



SEEG

FONCTIONNEMENT ET GESTION OPTIMALE DU RÉSEAU AEP DE PORT-GENTIL (Gabon)

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2IE AVEC GRADE DE
MASTER EN GENIE DE L'EAU, DE L'ASSAINISSEMENT ET DES AMENAGEMENTS
HYDRO-AGRICOLES

SPÉCIALITE : ADDUCTION EN EAU POTABLE

Présenté et soutenu publiquement le [31/01/2022] par :

MATAMBA BOULINGUI Andrixe Damon (20170673)

Sous l'encadrement de :

-M. Moussa Diagne FAYE,

Assistant de l'enseignement et de la recherche en hydraulique

-M. DJIEMBI KOMBILA Rodrigue

Chef du service de production eau SEEG de Port-Gentil

Structure d'accueil du stage : Société d'Energie et d'Eau du Gabon (SEEG)

Jury d'évaluation du stage :

Président : **Pr. Angelbert C BIAOU**

Membres et correcteurs :

M. Yamba H OUIBIGA

Dr. Ousmane R YONABA

Promotion [2021/2022]



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

À notre Dieu Tout-Puissant, qui m'a permis de poursuivre mes études dans la santé et ses bonnes grâces.

À mes très chers parents, mon père BOULINGUI Simon et ma mère TSONA Marie-Claude, vous qui m'avez inculqué le sens du travail bien fait et l'esprit de persévérance, recevez le présent travail comme un grain du couronnement de tous vos efforts... J'espère que là où vous vous trouvez, vous êtes fiers de moi.

À mes frères et sœurs, votre amour inconditionnel m'a été d'un grand apport, ainsi que votre soutien indéfectible. Vos sacrifices continuent de résonner en moi, que Dieu vous accorde, santé, bonheur et longévité.

À mes amis avec qui j'ai partagé mes peines et joies, recevez ici le signe de ma sympathie.

Andrixe.D MATAMBA.B

Remerciements

Je souhaite remercier toutes les personnes qui, ont contribué, de près ou de loin, au bon déroulement de ce stage.

Je tiens à remercier Monsieur NDONG Calvin, Directeur de Région Littorale SEEG de m'avoir permis d'effectuer mon stage de fin d'études au sein de cette entreprise. Merci à Monsieur DJIEMBI KOMBILA Rodrigue, mon maître de stage, Chef de service Production eau potable ; pour m'avoir fait confiance, pour son implication et son suivi tout au long du stage.

Je le remercie également d'avoir fait en sorte que je dispose de tous les moyens matériels et humains nécessaires mes remerciements vont à mon référent M. Moussa Diagne FAYE enseignants à 2^{ie} de m'avoir accompagné au cours de ce stage tout en me laissant une importante marge de manœuvre. La confiance placée en moi a eu le don de me responsabiliser et de me permettre la connaissance des difficultés présentées par l'aspect décisionnaire et organisationnel du travail.

Merci à Monsieur MBURU Raphael, Divisionnaire du Département Eau ; pour m'avoir ouvert son bureau, pour l'intérêt porté à mon travail, ses conseils me serviront tout au long de ma carrière professionnelle.

Merci à Madame ENDEME ONDO Claudia, Chef de service Distribution eau ; pour m'avoir fait confiance, pour son implication et pour m'avoir accueilli au sein de ses équipes.

Mes remerciements aux personnels de l'usine de traitement d'eau, en particulier à Messieurs MOUANDE Etienne et MVOUBOU Loïc, pour l'accueil chaleureux durant ma période de passage parmi vos équipes

Je tiens également à remercier tout le service Distribution Eau, particulièrement Messieurs à MIHIMDOU Joseph et OWONDO Michel, pour m'avoir guidé sur le terrain et m'avoir fourni, quand il le fallait, des informations utiles sur le réseau.

Je remercie également l'ensemble des employés de l'entreprise et en particulier Madame OTOMBO Chimène, pour votre accueil et votre bonne humeur quotidienne.

De même je remercie toute l'équipe du corps enseignant de 2^{ie}E et aux membres de jury qui ont bien voulu examiner ce travail et l'apprécier à sa juste valeur.

Résumé

La vocation première d'un réseau d'alimentation en eau potable est de satisfaire les besoins des populations en qualité et en quantité suffisante. Sa gestion révèle souvent d'énormes problèmes qui viennent perturber le bon fonctionnement du réseau d'eau. Ces problèmes sont le résultat des influences auxquelles est soumis le réseau au cours de son exploitation.

C'est dans ce cadre que s'inscrit ce travail, en l'objet d'une analyse technique à la fois sur le fonctionnement et sur la gestion durable du réseau AEP de la ville Port-Gentil au Gabon. Cette analyse a permis de constater des défaillances nécessitant ainsi des actions correctives.

Les besoins en eau ont été évalués à environ 31 878 m³/j d'après le recensement exhaustif de 2018 pour 157 420 habitants. L'eau est redistribuée vers les abonnés à travers un réseau de distribution dont l'âge actuelle dépasse 50 ans, ce dernier fait une longueur totale de 250 km. Les réservoirs de stockage de la ville, qui n'assurent plus la régulation entre la production d'eau et la demande des habitants, limite fortement la qualité du service. Il en découle une surexploitation des stations de l'usine de traitement et la chute du rendement primaire de 80% à 59%, avec un indice linéaire de perte de 45m³/km/j et un indice linéaire de consommation de 61m³/km/j. Plusieurs stratégies pour endiguer ses perturbations sont envisagées, dont le renforcement de la production dans le cadre du projet Port-Gentil, le cout des travaux de réalisation s'élève à ce jour à 70 milliards de Francs CFA.

Mots clés :

- 1-Réseau AEP
- 2- Refoulement distributif
- 3- Indicateur de performance
- 4- Optimisation
- 5- Port-Gentil

ABSTRACT

The primary purpose of a drinking water supply network is to meet the needs of the population in sufficient quality and quantity. Its management often reveals enormous problems that disrupt the proper functioning of the water system. These problems are the result of the influences to which the network is subjected during its operation.

It is within this framework that this work is carried out, with a technical analysis of both the operation and the sustainable management of the water supply network of the city of Port-Gentil in Gabon. This analysis revealed shortcomings requiring corrective action.

Water requirements were estimated at approximately 31,878 m³/d according to the 2018 comprehensive census for 157,420 inhabitants. Water is redistributed to subscribers through a distribution network that is currently more than 50 years old, with a total length of 250 km. The city's storage reservoirs, which no longer ensure the regulation between water production and the demand of the inhabitants, strongly limit the quality of the service. This has led to overuse of the treatment plant and a drop in primary efficiency from 80% to 59%, with a linear loss index of 45m³/km/d and a linear consumption index of 61m³/km/d. Several strategies to stem these disturbances are envisaged, including the reinforcement of production within the framework of the Port-Gentil project, the cost of which amounts to 70 billion CFA francs to date.

Keys Word:

- 1-Water supply network
- 2- Distributive sewerage
- 3- Performance Indicator
- 4- Optimisation
- 5- Port-Gentil

Liste des Sigles

AEP :	Approvisionnement Eau Potable
BN :	Branchement Neufs
CCI :	Cellule de Contrôle Installation
Cl ₂ :	Chlore
CO ₂ :	Dioxyde de Carbone
DN :	Diamètre Nominale
Dp :	Dépannage
DRL :	Direction de Région Littoral
EB :	Entretien Branchement
ÉTÉ :	Établissement des Techniciens de l'Eau
FD :	Fonte Ductile
H ₂ S :	Hydrogène sulfuré
HTM :	Hauteur Manométrique
ILC :	Indice Linéaire de Consommation
ILP :	Indice Linéaire de Perte
2iE :	Institut Internationale d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
Fe ²⁺ :	Ion Ferreux
Fe ³⁺ :	Ion Ferrique
NOAA :	National Oceanic and Atmospheric Administration
NTU/UTN :	Nephelometric Turbidity Unit
OMS :	Organisation Mondiale de la Santé
P.U.HT :	Prix Unitaire Hors Taxe
PEHD :	Polyéthylène Haute Densité
PG2 :	Port-Gentil 2
PH :	Potentiel d'Hydrogène
PN :	Pression Nominale
POG :	Port-Gentil
PVC :	Polychlorure de Vinyle
RGPL :	Recensements Général de la Population des logements
Rp :	Rendement de Production
SEEG :	Société d'Energie et d'Eau du Gabon
SIG :	Système d'Information Géographique
TN :	Terrain Naturel
TVA :	Taxe prélevée sur la Valeur Ajoutée

Liste des Figures

Figure 1:Localisation de la zone d'étude.....	4
Figure 2:Diagramme Climatique (Source : le planificateur a contresens le 25/08/2021).....	5
Figure 3:Rendement de Production eau potable	22
Figure 4:Salle des réactifs	25
Figure 5: Evolution de la conductivité en période de salinité (SEEG 2008)	35
Figure 6: Etat actuel de la prise.....	36
Figure 7: Rehaussement de la prise.....	37
Figure 8:Répartition du linéaire des conduites du réseau	43
Figure 9:Sectorisation de la zone d'étude	45
Figure 10:Composition d'une ventouse.....	48
Figure 11:Rendement primaire	49
Figure 12:Indice Linéaire de Consommation.....	50
Figure 13:Indice Linéaire de Perte.....	51
Figure 14: Evolution de la consommation	60

Liste des Tableaux

Tableau 1:Récapitulatif de l'évaluation des besoins en eau	12
Tableau 2:Caractéristiques techniques des forages	13
Tableau 3:Caractéristique du transport d'eau brute	13
Tableau 4: Capacité d'accueil de l'usine de production.....	18
Tableau 5: Extrait de Valeurs physico-chimiques indicatives OMS et SEEG	32
Tableau 6:caractéristiques des bacs de préparation.....	33
Tableau 7: État des ouvrages de stockage	40
Tableau 8:les organes répertoriés du réseau	43
Tableau 9:Répartition sectorielle du réseau	44
Tableau 10:Besoins sectoriels	44
Tableau 11: Appréciation du rendement primaire (Weber, 2001-2008).....	49
Tableau 12:Classification de l'Indice Linéaire de Perte	51
Tableau 13:Devis d'un branchement type	52
Tableau 14:Devis d'un branchement par repiquage	53
Tableau 15:Manifestation des fuites	56
Tableau 16:Origine des fuites	56
Tableau 17: Habilitation d'intervention sur canalisation.....	58
Tableau 18:Impactes environnemental de l'activité eau.....	59

SOMMAIRE

Dédicaces.....	ii
Remerciements	iii
Résumé	iv
ABSTRACT	v
Keys Word:	v
Liste des Sigles.....	vi
Liste des Figures.....	vii
Liste des Tableaux	vii
SOMMAIRE.....	1
I. Introduction Générale	2
II. Présentation du cadre d'étude et du projet	3
II.1. Présentation de l'entreprise	3
II.2. Paramètres Physique du Milieu.....	4
II.3. Présentation du projet	7
III. Méthodologie de conduite de l'étude.....	8
III.1. Méthodologie et outils de travail.....	8
III.2. Présentation de la gestion patrimoniale en adduction et distribution eau.....	9
III.3. Évaluation de l'État du réseau d'eau potable.....	10
IV. Résultats des études techniques	12
IV.1. Adduction en eau Port-Gentil	12
IV.2. Distribution eau de Port-Gentil	37
V. Analyse de l'impact environnemental	59
VI. Conclusion générale et recommandations	61
BIBLIOGRAPHIE.....	63
Liste des ANNEXES.....	64

I. Introduction Générale

Le réseau d'eau potable est un ensemble des circuits hydrauliques qui permettent de véhiculer l'eau potable depuis le captage jusqu'aux abonnés.

La desserte de l'eau potable dans la ville de Port-Gentil présente un certain nombre d'insuffisances. Parmi, les causalités liées à cette situation de la non-satisfaction de la clientèle, figure le vieillissement du réseau sur ces cinquante dernières années, cela combiné avec l'accroissement de la demande en eau générée par l'explosion démographique et l'extension rapide de la ville.

Néanmoins, des changements notables sont attendus aujourd'hui, afin d'adapter le réseau au besoin actuel de la ville. Le défi à relever est dans la gestion du patrimoine, mais aussi le fonctionnement de l'ensemble de la chaîne des décisions.

Par ailleurs, des enjeux environnementaux autour la préservation des ressources naturelles sont à prendre en compte à chaque étape de l'exploitation du réseau d'eau potable.

En outre, grâce au stage que nous avons eu l'occasion d'effectuer au sein de la Société d'Energie et d'Eau du Gabon, il nous a été possible de participer et d'examiner les différents processus de pilotage du patrimoine du réseau d'eau potable.

Ce travail est l'occasion pour nous d'aborder la thématique de l'alimentation en eau potable à travers de le regard du gestionnaire d'un service d'eau.

II. Présentation du cadre d'étude et du projet

II.1. Présentation de l'entreprise

De façon structurelle, la maîtrise et la gestion du service en eau de la ville est détenue par un principal organisme, la Société d'Energie et d'Eau du Gabon. Celle-ci opère dans un milieu dont les propriétés environnantes incluent de grands réservoirs d'eau naturelle.

a- Historique

Créée en 1950, la Société d'Energie et d'Eau du Gabon a une histoire qui se confond avec celle du Gabon (en termes d'évolution et de développement), au cours de laquelle de grands chantiers en eau et en électricité ont été réalisés. Privatisé par le Groupe Général des Eaux (devenu Veolia) en juin 1997, qui se voit accorder une concession de 20 ans avec la République Gabonaise, qui sera résilié en 2016.

