'entrée de l'eau brute.
- Durée estimée : Aucune
- Débit d'air surprissé : 0 Nm³/h
- Débit d'eau de lavage : 0 m³/h
- Vitesse d'eau de lavage : 0 m/h

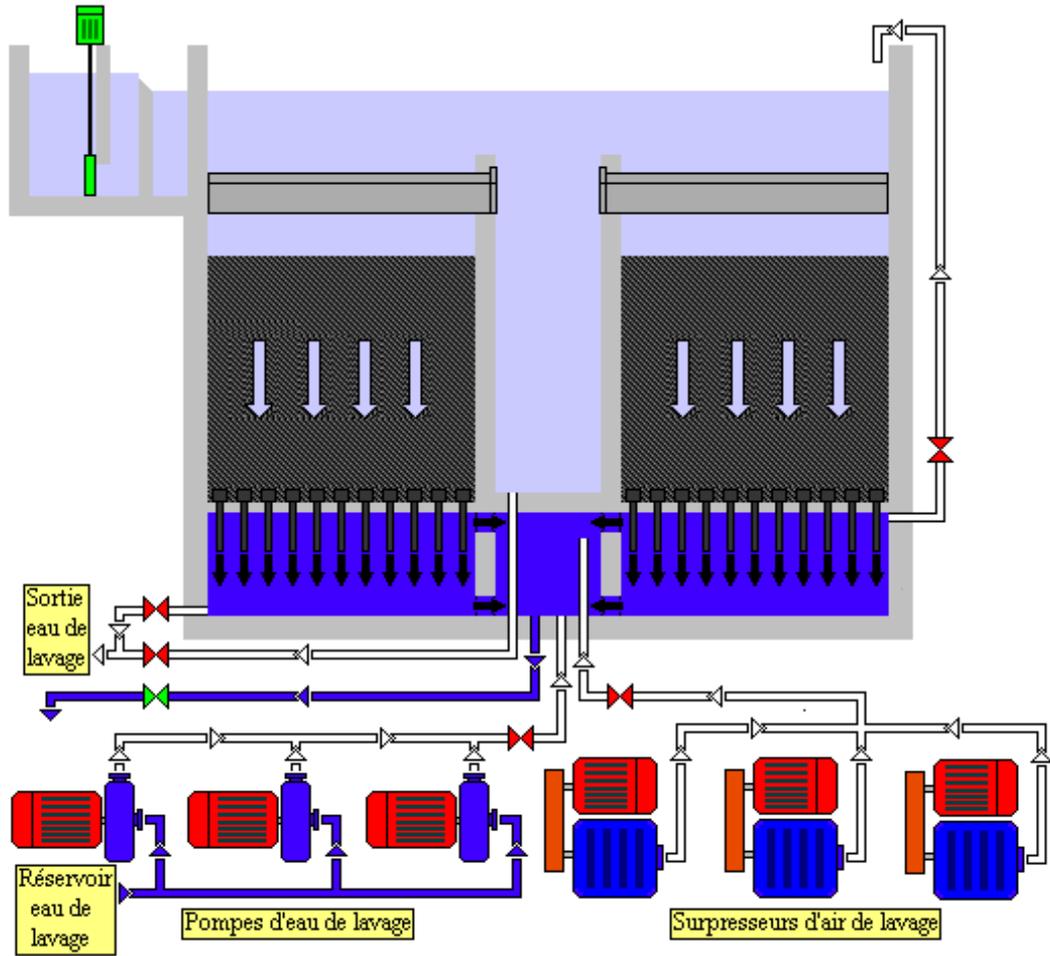


Figure 19: *Fin de cycle et remise en service*

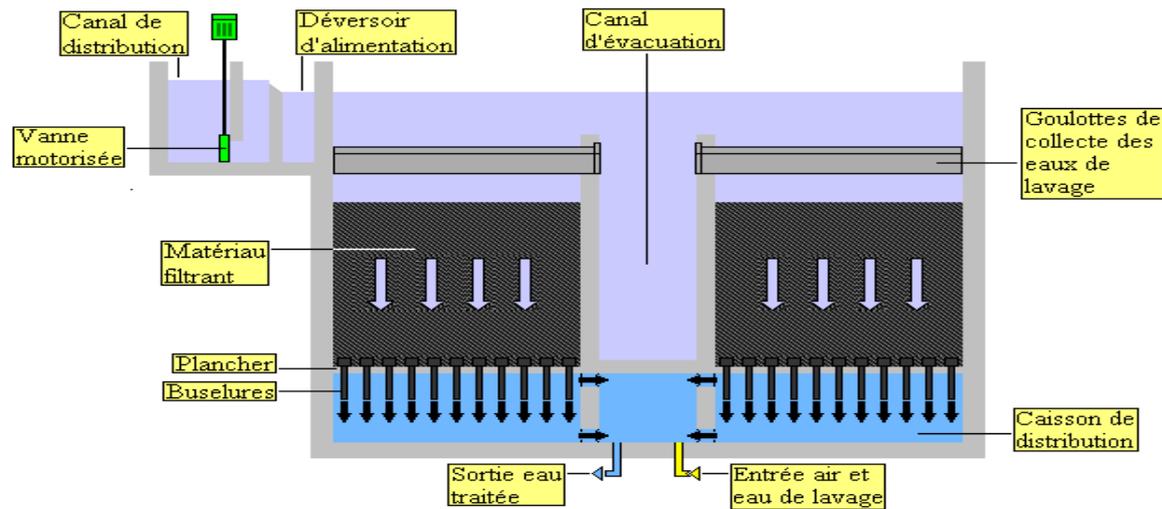


Figure 20: Configuration d'un filtre à CAG

Un filtre à CAG est constitué de:

- Un déversoir d'alimentation en eau brute desservie par un canal de distribution commun aux 14CAG (12 existents 2 projetés) qui équipent la station.
- Une vanne murale motorisée permettant d'isoler séparément chaque filtre tel que lors des lavages.
- Un plancher monolithique pour le support du milieu filtrant.
- Une série de buselures ou crépines assurant la collecte des eaux filtrées et la répartition uniforme de l'air et des eaux de lavage des filtres. La disposition est de 50 crépines par mètre carré de surface filtrante.
- Une couche de 1.6 mètres de matériau filtrant constitué de charbon actif en grain à surface spécifique élevée.
- Un caisson de distribution situé sous le plancher et couvrant toute la surface du filtre. Le caisson inclut une chambre commune pour l'évacuation des eaux traitées et l'alimentation en air et en eau de lavage.
- Une série de goulottes de collecte des eaux de lavage. Les goulottes sont réparties de manière à assurer une collecte uniforme des eaux de lavage au-dessus de toute la surface filtrante.
- Un canal d'évacuation des eaux sales de lavage situé longitudinalement au centre de chaque filtre. Le canal scinde la surface filtrante totale en deux cellules de surface identique.

En addition la batterie de filtres CAG est également équipée d'un ensemble d'installation commune aux 14 CAG (12 existents 2 projetée) et qui est constitué de:

- Un canal de distribution ou de répartition des eaux à traiter.
- Un canal de collecte des eaux traitées en sortie de filtres.
- Un canal de collecte des eaux de lavage en sortie de filtres.
- Une galerie commune pour l'arrivée des conduites d'air et d'eau de lavage sur chaque filtre à charbon.
- Des pompes et des supprimeurs pour le lavage des filtres.
- Une bache pour l'alimentation des filtres en eau de lavage.
- Deux baches de récupération des eaux de lavage. Les eaux de lavage sont recyclées en tête du bassin d'aération de l'eau brute.

IV.3.3.12 Description du charbon actif en grain

Le charbon actif en grain utilisé sur la station d'ATHMANIA assure la double fonction de rétention des particules en suspension et de rabatement du goût et de l'odeur de l'eau à traiter. La rétention des particules en suspension est assurée par une granulométrie calibrée alors que le rabatement du goût et de l'odeur sont réalisés suivant des principes d'adsorption qui autorise la surface spécifique élevée des grains de charbons. Les caractéristiques principales du charbon actif sont les suivantes:

- Nombre d'iode minimal: 1 000 mg d'iode enlevé par gramme de charbon.
- Indice de dureté minimal : 90
- Teneur maximale en eau à l'emballage : 3% P/P
- Pourcentage maximal de grains de diamètre supérieur à 2.36 mm : 15%
- Pourcentage maximal de grains de diamètre inférieur à 0.6 mm : 3%
- Densité apparente : 420 kg/m³
- Diamètre moyen des grains : 1.3 à 1.8 mm
- Surface spécifique : 1 000 m²/g (donnée de la station)

Conclusion

Dans ce chapitre on est arrivé à présenter l'unité de production d'oued Athmania (Mila). On a constaté le bon fonctionnement des procédés de traitement.

Conclusion générale

L'eau représente 60 % de notre poids, soit 50 litres pour un individu de 70kg. Nos 50.000 milliards de cellules contiennent les eaux tierces de l'eau de notre corps. On comprend combien notre organisme on est dépendant.

L'eau est un élément primordial à la vie. L'eau est aussi le véhicule des éléments figurés du sang, ainsi que celui de certaines sécrétions (larmes, sucs digestifs). Elle est nécessaire au maintien de la température et à l'élimination des déchets solubles. On ne peut s'en priver plus de cinq jours. Une perte de 10 à 15 % peut entrainer la mort.

L'objectif de notre travail de recherche se base sur la caractérisation et l'étude comparative de la qualité physico-chimique et biologique des eaux brutes et les eaux traitées. Ce dernier a été effectué au sein de la station de traitement d'Oued Athmania (Mila).

Les résultats principaux de ce projet de fin d'étude sont :

- 1- La découverte de milieu professionnel et s'intégrer avec le milieu de travail.
- 2- La comparaison entre les eaux brutes de barrage Béni Harroun et les eaux dans les normes.
- 3- L'eau de barrage Béni Harroun nécessite le traitement physico-chimique et biologique.
- 4- La maitrise des procédés de traitement des eaux effectués au niveau de la station d'Oued Athmania.
- 5- L'eau traitée dans Oued Athmania est de bonne qualité et dans les normes exigées. Cela confirme l'efficacité des procédés de traitement opérés au niveau de la station d'Oued Athmania.

Bibliographie

BELTAGY.H ; *étude de la station de traitement Monobloc de SIDI Aissa (Commune de guerrouaou Blida)* (master 2) ; école nationale supérieure de l'hydraulique ; 2008.

BOUAVHERINE. N ; *mémoire descriptif* ; entreprise Amenhyd ; 2019.

Benhafid M.S ; hydraulique. *Cours de protection et sécurité de travail.* (ENSH) ; 2008.

Claude C (1999): *Traitement de l'eau, procédés physico- chimiques et biologique*

Claude C (2001) : *Génie de l'environnement, techniques appliqués au traitement des eaux.*

Raymond D (1997): *Le traitement des eaux.*

Vaillant J.R (1970): *Protection de qualité des eaux et maîtrise de la pollution.*

.