Les domaines concédés à la SEEG par l'État Gabonais comprennent :

- À titre exclusif sur le périmètre de la concession :
 - × La production, le transport et la distribution de l'eau potable
 - × Le transport et la distribution de l'énergie électrique
- À titre non-exclusif sur le périmètre de la concession :
 - × La production de l'énergie électrique

La SEEG compte à ce jour 60 ans de service publique au Gabon.

b- Positionnement de l'entreprise dans le secteur de l'eau

Au sein de l'entreprise, le département eau se compose d'une partie production et distribution dont l'organisation est illustrée par un organigramme décisionnel préétabli (voir annexe 1). Ces deux services interagissent entre eux en suivant le principe fournisseur-client. Des irrégularités chez l'une ou l'autre se font sentir en absence de communication.

L'activité eau représente 50% des activités eau et électricité de la SEEG dans la ville de Port-Gentil, soit 30% de leur chiffre d'affaires combiné pour 1m³ d'eau commercialisée à 500f CFA.

Bénéficiant de l'accès privilège dans ce secteur, l'entreprise est néanmoins confrontée à la concurrence avec l'apparition des entreprises fournisseur d'eau en bouteille telle que, Andza, Aniqueau et Aquasud récemment. Pour mettre à la disposition de la population un volume d'eau potable, le service doit conjuguer ses efforts avec de nombreuses contraintes du milieu.

c- Contraintes d'exploitation

Face au besoin qui ne cesse de croître, la société multiplie les actions et investissements pour pouvoir desservir la population. Mais l'augmentation exponentielle de la population et son installation anarchique dans la ville, amenuise les efforts engagés préalablement.

Outre ces contraintes, la société doit également conjuguer avec les branchements illicites, la vétusté de certains équipements, ainsi que des contraintes en termes de management pas toujours au point.

II.2. Paramètres Physique du Milieu

a- Situation Géographique

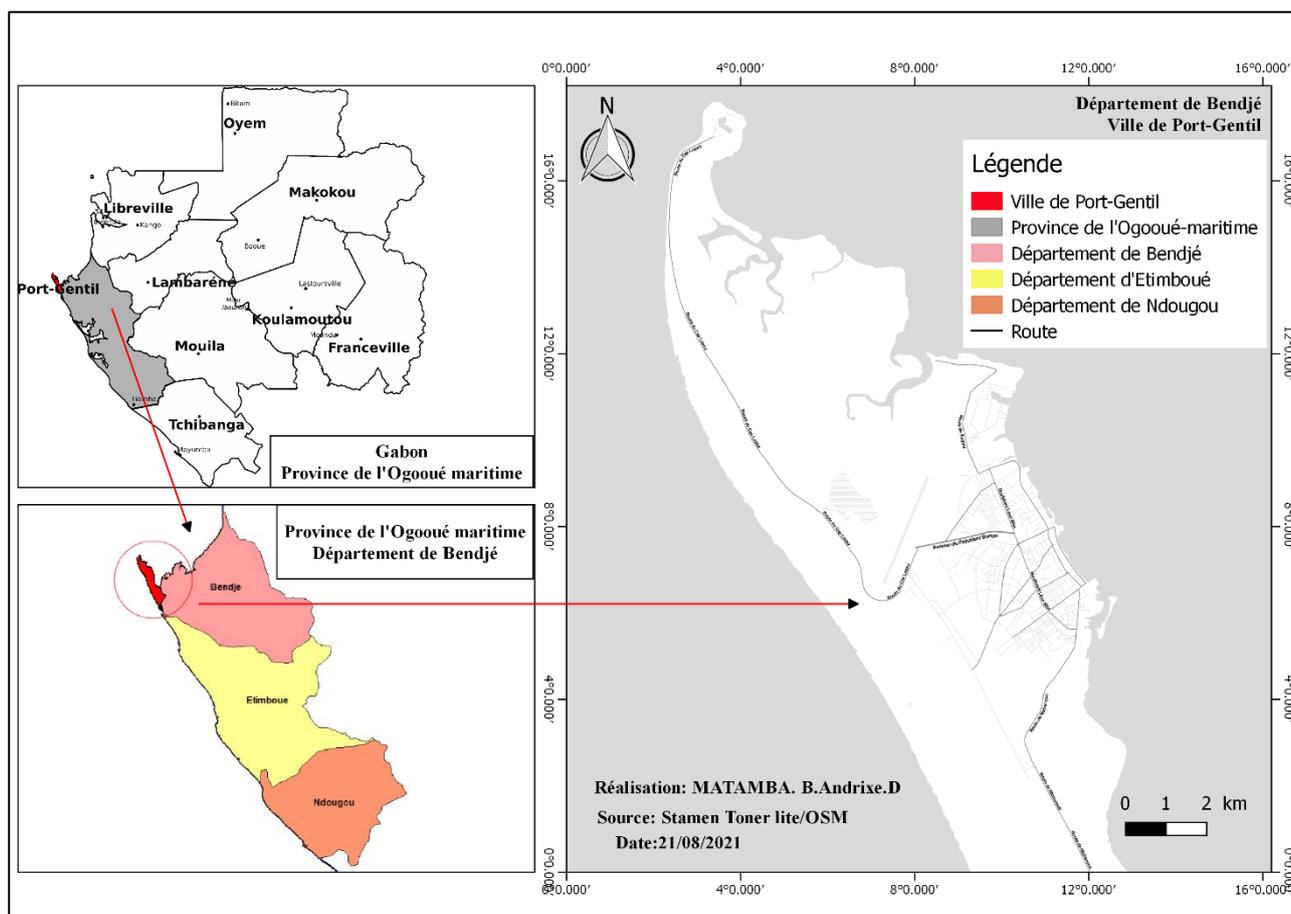


Figure 1: Localisation de la zone d'étude

Situé à la latitude $0^{\circ}47'$ sud et $8^{\circ}46'$ Est de longitude, Port-Gentil se trouve à l'extrémité, le nord-ouest de la province de l'Ogooué-maritime qui correspond à l'île Mandji et à l'embouchure du fleuve Ogooué.

La zone représente un bassin sédimentaire côtier, qui ne présente pas de dénivelé remarquable. La quasi-totalité des terrains urbains et péri-urbains ont des altitudes très proches du niveau de la mer (moins de 10 mètres). La nappe phréatique est donc très superficielle, ce qui représente un avantage pour l'accès à l'eau ; mais un handicap majeur pour la pratique de l'activité maraîchère en saison des

pluies. Le phénomène d'immersion des terrains cultivables étant quasi constant au cours de cette période. La ville est couverte de lacs et de lagunes où s'enchevêtrent les rivières affluentes de l'Ogooué, la plaine littorale offre parfois des limites incertaines entre le domaine fluvial et le domaine maritime. La côte est rectiligne, basse et sablonneuse.

Son accès est rendu difficile à l'Ouest de l'île, par une forte « barre » qui caractérise le plus souvent les côtes atlantiques africaines. L'Est de l'île Mandji, où se situe Port-Gentil, est abrité par le promontoire du cap Lopez et de profondes échancrures.

b- Situation climatique

Située dans la zone climatique de régime équatorial chaud et humide. Le régime pluviométrique est caractérisé par une saison sèche de trois mois (de juin à mi-septembre) et une longue saison des pluies de neuf mois (mi-septembre à mai) avec une période de récession des pluies de décembre à février. Les précipitations annuelles fluctuent entre 100 et 300 mm [1].

À Port-Gentil, la saison pluvieuse est couverte, la saison sèche est venteuse et partiellement nuageuse et le climat y est chaud et oppressant tout au long de l'année. Durant l'année, la température fluctue généralement de 23 °C à 30 °C avec une moyenne annuelle autour de 26,5°C.

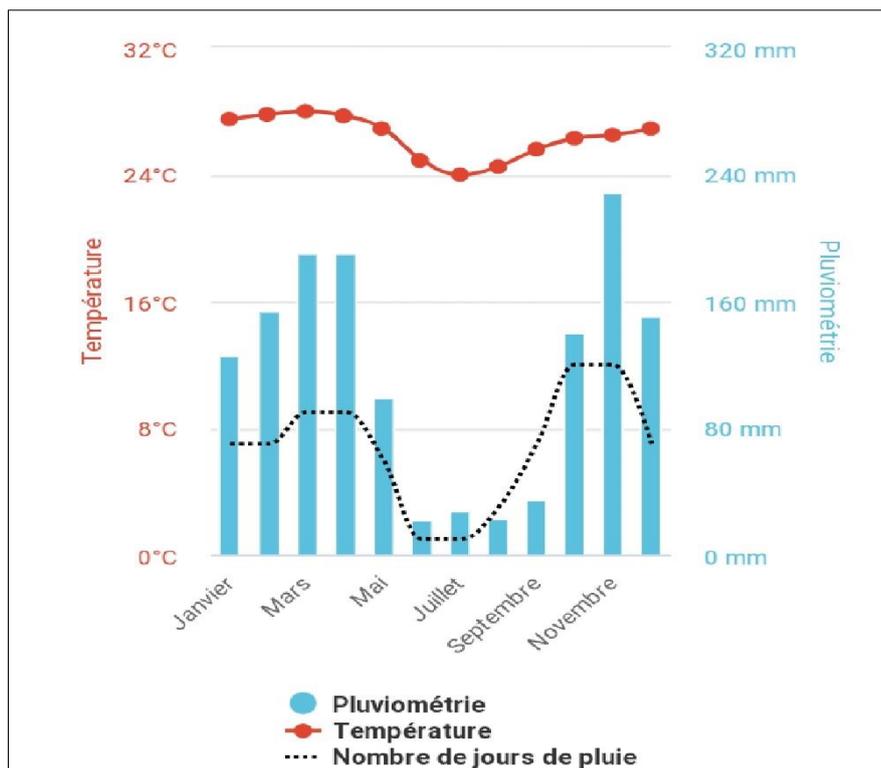


Figure 2: Diagramme Climatique (Source : le planificateur à contresens le 25/08/2021)

c- Situation socio-économique

Tout d'abord baptisée Mandji par le groupe ethnique Myènè, l'île devint Port-Gentil, du nom de l'officier de la marine, explorateur et administrateur colonial français, Émile GENTIL qui y effectua

une mission d'hydraulique entre 1890 et 1892. Chef-lieu de la Province de l'Ogooué-maritime dans le département de Bendjé, Port-Gentil est le deuxième centre urbain et la capitale économique du pays.

L'un des atouts majeurs de la ville, outre sa côte atlantique, est sa diversité culturelle car la région y est métissée avec le brassage de plusieurs groupes ethniques dont les plus importants sont les Punu, les Eshira, les Myènè, les Fangs et les Ndzebi-Adouma.

Sur le plan sanitaire, on note les efforts du gouvernement pour doter progressivement la ville d'un système sanitaire efficace et performant. La structure sanitaire principale de la ville est l'hôpital régional de Ntchengué. Malgré cet effort, l'offre de santé n'arrive pas à satisfaire la demande très importante.

L'activité économique de la ville est dominée par l'exploitation pétrolière, suivie de l'exploitation forestière. Cette configuration traduit la dépendance économique de la quasi-totalité des activités de la ville vis-à-vis de la conjoncture économique du secteur pétrolier. À l'image de toute l'économie gabonaise, l'économie de la ville se porte d'autant mieux que le prix du baril du pétrole se trouve en hausse sur le marché international. Outre son activité pétrolière la ville présente une faible réactivité sur les autres secteurs économique, parmi lesquels :

L'agriculture : la forêt fertile qui couvre une bonne partie de la ville est propice au développement de l'agriculture. la société Agri-POG en est le principal représentant.

La pêche et son industrie : s'ouvrant sur l'océan atlantique et possédant de nombreuses lagunes poissonneuses, la ville dispose d'atouts pour le développement de la pêche et de son industrie.

Le tourisme : le Parc National de Loango et le zoo-parc de Port-Gentil, les lagunes, la forêt, et les sites balnéaires constituent de véritables attractions pour stimuler l'activité touristique.

d- Situation géologique

La presqu'île de Port-Gentil forme l'extrémité d'un important cordon littoral, qui isole l'océan de la partie sud du Delta de l'Ogooué, puis se poursuit vers le sud-est presque sans discontinuité jusqu'à Mayoumba. Ce cordon Littoral est constitué par une série de rides subrectilignes (entre Port-Gentil et Ombooué, on peut observer une disposition peu fréquente des rides en forme de croissant), la façade atlantique de ce cordon littoral n'est pas interrompue par aucune lagune ou cours d'eau important.

Les sols de ce cordon littoral ont pour matériau originel un dépôt sableux grossier, presque exclusivement quartzueux séparés par des zones basses. Ces dépôts existent jusqu'à la hauteur de Libreville (Pointe-Denis). Ces sédiments récents et très sableux évoluent plus ou moins rapidement par lessivage, hydromorphie et podzolisation. La nappe phréatique joue, dans l'évolution de ces sols, un rôle prépondérant (au-dessus de la nappe aquifère salé, les précipitations atmosphériques alimentent une nappe d'eau douce).

e- Situation hydrographique

La province de l'Ogooué-Maritime renferme plusieurs cours d'eau. Le fleuve Ogooué est le plus important d'entre eux. Il prend sa source dans les plateaux Batéké dans la province du Haut-Ogooué, traverse tout le pays et vient se jeter dans l'océan atlantique à port Gentil où se situe l'un de ses sous-bassins majeurs (l'Ogooué Maritime). La côte du cap Lopez de Port-Gentil est plate et rectiligne. Une simple bande de sable sépare le système fluvial et lacustre de la mer. C'est une succession de lagunes entrouvertes sur la mer. C'est du nord au sud que le système de l'Ogooué, de son delta et de ses lacs, de la lagune Fernan vaz que lui est reliée par trois bras, les rivières adelwé, agoulé et poulounié.

f- Situation Hydrogéologique

Située dans le bassin sédimentaire côtier atlantique, la zone d'étude possède des ceintures de sables côtiers du quaternaire, elles forment un aquifère rechargé par infiltration directe des précipitations. L'aquifère a une épaisseur de 25 m à Port Gentil. Les valeurs de transmissivité varient de 50 à 350 m² / jour, avec des capacités spécifiques comprises entre 50 et 200 m³/h. Dans certains endroits, l'eau douce remplit toute l'épaisseur de l'aquifère ; dans d'autres, il se pose comme une lentille d'eau douce sur de l'eau salée.

D'un point de vue qualité la faible teneur en minéraux (avec une concentration totale en substance dissoute variant de 50 à 250 mg / l) et de types bicarbonate de calcium en chlorure de sodium. Souvent riche en matières organiques marqué par des concentrations élevées en fer allant jusqu'à 20 à 35 mg/l.

II.3. Présentation du projet

a- Contexte, problématique et justification de l'étude

Au Gabon, la tension relative à l'alimentation en eau potable est très présente, bien que le pays jouisse d'un réseau hydrographique dense. Par ailleurs, les réalisations antérieures datant des années 60 sont non négligeables dans le domaine de l'hydraulique et plus particulièrement au sous-secteur de l'hydraulique urbaine. Mais leur ancienneté conjuguée à une forte démographie en milieu urbain a contribué à l'apparition de zones de stress hydriques. Cette déperdition implique également d'autres facteurs dont, les piquages illicites, les châteaux d'eau hors service, les constructions anarchiques des populations.

C'est dans cette dynamique que le principal partenaire, la Société d'Énergie et d'Eau du Gabon (SEEG) est chargé de couvrir les besoins des populations de la ville de Port-Gentil. Cette responsabilité soumet l'entreprise au respect des réglementations et normes tout en veillant à la sauvegarde de son patrimoine. De plus, la gestion de l'alimentation en eau potable (AEP), impose des investigations

précises des défaillances sur l'ensemble de la chaîne de desserte aux abonnés pour prétendre à une gestion performante en termes de technicité, d'administration et de planification.

b- Objectif Général

Ce travail est l'occasion de développer un certain nombre de réflexions sur les notions telles que le fonctionnement et la gestion durable d'un réseau d'approvisionnement en eau potable.

c- Objectifs spécifiques

Il s'agit :

- ✓ D'identifier et décrire les processus d'exploitation du centre de production d'eau potable,
- ✓ Comprendre les mécanismes de pilotage du réseau de distribution d'eau potable,
- ✓ Proposer des améliorations sur réseau AEP en fonction des défaillances identifiées.

d- Les résultats attendus

Ce travail d'analyse permettra de mieux connaître les pratiques du suivi de la gestion durable du réseau d'alimentation en eau de la ville Port-Gentil et de souligner au passage les manquements.

Pour cela, dans un premier temps nous présenterons la structure d'accueil (I) puis les paramètres du milieu physique où évolue l'activité de l'entreprise. Ensuite, nous évoquerons l'étude technique regroupant l'analyse de la chaîne de production et celle de la Distribution eau potable. Nous nous pencherons brièvement sur le constat de l'impact environnement découlant de l'activité eau de l'entreprise. Enfin, nous formulerons des propositions de solution issue de nos analyses.

III. Méthodologie de conduite de l'étude

III.1. Méthodologie et outils de travail

➤ Compréhension de la problématique et Recherche documentaire

Cette phase consiste premièrement à la compréhension sommaire du sujet d'étude par des entretiens avec les différents chefs de services en amont puis avec les agents affiliés à la division eau. Cela nous a permis de mieux cadrer le sujet et de lever les zones d'incompréhension. En outre, cette phase est aussi l'occasion d'une recherche documentaire, elle a consisté à la recherche et à l'identification des documents relatifs à notre sujet de mémoire (plans, croquis, rapports anciens, etc.). Pour ce faire nous avons consulté principalement les archives d'études antérieures, de la SEEG, du centre de documentation/ recherche du 2iE et d'internet.

➤ Outils de travail

Cette partie aborde les différents matériels physiques et numériques utilisés pendant l'étude :

- Informatique: ordinateur portable, Autocad, Google Earth, Excel, Word, SIG
- Plan Génie civil des installations de production, Plan des bâches stockages, plan du réseau de distribution (création 2013),
- Voiture Pick-up, utilisation d'un GPS, d'un appareil photo, d'un manomètre

III.2. Présentation de la gestion patrimoniale en adduction et distribution eau

➤ Analyse de l'état de lieu du patrimoine

Pour prendre connaissance de l'état du patrimoine des sites respectives de d'adduction et distribution, des campagnes de visites de terrain ont été planifiées

L'objectif de cette phase est de connaître les réalités sur le réseau pour permettre la consolidation de la compréhension de sujet, c'est aussi l'occasion de valider l'exactitude des données collecter sur les archives ou d'éventuellement de faire les corrections.

Elle débute avec une immersion complète au service production eau potable d'une durée de trois (3) mois. Toute la période d'immersion c'est dérouler à l'usine de production d'eau potable de la ville.

L'objectif dans cette première partie étant :

- D'Identifier la nature des sources d'alimentation en eau potable de la ville (eaux de surface, eaux souterraines) ;
- L'analyse des données de production de l'usine de traitement ;
- De comprendre les Processus de production d'eau potable ;
- D'examiner les ouvrages et les équipements essentielle du site et de collecter des données nécessaires pour la conduite de l'étude (entretien avec les agents) tout en se rendant utile aux différents équipe projet.

La seconde partie du stage s'effectuer au service distribution pour une durée de trois (3) mois, elle débute par la compréhension de la desserte grâce aux données cartographiques recueillies en entreprise puis valider par de multiples descentes sur le terrain dans le but de vérifier l'exactitude des dites données et par la même occasion observer les équipes du service de distribution à l'œuvre. La phase de terrain nous a également permis de réaliser un repérage du patrimoine hydraulique de la zone étudiée qui se présente comme suit :

- Les canalisations et branchements : diamètre, longueur et matériaux ;
- Les vannes
- Les ventouses
- Les poteaux incendie
- Les ouvrages hydrauliques

➤ **Module d'accompagnement de la gestion du patrimoniale**

Pour Comprendre le pilotage des ces exploitation, le service eau dispose de module, lui permettant d'assurer un accompagnement régulier de son activité et de son patrimoine. À fin de saisir le champ d'activité de ses modules aussi bien production quant distribution, des entretien combinés a un suivie terrain avec les équipes de chaque module ont été effectuer.

Le but de cette démarche est d'élaborer le descriptif du plan de gestion patrimonial suivant les axes suivant :

- Action de mise à jour permanente manuellement grâce à l'acquisition d'outil informatique pour la mise à des plans (SIG)
- Identifier des causes de faiblesse du rendement
- Élaborer et réaliser des programmes d'entretien et de maintenance des équipements ;
- Mettre en place de système de régulation
- Contrôle régulier des zones à pressions
- Optimiser la Sectorisation du réseau

III.3. Évaluation de l'État du réseau d'eau potable

➤ **Évaluation de la demande**

Ci-dessous le tableau 1 récapitulatif du calcul de la population et du besoin.

- **Projection de la Population**

Approximations à considérer :

Nous avons fait deux calculs dont un à partir des données de 2013 (recensement général de la population et logement), et l'autre à partir d'une estimation de population en 2018 que nous avons réalisée. Le choix de cette année s'explique en raison des facteurs socio-économique qui ont ébranlé la zone d'étude. Il s'agit notamment de la crise pétrolière de 2017 et de la pandémie de la Covide- 19 en 2020. Ces crises ont eu un effet migratoire de la population découlant de la décélération économique de la ville.

En nous basant sur le type de population et le standing des logements ce qui nous a permis d'évaluer la population en utilisant le taux d'accroissement national de 2.9% [2] de la population donnée par le RGPL 2013. En supposant qu'elle suive la même évolution démographique que celle du pays nous avons estimé la population à partir de la formule de progression géométrique suivante :

$$P_n = P_o \times (1+a)^n$$

- P_o : la population à l'année de référence est celle du recensement de 2013
- P_n : la population à l'année 2018
- a : le taux de croissance du pays 2.9%
- n : nombre d'années entre l'année 2013 et l'année 2018

- Demande en eau

Donnée :

Selon la direction technique SEEG (2016), les paramètres suivants ont été retenus pour évaluer la demande non domestique, sont concernés les usages commerciaux, administratifs et industriels.

- Besoins publics = 10,00% du besoins domestiques
- Industrie = 20,00% du besoins domestiques. Notons la présence d'une usine de boisson et une société de raffinerie pétrolière qui sont deux gros clients de la ville.
- Divers : 5,00% Besoins domestiques
- Besoin domestique au Gabon : 150l/pers/j

Dans les calculs effectués, nous avons considéré que le besoin total correspondait à 1.35 fois le besoin résidentiel pour tenir compte de l'eau consommée par les ménages et celle consommée par les opérateurs économiques.

➤ Indicateurs techniques

- Le Rendement production (R_p) se définit ici comme le rapport du volume d'eau entrant en usine sur celui sortant de l'usine pour être distribué au consommateur et est exprimé en pourcentage. Formule

$$R_p = \frac{V_{ET}}{V_{EB}} \times 100$$

V_{ET} : volume d'eau entrant en usine, c'est le volume d'eau brute prélevé aux points de captage (forages, fleuve). Ce volume est comptabilisé, soit grâce à une différence des index des pompes qui renseigne sur le nombre de tours effectués par la pompe, ce qui indique indirectement le temps de fonctionnement de la pompe. Cela grâce à un dispositif de comptage à savoir le débitmètre.

V_{EB} : volume d'eau sortant de l'usine, c'est le volume d'eau traitée grâce aux équipements et ouvrages de traitement à la disposition de l'exploitant. Ce volume se comptabilise par la différence des index des débitmètres des stations.

- Le rendement primaire (r) est utile pour analyser les pertes en eau. En effet, il permet de comparer l'eau consommée par les abonnés et l'eau injectée dans le réseau. L'estimation de sa valeur passe par la connaissance du volume d'eau facturée par rapport au volume d'eau distribuée :

$$r = \frac{V_{\text{consommé}}}{V_{\text{distribué}}} \times 100$$

- L'indice linéaire de consommation (ILC) permet de caractériser le type de réseau. Son unité est le m³/km/j. Ce critère permet à l'exploitant de savoir sur quel type de réseau il évolue.

$$ILC = \frac{\text{Volume comptabilisé (m}^3\text{)}}{\text{Longueur canalisation(km)} * 365}$$

- L'indice linéaire des pertes (ILP) est utile pour une comparaison du réseau en termes de pertes et selon la longueur de canalisation suivant l'ILC.

$$ILP = \frac{\text{Volume mis en distribution (m3)} - \text{Volume comptabilisé (m3)}}{\text{Longueur canalisation(km)} * 365}$$

IV. Résultats des études techniques

IV.1. Adduction en eau Port-Gentil

a- Besoin, Captage et transport

+ Demande en eau

Ainsi le besoin journalier pour la zone étudiée est estimé à 31878 m³/j. [3]

NB : besoin total inclut les besoins non résidentiels et les pertes liées au rendement du réseau.

Tableau 1: Récapitulatif de l'évaluation des besoins en eau

Répartition de la population à Port-Gentil									
Zone de projet	Aire Impactée (m ²)	Aire (km ²)	Densité considérée	Population	Population Total	Besoin résidentiel m ³ /j	Besoin total m ³ /j	Besoin total m ³ /j de ville	Besoin total m ³ /h
Port-Gentil	Avec population estimée en 2018 de (calculs service SIG)					(150L/pers/j)	1,35		
Nord**	15577304	15,58	3 368	52 473	157 420	7871	10626	31878	442,74465
Sud**	31162552	31,16	3 368	104947		15742	21252		885,4893
Port-Gentil	Avec population 2013 du Recensement Général de la Population et des Logements					(150L/pers/j)	1,35		
Nord**	15577304	15,58	2 900	45 174	136 462	6776,1	9147,735	27448	381,155625
Sud**	31162552	31,16	2 900	90 371		13555,65	18300,128		762,505313

+ Ressource

Pour la couverture de la demande en eau s'effectue par captage et pompage de l'eau brute depuis deux types de ressources :

- La première ressource est une eau de surface, localisée sur le site de Mandorové à 32 km de l'usine de traitement et représentant la principale source d'approvisionnement naturel en eau brute. Cette source est directement liée au fleuve Ogooué qui parcourt le pays sur un drain de 215 000 Km. Un puisard permet d'acheminer l'eau brute depuis la source vers un système d'aspiration caractérisé par trois (3) groupes électropompes à voir en annexe 4 dont deux (2) de secours pour un débit de pompage limité à 1050 m³/h en EB. Les caractéristiques techniques du captage de Mandorové sont à voir en annexe 2 & 3.

- La seconde ressource, il s'agit des eaux souterraines située dans la zone de Ntchenguet à 10 km de l'usine de traitement, c'est un champ captant de trois (3) forages (F1, F2 et F3) réalisés en milieu sédimentaire pour un débit de pompage à 300 m³/h collecter des trois forages. Une visite des sites de forage nous a permis de constater une indisponibilité du forage trois (F3) ce qui ramène le débit collecté de F1 et F2 à 267 m³/h à ce jour. Le tableau 2 ci-dessous présente les caractéristiques forages de la zone d'études. (FELJAS & MASSON 2006) à voir en annexe 6 ;7 &8.

Tableau 2:Caractéristiques techniques des forages

Forages	Q _{nominal} (m ³ /h)	Q _{exploitation} (m ³ /h)	H _{max} du puit (m)	Profondeur nappe (m)	H calage de sonde (m)	H calage de pompe (m)	Type de milieu	Année
F1	200	60	100	28,9	45,98	48,9	Sédimentaire	2006
F2	300	140	200	20,44	40,7	43,85	Sédimentaire	2006
F3	300	100	200	20,44	40,7	43,85	Sédimentaire	2006

✚ Réseau de transport

Le transport d'eau brute captées est une partie essentielle du système d'adduction, il permet le transfert de la ressource naturelle vers l'usine qui assurera le traitement. L'alimentation en eau brute de l'usine de traitement de Port-Gentil s'effectue par pompage à travers deux canalisations, une première en fonte de diamètre 500 mm depuis la station de pompage de Mandorové vers les ouvrages de traitement situés à 32 Km à l'usine de potabilisation. Puis une seconde canalisation en fonte de diamètre 300 mm qui assure le transit des eaux des forages sur 10 Km vers l'usine de traitement. Il est à noter que le pompage est maintenu sur 24 heures et s'effectue généralement suivant schémas de pompage (couplage des pompes)[4]. Le tableau 3 présente les caractéristiques du transport eau brute des captages vers l'usine de traitement.

Tableau 3:Caractéristique du transport d'eau brute

Site de captave	Mandorové	Tchenguet
Type de captage	Suraféce	souterraine
Conduite d'adduction secondaire	Diamètre	DN 250 Ft
Collecteur d'adduction EB principale	Diamètre	DN 300 Ft
caractéristiques	Nombre de Pompe de transfert EB	3 pompes (1 pompe + 2 secous)
	Q _{max} (m ³ /h)	1200
	HTM(mce)	160
Temps de pompage (h)		24

En outre, une équipe d'agents est démobilisée pour le pilotage de la station pompage à Mandorové toutes les deux semaines. Elle veille au bon fonctionnement des équipements (agent de maintenance) et au suivi des paramètres hydrauliques (agent de conduite) de la station de pompage d'eau brute (EB), à savoir :

- Donner relever matinal des mesures des index de production des pompes
- Donner relever du groupe eau brute : hauteur fleuve, température ambiante, pression conduite, températures du palier moteur et pompe et la conductivité fleuve.
- Signalisation de panne éventuelle durant fonctionnement

L'annexe 9 présente le rapport journalier de l'activité production du jour n-1 où sont consignées les informations transmises par les opérateurs démobilisés à la station de pompes.

b- Usine de traitement

État de lieu des installations

L'usine de production d'eau potable de la ville de Port-Gentil a été construite dans les années 50 par l'État gabonais, elle fut inaugurée officiellement durant les années 60. Jusqu'à l'année 2005, l'usine ne comptait essentiellement que trois (3) unités de traitement d'eau de surface, à savoir les stations de traitement A et B inaugurées en 1968 et une station C inaugurée en 1979. Les trois stations ont été construites par la société française Degrémont et ne traitaient que les eaux en provenance de Mandorové. Puis en 2005 la société va démolir la station A et la remplacer par une station plus moderne dite station Opalium du type Opascep, c'est une unité mise au point par une filiale du groupe Véolia France. Cette dernière a pour unique vocation le traitement des eaux souterraines en provenance de Ntchenguet. L'annexe 10 est une représentation des installations du site de production à ce jour.

On y distingue :

- Stations Degrémont

Les stations B et C sont les uniques stations du traitement eau de surface du site. Chacune d'elles peut se décomposer en quatre parties à savoir, une salle de préparation ou cuisine, destinée au dosage du traitement chimique. Puis une salle de pompage pour le refoulement d'eau traitée, on a également une salle de commandes des armoires des pompes et une plate-forme de décantation - filtration.

L'eau traitée par ces unités est collectée dans des bâches puis refoulées par des groupes électropompes dont :

- Trois (3) groupes électropompes dont deux (2) sont utilisés en fonctionnement normal et un (1) en secours pour un débit minimal au refoulement eau traitée de 220 m³/h et 300 m³/h en débit maximal pour la station B avec une pression sortie de 2.4 bars.
- Trois (3) groupes électropompes dont deux (2) sont utilisés en fonctionnement normal et un (1) en secours pour un débit minimal au refoulement eau traitée de 950 m³/h et maximal de 1100 m³/h pour la station C avec une pression sortie minimale de 2.4 bars et une pression maximale de 4 bars.

- Station Opalium

Elle se compose de trois (3) parties qui sont, une section filtration dotée de trois (3) unités de filtration cylindrique, puis une section pompage et une section commande. C'est une station à fonctionnement autonome dirigée depuis un automate de commande, l'ensemble construit par une entreprise prestataire ETE. Cette unité est souvent couplée, soit avec la station B ou la station C autrement dit, les eaux traitées de la station Opalium sont stockées, soit dans la bache sous filtres de la station B, soit vers dans celle de la station C (à voir en annexe 11 : synoptique AEP POG). Cette eau traitée est transférée vers ses autres stations au moyen de cinq (5) groupes électropompes dont trois (3) sont utilisés en fonctionnement normal et deux (2) en secours. Le débit d'eau traitée transférée n'est pas visible, car il n'y a pas de débitmètre de lecture à la sortie eau traitée de la station (à voir en annexe 12 illustres l'état des débitmètres de la production eau traitée). Néanmoins, la production journalière est déduite d'une différence d'index de marche des pompes ce qui nous donne un volume journalier estimé à 28000 m³/j.

Les annexes 13 et 14 présentent les caractéristiques des groupes électropompes eau traitée de l'usine de production.

En outre, nous avons également sur le site :

- Un bâtiment en guise de laboratoire,
- Un bâtiment administratif,
- Un entrepôt des équipements de maintenance,
- Deux entrepôts pour le stockage des produits chimiques et le stockage des éléments granulaires de filtration (sable fin et gravier).

Ouvrages de production

Il s'agit des ouvrages qui permettent d'assurer potabilisation des eaux brutes, nous avons entre autres :

- Bassins de décantations

On en dénombre 11 sur le site de l'usine, répartis entre cinq en station B et six en station C. Ces ouvrages rectangulaires en béton armé, est destinée à la clarification des eaux de surface en

provenance de Mandorové. Le système décantation est une décantation sur plaques lamellaires et les boues s'y forment assez rapidement, les particules suivent un chemin relativement court pour y parvenir. L'évacuation est un paramètre capital, car il ne faut pas atteindre des vitesses à partir desquelles le régime devient turbulent, pour éviter la remise en suspension des particules. En principe, les plaques sont disposées horizontalement et leur écartement est de l'ordre de 10 cm.

- **Bassins de filtrations**

Reparti entre quatre en station B et trois en station C est construit en béton armé, ces bassins filtres sont dites " Degrémont " ". Les eaux y sont filtrées après clarification, grâce à un système de filtration rapide. Exclusivement appliquée à des eaux dont la turbidité maximale est de 6 NTU, pour éviter des colmatages trop fréquents. La vitesse de l'eau est comprise entre 4 et 8 m /h. La profondeur minimale de l'unité de filtration est d'environ 1,2 m et comprend des déversoirs de débordement. Les matériaux filtrants utilisés sont des sables siliceux (granulométrie 0.95 μ m) ou d'autres matériaux normaux approuvés. L'épaisseur des matériaux de filtration est calibrée entre 60 cm et 100 cm. Des graviers sont utilisés comme matériaux de support. Ces derniers sont de 2,5 cm de diamètre, disposé en une couche de 20 cm d'épaisseur à partir du fond du filtre, qui constitue un faux plancher de buselures.

Le filtre est dimensionné de telle sorte que la distribution de l'eau de lavage soit égale en tout point du filtre et la vitesse de filtration à l'entrée du filtre soit la même.

Les filtres doivent être équipés d'un système de rétro-lavage, permettant de nettoyer efficacement le substrat une fois colmaté.

- **Tour d'aération**

Il s'agit d'un ouvrage rectangulaire, en béton armé surélevé par des poteaux. Ce dispositif comme son nom l'indique permet la formation d'oxyde fer insoluble grâce à une phase d'oxydation à l'air libre. Équipé de plusieurs conduites parallèles perforées et disposées horizontalement, le dispositif possède ainsi, un système de jets d'eau sous pression. La réaction transforme le fer II en fer III qui sera ensuite retenu au travers d'une masse filtrante.

- **Puits à boue**

Cet ouvrage en béton enterré et de forme rectangulaire, est destiné à la collecte et drainage des boues d'après purge de décanteurs, mais aussi des eaux d'après lavage des filtres. Il possède un fond incliné au moins de 45 degrés et est équipé d'une pompe exécutant le refoulement de ces éléments jusqu'à la source de Mandorové.

- **Partiteur**

C'est un ouvrage en béton armé constitué de quatre compartiments avec seuils déversant. Destiné à la répartition du débit vers les modules décantation. Le dispositif se compose d'un compartiment de réception d'effluent, de seuils déversant et de deux compartiments de répartition. De forme rectangulaire, l'arrivée d'effluent se fait via une conduite calée à la côte du radier du compartiment de réception.

- **Bassin saturateur de chaux**

C'est un ouvrage circulaire en béton armé, en forme de cloche renversée et surélevée par des poteaux. De 3 m de diamètre et d'une hauteur de 4 m, il est destiné à la régulation du potentiel Hydrogène (PH) de l'eau, il est équipé d'un agitateur du mélange.

- **Bâches**

Ce sont des réservoirs d'eau en béton armé, de forme rectangulaire. On en dénombre cinq sur le site et chacune remplit une fonction précise. On distingue entre autres :

- Deux bâches de stockage qui sont des réservoirs semi-enterrés avec des capacités de 1600 m³ et 2000 m³. (À voir en annexe 11 : synoptique abrégé du système d'approvisionnement de POG)
- Deux bâches sous – filtres qui sont des réservoirs non enterrés de capacité minimale de 200 m³ station B et 250 m³ station C. (À voir en annexe 11 : synoptique abrégé du système d'approvisionnement de POG)
- Une bache eau déferrisée est un réservoir tampon non enterré entre la tour d'aération et la station Opalium, pour une capacité d'accueil de 10 m³ et elle est équipée d'un dispositif d'évacuation en cas de saturation (le trop-plein).

- **Cheminée d'équilibre ou chambre de Neutralisation**

Cet ouvrage en béton armé, de forme carrée, joue un régulateur du pH eau sortie filtre via la communication avec le saturateur de chaux.

État de fonctionnement du réseau de production eau potable (Schéma synoptique)

Le schéma synoptique de l'état de fonctionnement de l'usine de production d'eau potable de Port-Gentil est présenté en annexe 6 et 7.

Capacité des unités de traitement de l'usine de production

Les ouvrages de traitement sont aujourd'hui utilisés à leurs limites maximales de capacité. Les décanteurs n'assurent plus la quantité d'eau qui y transite occasionnant ainsi une surexploitation et un colmatage rapide des filtres sont observés en particulier en saison pluvieuse (eau très chargée). Sur 24

heures les filtres seront lavés trois (3) fois. L'augmentation de la fréquence d'entretien des filtres crée ainsi un manque à gagner au niveau de l'usine. Le tableau 4 présente dans l'état actuel, la capacité d'accueil des différentes stations.

Tableau 4: Capacité d'accueil de l'usine de production

Unité de Traitement	Capacité Nominal (m3/h)	Capacité Actuelle (m3/h)	Taux exploitation des unités	Volume reçu Journalier prévu(m3/j)	Volume reçu Actuelle (m3/j)
Opalium	300	260	86,67%	7200	6240
Station B	300	330	110,00%	7200	7920
Station C	650	720	110,77%	15600	17280
Total Eau brute Reçue				30000	31440

Il apparait évident que les stations B et C sont aujourd'hui en surexploitation avec des taux d'exploitation dépassant les 100%. Cela est le résultat de la demande en eau qui a fortement augmentée ces cinquante (50) dernières années après la mise en exploitation de l'usine.

Pour qu'elle soit potable, l'eau suit une succession d'étapes avant sa sortie de l'usine de traitement.

Description de la chaîne de potabilisation ou de traitement

Quels que soient le type de captage utilisé et la nature du réseau, on mettra en place une chaîne de traitement des eaux à l'amont des consommateurs. Cette chaîne d'étape est nécessaire pour garantir la conservation de la qualité de l'eau dans le réseau de distribution. Elle garantit une marge de sécurité vis-à-vis des pollutions inattendues telles que l'infiltration d'eau souillée suite à une rupture de conduite de distribution, cela induit un changement de qualité de l'eau par rapport à son point départ.[5]

Dans le cadre de ce travail nous avons scindé cette chaîne de traitement en deux phases :

- **Avant filtration**

Pour les eaux de surface :

Soient un débit total de 1050 m3/h entre en usine via une conduite en fonte de 300mm de diamètre. Ce volume d'eau est départagé entre la station B et station C par une vanne, selon les proportions respectives de 31.4% et 68.6%, soit, 330m3/h et 720m3/h.

Ces eaux passent par un processus dit de décantation ou clarification qui regroupe en soi 3 étapes :

- **Coagulation**

C'est un processus qui consiste à neutraliser les charges portées par les substances colloïdales ou dissoutes indésirables présentes dans l'eau à l'aide d'un produit chimique de charge opposée, appelé coagulant. Dans notre cas ce coagulant est le floquât, qui va entraîner la formation de grosses masses argileuses (les flocs) facilement décantables ou filtrables.

Le coagulant est introduit, soit directement dans la conduite d'apport station avant le décanteur (station B), soit injecté au point d'arrivée dans le répartiteur d'arrivée eau brute (station C)

Remarque : un mélangeur statique (pulsateur) en ligne qui génère de violente agitation au point d'injection peut-être parfois utilisée (présentement non fonctionnelle). En eau de surface, la coagulation est utilisée lorsque l'on désire enlever la couleur vraie, la turbidité ainsi que les algues.

➤ **Floculation**

La floculation est l'étape de traitement qui suit la coagulation. Elle vise à favoriser la croissance de flocs par une agitation lente et prolongée de l'eau provenant de la coagulation. La floculation doit obligatoirement être réalisée avant l'étape de clarification et peut-être aussi utilisée avant une filtration.

➤ **Clarification ou décantation**

C'est un processus physico-chimique qui permet la séparation des phases solides-liquides. Elle doit obligatoirement être précédée d'une coagulation et d'une floculation en plus d'être suivie d'une filtration. L'étape de décantation est nécessaire lorsque la charge de l'eau brute est trop élevée pour permettre l'usage d'une filtration directe sans provoquer le colmatage trop rapide des filtres. La décantation physico-chimique peut être utilisée pour réduire les impuretés d'origine particulaire (turbidité) et/ou dissoutes (couleur vraie, fer, sulfures, arsenic valence 5, dureté, etc.). Les matières dissoutes doivent préalablement avoir été précipitées et/ou absorbées à un flocculant.

Ce procédé de décantation se dit au lit de boues pulsé. Ce type de décanteur doit son appellation au fait qu'il maintient en suspension une masse de boue compacte appelée «lit de boue ». L'eau brute coagulée est introduite à la base du décanteur par l'intermédiaire d'un caisson faisant office de cloche à vide. Cette dernière génère des pulsations périodiques afin de maintenir le lit de boue homogène et pour favoriser la floculation de l'eau. Celle-ci est complétée, simultanément à la clarification, lors du passage de l'eau à travers le lit de boue en suspension. L'eau clarifiée est reprise par un réseau d'égouts de collecte installé entre les décanteurs. Le surplus de boue est évacué périodiquement par un système de collecte gravitaire installé dans un concentrateur de boue situé à l'intérieur du décanteur.

Pour les eaux souterraines :

Les eaux souterraines arrivent en station par une conduite d'apport de 300 mm de diamètre. Puis avant d'entrer dans les cylindres de filtration de type Opacesp de la station opalium, elles font un détour par le déferriseur, c'est l'étape de déferrisation.

En effet, la présence du fer dans les sources d'approvisionnement en eau potable n'est pas souhaitable pour un certain nombre de raisons qui ne sont pas liés directement à la santé. Les sels du fer dans les eaux souterraines sont instables ; ils réagissent avec de l'eau pour former des précipités insolubles qui sédimentent sous la forme d'un limon de couleur rouille.

Il arrive souvent que cette eau prenne alors un goût désagréable et paraisse impropre à la consommation ; elle peut tacher la lessive et les accessoires de plomberie.

Dans le réseau de distribution, le fer peut sédimenter dans les conduites et réduire leur capacité hydraulique. Il peut aussi promouvoir la croissance des Ferro-bactéries qui sont des micro-organismes qui tirent leur énergie de l'oxydation du fer. Ce phénomène conduit souvent au dépôt d'une pellicule biologique sur la paroi des conduites. Ces problèmes apparaissent ordinairement lorsque la concentration du fer dépasse 0,3 mg/L.

La Déferrisation est un procédé d'élimination du fer basé sur l'oxydation de la forme réduite dissoute (Fe^{2+}) en forme insoluble ferrique (Fe^{3+}) grâce à une réaction d'oxydoréduction. Cette forme insoluble est ensuite retenue sur le milieu filtrant granulaire des cylindres de station opalium.

L'aération ou déferrisation se fait grâce l'interaction de l'air à l'eau pour enlever les gaz dissouts ou éliminer les goûts et odeurs. La dispersion de l'eau dans l'air, provoque artificiellement la turbulence de l'eau. Une bonne dispersion de l'eau est nécessaire afin d'accroître l'interface air-eau permettant l'échange de gaz. Parmi les procédés utilisant la dispersion de l'eau dans l'air, notons qu'il s'agit de la pulvérisation dans notre cas.

Cette aération est aussi nécessaire lorsque l'eau présente une carence en oxygène et permet alors :

- D'oxyder des éléments réduits, tels les ions ferreux ;
- D'augmenter la teneur en oxygène dans l'eau (améliorer le goût, éviter la corrosion des conduites métalliques en formant une couche protectrice) ;
- D'éliminer des gaz indésirables (H_2S , CO_2 libre, sursaturation en oxygène, composés organiques volatils, etc.).

- **Après filtration**

La filtration consiste à faire passer l'eau au travers d'un substrat qui va retenir les particules en suspension et certaines particules dissoutes, comme dans la description d'ouvrage mentionné précédemment. Elle est suivie de deux étapes que sont la désinfection et la correction du PH.

➤ Désinfection

La désinfection se réalise grâce à l'injection de chlore, habituellement sous forme d'hypochlorite de calcium ou d'hypochlorite de sodium. La chloration est faite telle qu'il y ait au moins 0,5 mg/l au niveau de la sortie de réservoir et 0,2 mg/l au niveau du branchement le plus éloigné du réseau de distribution.

En effet le taux de chlore résiduel libre minimum acceptable dans le réseau est donc de 0,2 mg/l. On cherchera à s'approcher de ces valeurs minimales et dans tous les cas on évitera de dépasser 2 mg/l.

Pour les procédés d'injection et de dosage du chlore ou même d'autres réactifs, l'usine comporte des dispositifs de dosage de réactifs en salle des réactifs. L'injection se fait de telle sorte que le bon mélange du chlore avec les eaux à traiter soit efficace. Dans un cas où le dispositif de dosage ne suffit pas à produire le mélange, on injecte le chlore à la sortie filtre en amont de la bêche. Des dispositifs permettent la mesure de la concentration de chlore au départ dans le réseau de distribution et au niveau de la sortie du réservoir.

➤ Neutralisation du PH

L'injection du lait de chaux (station C) ou du Carbonate (station B) permet de corriger le pH, mais aussi de neutraliser l'éventuel caractère corrosif de l'eau. Il faut savoir que :

- L'injection de coagulant augmente l'acidité de l'eau ;
- La correction de pH peut être nécessaire pour garantir l'efficacité de la chloration ;
- Certains processus de déferrisation, en particulier biologiques sont plus efficaces dans certaines plages de pH.

Constat : étant donné que la bêche sous-filtre de la station B est une bêche commune entre la station B (eau de surface) et Opalium (eau souterraine), aussi pour réguler le PH, il est préférentiel d'utiliser le Carbonate, et ainsi éviter d'altérer la qualité de l'eau d'origine souterraine par l'usage d'un correcteur de chaux.

✚ Analyse de la performance de l'usine de traitement

Une usine peu importe sa vocation doit être la plus performante. Dans le domaine de la production en eau, l'un des indicateurs majeurs de la performance est le rendement de la production en eau de l'usine.

• Évolution du rendement

Grâce aux données recueillies par la Direction Statistique de la SEEG, nous avons pu réaliser le graphique ci-dessous, de l'évolution du rendement de l'usine sur les quatorze (14) dernières années.

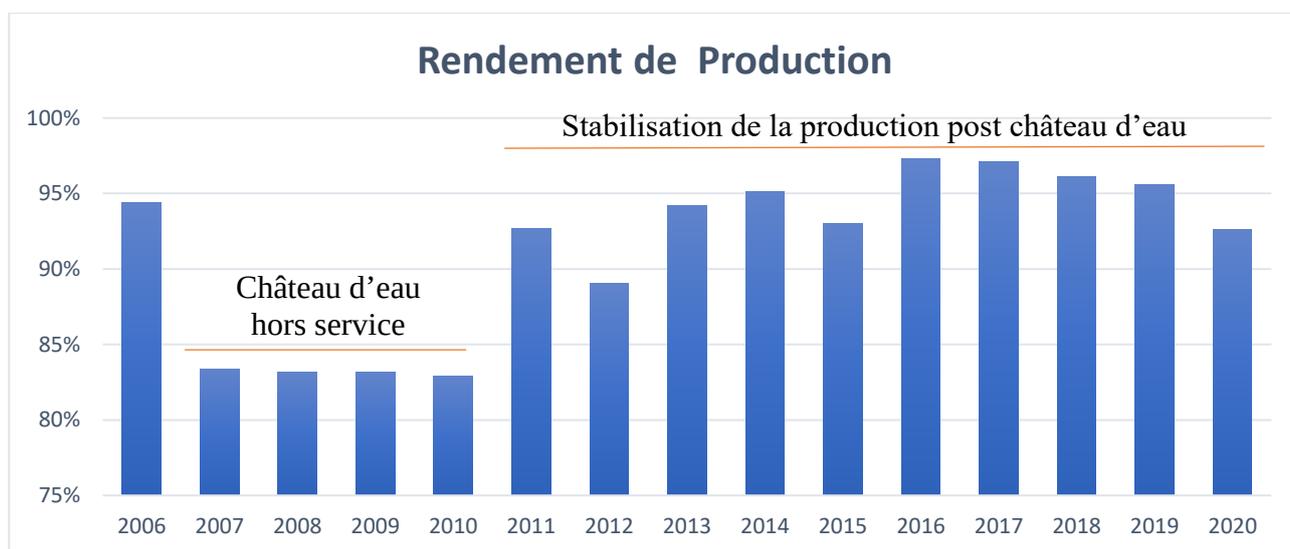


Figure 3: Rendement de Production eau potable

L'ensemble du volume d'eau perdue entre les purges des décanteurs, le rétro-lavage des filtres des différentes stations, et même l'entretien des réservoirs, du déferriseur et le rinçage des bacs des réactifs est intégré aux pertes en production. Il est conventionnellement limité à 5% pour un rendement productif de 95%. Le graphique du rendement de l'usine de production de l'année 2006 à 2020 témoigne du bon fonctionnement des ouvrages de production à ce jour malgré une période de baisse observée entre 2007 et 2010, ce qui correspond à la période d'abandon des réservoirs de stockage de la ville.

- **Consommation en énergie et en produit chimique**

Comme dans toute industrie, l'usine de production doit garder un œil sur sa consommation énergétique, bien que celle-ci soit couverte par la société elle-même. De plus, dans l'évaluation de la performance d'une usine de traitement, d'autres paramètres sont observés tels que :

-la consommation en électricité :

Pour alimenter les pompes au captage principal de Mandorové, la SEEG a opté pour une pose d'alimentation HTA (Haute Tension A) au détriment de l'ancien poste en BT (Basse Tension). Ainsi on constate ces dernières années une augmentation de cette consommation électrique de la station de pompage de 11 mille kilowatts au lieu de 7 mille à cause du fonctionnement de 24 des pompes eau Brute. En usine de traitement cette valeur explose sur les 10 dernières années.

-la consommation en produit chimique : une consommation non efficiente des réactifs de potabilisation, fait perdre de l'argent à la société. De plus, on note une augmentation évidente de cette consommation sur les cinq (5) dernières années à cause de la forte de demande en eau.

c- Évaluation du fonctionnement de l'usine de production

Les piliers régissant le fonctionnement de l'usine de production d'eau potable se décomposent en trois (3) piliers à savoir, la conduite exploitation, la maintenance et le suivi traitement-qualité. En outre, dans le cadre de ce travail, nous nous sommes intéressés à décrire le champ d'action de chacune des équipes de ces piliers et ainsi que leur mission sur le site de traitement.

c-1- Analyse de la conduite exploitation

Définition et mission

La conduite exploitation ou pilotage de l'exploitation regroupe l'ensemble des actions de contrôle exécutées pendant le processus de potabilisation de l'eau par les équipes responsables du pilotage de l'exploitation. Ces agents ont à la fois une vocation de régulateurs, mais également de contrôleurs pendant le processus de potabilisation avec une prise de poste organisé en quart successif de huit (8) heures de travail par équipe de deux. On note que la prise de poste s'effectue à six (6) heures, matérialisée par une visite préalable des stations de traitement, ce qui permet de dresser un rapide état des lieux des stations au moment de la prise de service. (Voir extrait de planning agents en annexe17). Parmi les actions de contrôle on distingue :

- **Contrôle colmatage des filtres**

La filtration est la barrière ultime et obligatoire de la filière dans la chaîne de traitement des eaux dans la majeure partie des cas. Elle vise à réaliser ou à compléter, à travers un lit filtrant, la réduction des particules en suspension, des coliformes, des virus, des parasites ainsi que la turbidité.

Le colmatage est une obstruction de ce lit filtrant, il entraîne une diminution de la performance du filtre. Un contrôle de ce dernier consiste à opérer une inspection régulière, pour identifier le ou les filtres colmatés.

Cette identification peut se faire :

- Grâce à des boites de parcellisation implantées au niveau de chaque bassin filtrant. C'est un dispositif permettant quand il est fonctionnel, d'identifier automatiquement le filtre colmaté et de le contrôler depuis une salle de commande.

- De façon visuelle, inspection du niveau d'eau dans chaque bassin filtrant et vérification du débit d'eau en sortie filtre. Un niveau d'eau élevée et un faible débit en sortie filtre renseigne sur le ou les filtres colmaté(s).

Le colmatage de filtre est récurrent sur la chaîne de traitement, d'où la nécessité de l'installation d'un système de rétro-lavage. Il s'agit de la mise en place de deux conduites dédiées au lavage. Une reliant la bêche au filtre et une autre le suppresseur d'air au filtre. Il faut noter que les filtres seront lavés pas moins de 10 minutes, mais le lavage utilisé peut varier légèrement en fonction des saisons à cause du changement de viscosité de l'eau.

En outre, le sens de la filtration est habituellement descendant, le lavage des filtres quant à lui est assuré en flux ascendant à l'aide d'un ou des deux fluides, soit consécutivement, soit simultanément. La consommation d'eau de lavage est généralement plus grande en lavage à l'air, puis à l'eau, qu'en lavage simultané air et eau. La quantité d'eau utilisée pour le lavage des filtres ne devrait pas dépasser :

- 1% du volume d'eau traitée dans le cas d'un lavage air et eau simultané ;
- 2% du volume d'eau traitée dans le cas d'un lavage air et eau séparé.

Les taux d'air de lavage et d'eau de lavage indiqués plus haut sont fournis à titre indicatif, car la conception doit plutôt être basée sur un taux d'expansion du lit de 50%.

- **Contrôle des décanteurs**

Une décantation est efficace quand les floccs formés pendant l'étape de floculation, se déposent rapidement au fond du bassin et laissant apparaître à la surface du bassin une lame d'eau claire. Cette lame d'eau contenant une quantité minime de floccs, s'écoule continuellement vers les bassins filtrants. Mais il arrive régulièrement que la quantité de floccs en suspension en surface soit élevée, ce qui engendre le colmatage rapide des filtres.[6]

Pour faire face à cela, des purges des décanteurs sont exécutées.

Ces purges ont pour rôle :

- soit dans la moindre mesure réduire l'épaisseur du lit de boue au fond du décanteur via une série de vannes ;
- soit, ce qui est plus courant, de baisser le niveau d'eau dans les décanteurs par le biais d'ouvertures de vannes ;

- **Contrôle du dispositif de refoulement**

Le refoulement eaux traitées en réseau se fait 24 heures sur 24, aussi il peut arriver qu'une pompe se désamorçe en cours de fonctionnement.

Ce dysfonctionnement peut être causé par :

- un niveau d'eau trop bas dans la bache. En effet chaque pompe dispose d'une conduite d'aspiration équipée d'une crépine, qui est installée à des niveaux différents dans la bache. Il n'est pas à exclure qu'une baisse du niveau d'eau peut entraîner fonctionnement de la pompe à vide et entraîner son arrêt immédiat.
- un défaut sur les pompes survenues pendant son fonctionnement à savoir, un défaut de membrane, de clapet ou de roulement.

Dans le cas le plus fréquent, un réamorçage des pompes au niveau des armoires de commande est juste nécessaire.

- **Contrôle du dispositif de dosage de réactifs**

L'utilisation de réactifs additionnels dans la chaîne de traitement est nécessaire à l'étape de désinfection. Les réactifs sont dosés de façon à ce que la quantité injectée soit proportionnelle au débit d'eau arrivant dans la bache. Le système est conçu de façon à être précis, sans toutefois nécessiter d'interventions trop fréquentes d'un opérateur de conduite.

Il est important que le dosage soit régulier pour garantir l'efficacité de l'opération. Le réactif est dilué par un opérateur de cuisine, à la concentration voulue dans une cuve dédiée.

Chaque dispositif de dosage est composé deux bacs de volume important contenant la solution à doser. Les bacs sont accompagnés de deux pompes doseuses et deux agitateurs.

La solution préparée est acheminée via un réseau de conduit (en PEHD et acier Galvanisé) vers les autres points de la chaîne de traitement. Le volume de solution à diluer est déterminé en laboratoire.

Un débit constant est maintenu sur chaque pompe doseuse en fonction du taux de traitement souhaité, mais il peut être recalibré en cas de non-conformité éventuelle. La figure 4 présente un aperçu de la salle de préparation.



Figure 4: Salle des réactifs

Le dosage continu des réactifs dans la chaîne de traitement est une étape importante dans le traitement.

Les dysfonctionnements ne sont pas exclus, notamment :

-des défauts de fonctionnement des pompes, causés par un problème de membrane, de clapet ou de roulement du moteur de la pompe.

-désamorçage de la pompe (arrêt systématique) souvent causé par un retard de permutation de bac durant l'exploitation.

Dans la mesure du possible l'opérateur de conduite, peut réamorcer la pompe doseuse ou basculer sur la pompe doseuse de secours et signaler, le ou les défauts au service de maintenance.

- **Contrôle du saturateur de chaux**

Le saturateur de chaux est un réservoir de dilution du lait de chaux qui donnent une solution blanchâtre. Ce dispositif destiné à réguler le PH d'eau traitée dans la bache, peut présenter un déséquilibre réactionnel de la solution qui vire au bleu-vert. Cette coloration signale à l'opérateur un défaut de fonctionnement du saturateur. La solution est l'exécution d'une purge partielle du saturateur.

- **Contrôle des dispositifs de la station autonome Opalium**

La station de traitement des eaux souterraines est une station autonome. Cette technologie est gérée depuis un automate de programmation, installé et maintenu à une température de 25°C dans un conteneur aménagé. Équipé des voyants d'alerte tricolore depuis le poste de filtration, ces voyants signalent aux opérateurs la présence de défaut de fonctionnement dans la station.

En outre, l'opérateur est tenu de contrôler la bonne résolution automatique des défauts ou quand cela est possible lancé manuellement la résolution depuis l'interface de l'automate. Dans le pire des cas signaler le problème au service maintenance.

- **Contrôle du taux de traitement périodique et des performances de l'usine**

L'opérateur doit toujours s'assurer de respecter la marge de taux de traitement fixé par le laboratoire, pour cela une vérification toutes les deux heures du taux de traitement est effectué pour les stations B et C. Cette vérification consiste à contrôler le taux de traitement au floquât par calcul à l'aide, d'un chronomètre et d'une étuve graduée. Ces dispositifs vont nous permettre d'évaluer le temps de dosage d'un litre de solution, le reste du calcul s'effectue suivant les formules suivantes :

(1) : Débit de la pompe doseuse q (L/s) : $q = \frac{1 \text{ l de solution dosé} \times 1 \text{ h dosage}}{\text{temps de dosage d'un litre de solution}}$

(2) : Concentration de la solution du bac Cf (g/L) : $Cf = \frac{Ci \times Vi}{Vf}$

Avec C_i : concentration du floquât brute (g/L)

V_i : volume du floquât brute (L)

V_f : volume du bac de floquât (L)

(1) et (2) Taux de traitement au floquât (g/m^3) : $\pi = \frac{q \times C_f}{Q_b}$

Avec Q_b : débit d'eau brute du captage de Mandorové (m^3/h)

La vérification du taux de dosage du chlore et du carbonate ou de la chaux est directement relevée sur les pompes doseuse des salles de réactifs.

Constat : Pour garantir le bon fonctionnement de l'usine, une traçabilité écrite de toute action est faite dans un support dédié "la main courante". Ce support contient comme renseignement, la date du jour et l'heure, les types d'actions exécutées, les problèmes margesurs, les solutions entreprises, mais aussi le schéma de fonctionnement de pompes de refoulement de l'usine et hors usine (captage). Cela dans l'optique que les autres opérateurs puissent prendre note de ces faits avant d'entreprendre une action pendant leur poste. Cette transcription peut également servir de moyen de communication avec le service de maintenance, pour d'éventuels défauts de fonctionnement à résoudre.

c-2- Analyse de la qualité du service maintenance exploitation

Définition générale

La maintenance c'est l'ensemble de toutes les actions techniques et administratives durant le cycle de vie d'un bien, destinées à maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise.

Pendant longtemps, les installations de potabilisation d'eau n'ont pas été considérées comme des sites industriels à part entière et, à ce titre, la maintenance y était traitée de façon accessoire, au risque parfois d'être négligée.

Le souhait d'une fiabilité toujours plus grande fait que la maintenance est maintenant devenue une activité stratégique pour garantir :

- La continuité du service et donc la qualité du traitement
- La rentabilité des investissements, en augmentant la durée de vie des équipements

Types de maintenance

Les actions de maintenance se composent de deux groupes à savoir :

- **Maintenance préventive**

Ce sont des actions d'entretien systématique et périodique des composantes du système, afin de prévenir les pannes, limiter l'usure, améliorer l'efficacité et augmenter la durée de vie des

équipements et des structures. En règle générale, l'entretien préventif est effectué par les opérateurs du système, pendant que le système est en activité. Elle est l'objet de la planification dynamique et regroupe aussi bien, les actions techniques qu'administratives de management, durant le cycle de vie d'un bien et consiste à maintenir ou à rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise.

Entre autres, parmi les actions préventives on distingue :

- Visites systématiques

Les visites sont effectuées, selon un échancier établi suivant le temps ou le nombre d'unités d'usage. À chaque visite, on détermine l'état de l'organe, exprimé soit par une valeur de mesure (épaisseur, température, intensité, etc.), Soit par une appréciation visuelle.

On pourra interpréter l'évolution de l'état d'un organe par des critères d'appréciation telle que : rien à signaler, début dégradation, dégradation avancée et danger.

Par principe, la maintenance préventive systématique est effectuée en fonction des conditions que reflète l'état d'évolution d'une défaillance.[7]

- Remplacements systématiques

Selon un échancier défini, on remplace systématiquement un composant, un organe ou un sous-ensemble complet (il s'agit d'un échange standard).

Dans la mise en place d'une maintenance préventive, il vaut toujours mieux commencer par des visites systématiques, plutôt que par des remplacements systématiques, sauf dans les cas suivants :

- lorsque des raisons de sécurité s'imposent ;
- lorsque le coût de l'arrêt de production est disproportionné par rapport au coût de remplacement ;
- lorsque le coût de la pièce concernée est si faible qu'il ne justifie pas de visites systématiques ;
- lorsque la durée de vie est connue avec exactitude par l'expérience.

Le risque de remplacement systématique est de changer des éléments encore capables d'assumer le bon fonctionnement pendant un temps non négligeable. La visite systématique permet tout d'abord de capitaliser les expériences sur le comportement des organes soumis aux conditions d'utilisation réelles.

- Ronde ou visite en marche

La visite en marche effectuée pendant le fonctionnement permet d'optimiser l'arrêt machine, pour ce type de maintenance, on suit l'effet de la dégradation ou de l'usure pour éviter le démontage indésirable.

Les contrôles à réaliser consistent à la lecture des valeurs des paramètres et divers examens sensoriels. Une connaissance préalable des valeurs des paramètres en fonctionnement normal est requise.

On a pu constater que :

- une fuite, plus ou moins importante traduit le degré d'usure de la garniture mécanique d'une pompe.
- un échauffement anormal signale un problème de roulement.

Tout en respectant les règles de sécurité, une surveillance quotidienne en marche permet de détecter rapidement le début d'une dégradation.

La durée et la fréquence de ces opérations sont courtes. Dans la mesure du possible, cette maintenance de premier niveau est confiée aux opérateurs des machines de production et aux exploitants pour les utilités. Ils sont mieux placés pour constater les conditions de l'apparition des pannes.

- Maintenance préventive conditionnelle

D'après la définition Afnor (Association française de normalisation), il s'agit d'une maintenance subordonnée à un type d'événement prédéterminé (autodiagnostic, information d'un capteur, mesure ...).

Elle permet d'assurer le suivi continu du matériel en service, et la décision d'intervention est prise lorsqu'il y a un défaut imminent ou d'un seuil de dégradation prédéterminé.

Cela concerne certains types de défaut, de pannes se produisant progressivement ou par dérive. L'étude des dérives dans le cadre des interventions de maintenance préventive permet de déceler les seuils d'alertes, tant dans les technologies relevant de la mécanique que celles de l'électronique.

Au cours de la conception d'une installation, on définit des tolérances pour Certains paramètres. La variation progressive d'un paramètre n'implique pas la défaillance d'un organe. Mais lorsqu'un paramètre sort de la tolérance, le fonctionnement peut être complètement perturbé. Le suivi de l'évolution des paramètres permet de préciser la nature et la date des interventions.

Le paramètre suivi est soit :

- Une mesure électrique (tension, intensité...);
- Une mesure de température ;
- Un niveau de vibration...

On choisit comme paramètre à suivre celui qui caractérise le mieux la dégradation des composants ou la cause de la perturbation du fonctionnement.

- Télémaintenance

Un système de supervision permet à la fois la conduite d'une installation et la détection d'aléas de fonctionnement. Les informations sont reçues à travers les capteurs et transmises soit à une centrale de surveillance qui enregistre les alarmes et les paramètres, soit sur un smart phone.

Grâce à ces informations, l'agent de surveillance réagit en conséquence dès l'apparition d'un défaut ou d'une variation anormale d'un paramètre. Ce système, équivalent à une ronde est utilisé pour surveiller un ensemble d'équipements dont la localisation est dispersée d'une part et dont l'accès est difficile et parfois dangereux d'autre part. Le système de télémaintenance peut être entièrement automatisé.

- **Maintenance corrective**

Cet entretien correctif est une activité non planifiée devenue nécessaire pour effectuer des réparations et des remplacements, lorsqu'une composante du système tombe en panne ou que survient une situation d'urgence. L'entretien correctif peut être effectué par les opérateurs de maintenance, mais il est parfois donné en sous-traitance à une tierce partie.

La maintenance corrective est effectuée pour réparer toute panne de l'équipement et inclut les catégories suivantes :

- **Prévue** : Les réparations nécessaires sont connues à l'avance donc, tous les éléments requis sont disponibles au moment de la réparation.
- **Imprévue** : Requis en cas de problème qui provoque une panne de l'équipement essentiel. Connue également sous le nom de maintenance d'urgence ou « en cas de panne ».

La maintenance corrective est fréquemment réalisée dans des conditions d'urgence et avec pour seul objectif : le rétablissement du service. Cette maintenance corrective se compose :

- **Maintenance palliative** : elle consiste à pallier provisoirement, l'effet d'une défaillance afin de permettre la continuité de l'exploitation du bien sans pour autant traiter les causes. L'action exécutée est presque toujours une action de dépannage. Si cette maintenance n'est pas complétée par une action de fond destinée à traiter la cause première, on est conduit à constater la répétition de la défaillance en question et on parle alors de défaillance répétitive.
- **Maintenance curative** : Il s'agit là d'une maintenance qui s'attaque réellement au fond du problème en essayant de « soigner » le mal et traitant la cause première, si le diagnostic permet de remonter jusqu'à cette cause première.
- **Auto-maintenance** : Il est exécuté par un utilisateur ou un personnel d'exploitation du bien (Entretien de routine : graissage ou les réglages simples...). Ce type ne demandant pas le déploiement de moyens logistiques importants (pièces de rechange, outillage, documentation, compétences, ...).

En outre, la réalisation d'une opération de la maintenance corrective peut être classée en trois groupes d'actions :

- Le premier groupe concerne la localisation de la défaillance ; il comprend les actions suivantes : le test, la détection, le dépistage et le diagnostic.
- Le deuxième groupe concerne les opérations de la remise en état et comprend les actions suivantes : le dépannage, la réparation et la modification soit du matériel ou du logiciel.
- Le troisième groupe concerne la durabilité ; il comprend les actions suivantes : la rénovation, la reconstitution et la modernisation.

Différents niveaux de la maintenance

On distingue 5 niveaux de maintenance en général, le niveau est fixé par le degré de complexité et habilité qu'une opération de maintenance devra mobiliser. Chaque niveau nécessite des compétences et un niveau d'habilitation des agents.

Le service de maintenance est habilité pour les maintenances de niveau 1 ;2, le niveau 3 exceptionnellement. À partir du niveau 4 des compétences plus aigües des entreprises Spécialisées sont nécessaires. Le tableau de l'annexe 19 dresse une description de chaque niveau de maintenance.

Contrariantes implicite de la maintenance

L'entretien (préventif ou curatif) courant des ouvrages et des équipements bien qu'il ait l'avantage d'assurer le bon état de fonctionnement de ces derniers, il implique néanmoins quelques inconvénients sur la productivité, car il inclut :

- Une diminution de la production journalière, c'est le cas avec une action curative sur la pompe principale M3 (1200m³/h) de la station de pompage d'eau brute et l'entretien des lits de filtration, de la tour d'aération ou de certaines bâches.
- Un arrêt total de la production pour absence tension durant une maintenance de la ligne électrique qui alimente les stations.
- Une désynchronisation entre la planification et une mise en exécution avec la mobilisation difficile de temporaires et l'arrivée tardive des accessoires ou organes neufs des fournisseurs, ce qui bouleverse le planning quelques fois.
- La difficulté à trouver des entreprises expertes sur les grosses maintenances à Port-Gentil, cela peut impliquer des dépenses supplémentaires pour la venue d'un expert en dehors de la ville.

c-3- Analyse du suivi traitement et qualité

La qualité d'une eau brute est rarement suffisante pour être consommée, aussi pour la rendre potable il faudra la traiter. Cette partie décrit, le suivi technique adopté pour produire une eau répondant non

seulement aux normes OMS, mais aussi aux objectifs SEEG. Le tableau 5 présente un extrait des paramètres physico-chimiques suivies au cours du traitement.

Tableau 5: Extrait de Valeurs physico-chimiques indicatives OMS et SEEG

Paramètre	Limite acceptable (Norme OMS)	Objectif SEEG
PH	$6,5 \leq \text{PH} \leq 8,5$	$7,2 \leq \text{pH} \leq 8,0$
Température	$\leq 25^{\circ}\text{C}$	$\leq 25^{\circ}\text{C}$
Turbidité	$< 5 \text{ NTU}$	$\leq 1 \text{ NTU}$
Chlore libre résiduel	Non fixé	$0,5 \leq \text{Cl}_2 \leq 1,2$
Fer	$< 0,3 \text{ mg/l}$	$< 0,3 \text{ mg/l}$
Ammonium	$< 0,5 \text{ mg/l}$	$< 0,5 \text{ mg/l}$
Chlorure	$< 250 \text{ mg/l}$	$< 250 \text{ mg/l}$

Processus de traitement

• Critères de potabilité d'une eau

L'usine doit fournir aux usagers de l'eau consommable sans danger dans le long terme. L'eau livrée doit respecter les normes de potabilisation. Il est indispensable de vérifier le respect de ces normes non pas à un moment donné, mais tout au long de la journée voir de l'année. C'est le cas de certaines variations saisonnières, comme l'augmentation possible de la turbidité des eaux de surface à la saison des pluies. Les équipements en place rendent l'eau potable tout au long de l'année, Celle-ci subit en effet un traitement physico-chimique dans l'usine, afin de répondre aux normes de l'OMS. Ce traitement est plus ou moins complexe selon que l'eau provient de forage ou de rivière, mais généralement, il comprend trois étapes, la clarification, la neutralisation et la désinfection, aux termes desquels l'eau devient potable.

Les indicateurs à vérifier régulièrement sont listés ci-dessous. Ils sont à vérifier à la sortie de la bache sous traitement, comme au niveau de certains robinets de l'usine.

En dehors de ces normes à respecter, il en existe encore une quarantaine de paramètres physico-chimiques et bactériologiques qui doivent être effectuées.

• Préparation des réactifs

La préparation du traitement s'effectue en deux phases :

- Phase laboratoire

Tous les processus de traitement à appliquer sont fixés en laboratoire par l'agent Traitement. Les essais sont ainsi réalisés à petite échelle puis appliqués à grande échelle au niveau des baches de préparation. Ces essais permettent d'effectuer le calage du fonctionnement des stations, on distingue

L'essai clarification qui consiste à réaliser un essai Jar-test pour trouver le taux de traitement optimal au floquât.

Puis il faudra au travers du jar-test, fixer le dosage de neutralisation du PH soit avec du Carbonate, soit avec de l'eau de chaux, aussi cette neutralité dépendra du PH de l'eau décantée qui doit être de l'ordre de 6.

Enfin, le laboratoire réalise via un essai Break-point au dosage du Chlore pour la désinfection de l'eau avec pour objectif d'obtenir de valeur des chlores résiduelles au branchement le plus éloigné dans le réseau de distribution.

Remarque : Il faut souligner que cette démarche s'inscrit dans le processus de traitement des eaux de surface en station B & C, contrairement aux eaux de forage.

- Phase d'exécution

Pendant cette phase la préparation du traitement réalisé en laboratoire est appliquée en grandeur nature au niveau de la salle des réactifs. Chaque produit de traitement dispose de deux Bacs de préparation avec un (1) en fonctionnement et l'autre permet de permuter quand le premier est vide.

La capacité d'accueil de ces bacs n'est pas la même pour les deux stations.

Tableau 6: caractéristiques des bacs de préparation

Station	Station B			Station C		
Réactifs	Chlore	Floquât	Carbonate	Chlore	Floquât	Chaux
Capacité du bacs (L)	2000	2000	3000	2800	2600	4700
Matière	Plastique	Plastique	Plastique	Plastique	Plastique	Plastique
Pompes doseuses	Pompe volumétrique 1pompe + 1 secours	Pompe volumétrique 1pompe + 1 secours	Pompe volumétrique 1pompe + 1 secours	Pompe volumétrique 1pompe + 1 secours	Pompe volumétrique 1pompe + 1 secours	Pompe volumétrique 1pompe + 1 secours

La préparation dans les bacs nécessite quelques précautions suivies par les opérateurs responsables du chargement. Il s'agit notamment, de veiller au nettoyage et à la consommation totale de la solution du bac avant chaque préparation cela afin de ne pas fausser la concentration finale désirée. Puis,

veiller à la permutation des bacs, en effet durant la préparation du bac, le traitement doit se poursuivre, aussi il est nécessaire pour l'agent de permuter sur le deuxième bac de la préparation ciblée.

- **Dosage des réactifs**

Le dosage débute par le remplissage du bac d'eau, puis l'opérateur verse la solution concentrée non diluée suivant la quantité préétablie par le laboratoire et homogénéise le mélange grâce à l'agitateur électromécanique. L'emploi de deux bacs par solution est nécessaire pour des permutations rapides pendant le service.

- **Contrôle qualité**

La SEEG est, dans le cadre de ses activités en eau est certifiée ISO-9001, témoignant de la qualité du travail qu'elle fournit dans ce domaine. En outre, pour poursuivre dans cette optique, elle opère en continu un suivi qualité dans ses processus de production. Ce suivi s'opère en deux points, à savoir :

- Le suivi en usine

Il s'agit essentiellement d'une vérification effectuée au laboratoire de l'usine par l'opérateur en charge du suivi qualité de l'usine. Ces analyses ont pour objectif de vérifier le respecter des normes et des objectifs fixés par la société.

L'agent responsable du suivi réalise les premières analyses le matin à son arrivée pour l'ensemble des paramètres dont il a l'habilité. Le reste du suivi se poursuit toutes les deux heures par les agents de conduite en poste. Ces derniers vérifieront, grâce aux équipements déjà étalonnés les paramètres tels que le PH, la turbidité, le Chlore et le Fer au niveau de l'eau traitée, mais aussi de l'eau brute.

- Suivi hors usine ou sur le réseau

Ce suivi se déroule sur des points de dessert du réseau de distribution avec en ligne de mire de garder sous surveillance la qualité du traitement exécuté en usine. Pour ce faire l'agent procède aux mêmes analyses qu'en usine (exemple vérification du chlore résiduel), mais procède également à des prélèvements pour des analyses bactériologiques compte tenu de l'état du revêtement intérieur des conduites de distribution.[8]

- **Réajustement ou correction du traitement**

Les analyses du laboratoire servent de guide dans les actions que vont entreprendre les agents mais elles peuvent aussi permettre de détecter un défaut soit dans la chaîne de traitement ou sur les équipements mécaniques. C'est le cas de :

- La turbidité : un défaut après analyse des turbidités de chaque filtre renseigne sur leur niveau de colmatage et donc décide duquel laver en premier. En outre, on limite ce colmatage en procédant à l'ajustement de la quantité de floquât, très marquant en début de saison pluvieuse.

- Le PH : en cas de PH eau brute trop bas, comme c'est le cas en début de saison de pluie (de l'ordre de 5), l'agent traitant doit procéder à un relevage du PH au point de l'arrivée eau brute. Cela grâce à un dispositif d'injection du lait de chaux ou chaux de floculation, au niveau du répartiteur eau brute, cet ajustement agira sur le PH eau décantée.

- Le Chlore : des forts indices de turbidité implique une eau très chargée en éléments en suspension alors très troubles, cela à une étroite incidence sur la quantité de chlore à doser. Ainsi plus une eau possède une forte turbidité, plus elle consommera du chlore pour sa désinfection et inversement.

✚ Cas particulier : le phénomène de salinité à Port-Gentil

➤ Phase I : Définition du phénomène

Le phénomène de salinité correspond à la présence d'une eau saline au niveau du captage des eaux de surface. En effet, il se manifeste par un niveau du fleuve Ogooué est plus bas que celui de l'océan Atlantique. Cet événement se produit précisément en période de saison sèche. La durée du phénomène n'excède pas les cinq jours avec une période de retour irrégulier. Le phénomène est marqué par de fortes valeurs de conductivité dues à la salinité de l'eau. Le graphique suivant montre l'évolution de la conductivité en fonction de la profondeur.

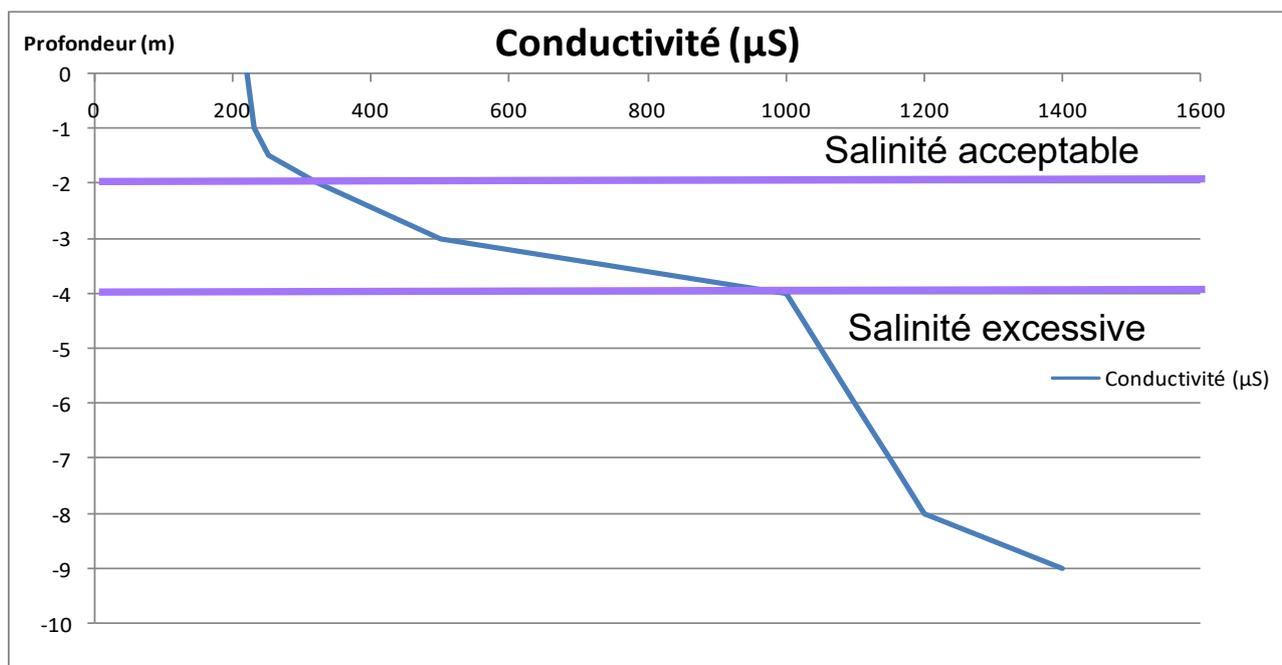


Figure 5: Évolution de la conductivité en période de salinité (SEEG 2008)

➤ Phase II : les indicateurs

Pour prévenir la présence du phénomène de salinité, la société dispose d'un dispositif de détection du niveau du fleuve (une mire ou règle) Ogooué par rapport à celui de l'océan Atlantique. Mais aussi d'un dispositif de sonde au niveau du puisard qui déclenche l'arrêt des pompes une fois que la conductivité atteint une valeur de 350 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

➤ Phase III : Les mesures de contre salinité

La principale mesure de contre salinité se fait en amont avec le processus de dilution avec les forages. Cela implique, pour un meilleur équilibre, de basculer sur la petite pompe de 650 m³/h au niveau du captage de surface contre la plus grosse de 1200 m³/h. L'eau des forages est directement injectée dans la conduite de transport DN 500 à différents points de jonction, aussi contenu du nouveau volume qui arrive en station (plus minime) le volume des réactifs est réduit de moitié. Durant cette période la station de traitement des eaux souterraines est aux arrêts.

L'autre alternative est de rehausser de la prise d'eau pour les périodes de faible salinité grâce à un dispositif de flottaison.

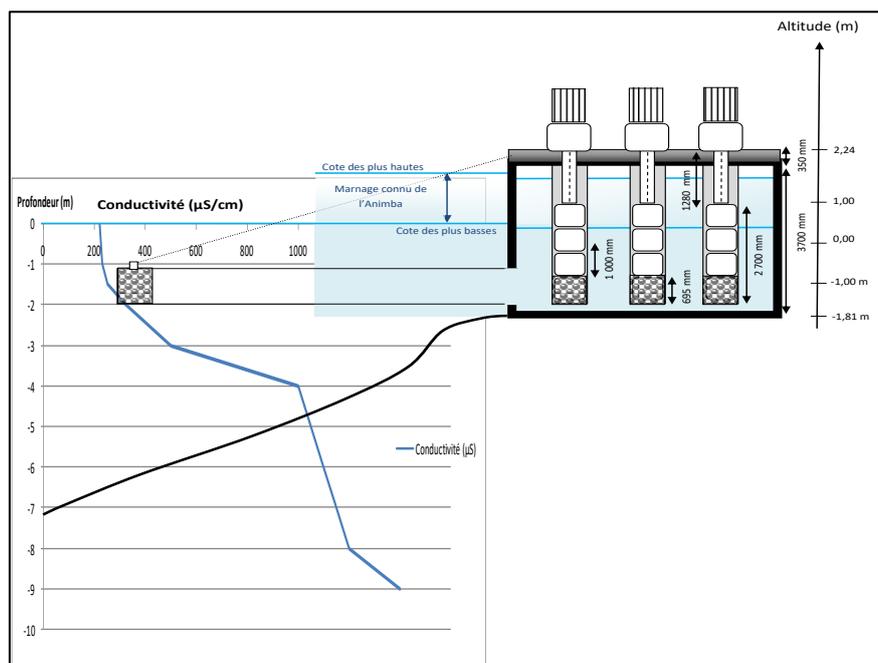


Figure 6: Etat actuel de la prise

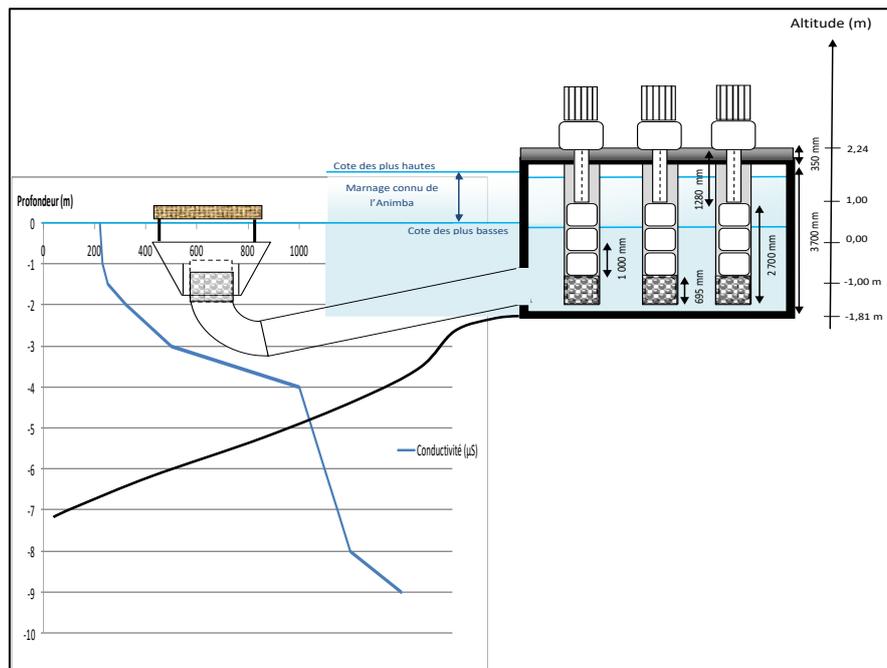


Figure 7: Rehaussement de la prise

Conclusion partielle

Face à une demande qui a fortement augmenté ces cinquante dernières années, l'usine mobilise déjà toutes ses ressources, sur ses trois unités de pilotage, depuis la conduite exploitation en passant par maintenance, mais également le service traitement et qualité. Bien que le rendement productif soit très bon, on note néanmoins que les capacités d'accueil des stations fixées par les concepteurs ne sont plus respectées. Cela a occasionné une surexploitation des stations et produit à long terme une baisse de l'efficacité dans le fonctionnement continu de l'ensemble de l'usine production d'eau potable.

IV.2. Distribution eau de Port-Gentil

Ouvrir un robinet d'eau potable à domicile est aujourd'hui, un geste simple et tout naturel pour près de 90% de la population, en zone urbaine à Port-Gentil. La disponibilité de cet élément vital demande la mise en œuvre de moyens techniques et humains considérables. C'est le rôle des services de distribution d'eau potable.

Le Réseau d'alimentation en eau potable de la ville de Port-Gentil fait face à des difficultés qui se manifestent, soit par des baisses de pression dans certaines parties du réseau, ou par des interruptions de service suivant les zones et les périodes de la journée, voire de l'année. Toutefois, la dynamique de la consommation de l'eau, le vieillissement des composantes du réseau, l'apparition des nouvelles fuites ou l'accentuation des fuites existantes sont autant de facteurs qui modifient les conditions hydrauliques et affectent les performances de l'infrastructure et auxquels s'ajoutent les défis d'économie d'eau et d'énergie.

Dans le cadre d'exploitation, le gestionnaire du réseau de distribution d'eau potable s'engage à fournir, en permanence, le meilleur approvisionnement en termes de qualité de l'eau et de pression de service suffisant.

L'analyse hydraulique du réseau a permis d'identifier des solutions permettant de réduire ces difficultés afin de mieux répartir l'eau dans les différentes zones de la ville.

a- Présentation de la Distribution Eau

Mission du service Distribution Eau

Les domaines d'intervention du service se limitent à :

- Réaliser les branchements neufs des nouveaux Abonnés
- Assurer l'entretien des branchements en cas de fuite ou vétusté des équipements du branchement,
- Exécuter des dépannages suite à des plaintes ou constat de manque eau chez un abonné,
- Assurer la maintenance du réseau en cas de casse de conduite (suivant des habilitations d'intervention) ou entretien des organes réseau (vannes, ventouses, clapets, regards),
- Gérer le dispatching de l'eau dans le réseau à travers des manœuvres d'asservissement des zones de stress hydrique, de sectionnement du flux pour des opérations de maintenance, du suivi des pressions et de la qualité eau en réseau.

a.1- Présentation du patrimoine distribution eau

✚ Tracé du réseau :

Le réseau de distribution est de type maillé, mais on observe néanmoins des ramifications sur certaines extrémités. Un synoptique abrégé visible en annexe 11, présente de manière simplifiée et schématique le fonctionnement du réseau. Il illustre l'organisation réseau depuis le point de production jusqu'aux points de distribution en faisant apparaître les ouvrages (production, traitement, stockage, pompage), les équipements essentiels, les axes de distribution, les interconnexions et les centres de consommation.

Le plan d'ensemble du réseau, outil dynamique de base de la connaissance du réseau et de la compréhension de son fonctionnement nous a été fourni par le service cartographique. Indispensable à la gestion et à l'exploitation de ce patrimoine.

En outre, dans l'optique de mieux nous saisir du réseau de distribution de la ville, la nouvelle responsable du réseau de distribution a organisé une campagne de reconnaissance du réseau d'eau en

collaboration avec le service SIG, en charge de la gestion des cartes des différents réseaux (Eau et Électricité) de la SEEG. L'aboutissement de ce travail est une carte globale du réseau d'eau à ce jour. Néanmoins, malgré ce travail, on note sur le réseau avec la durée, une disparition d'organes ou même de conduites auxquels les agents n'ont plus accès avec la perte d'archives. On relève aussi, une nuance entre les informations sur les plans du réseau et la réalité du terrain ce qui engendre d'énormes désagréments durant les interventions en exploitation. De plus, ce dernier exemplaire (à voir en annexe 20) fait encore l'objet de corrections à cause de ses contradictions.

Réservoirs

Une fois l'eau brute acheminée et traitée à l'usine de traitement, elle devrait poursuivre son chemin vers les dispositifs de stockage de la ville.

❖ Rappel du rôle des réservoirs sur le réseau

Un réservoir est un ouvrage hydraulique intermédiaire entre le réseau d'adduction et le Réseau de distribution. Aménagé pour contenir de l'eau, soit potable, soit destinée à la consommation publique, soit pour l'usage industriel, pouvant être restituée dans les heures de pointe. Cet ouvrage joue plusieurs rôles à savoir :

- **Régulateur et accumulateur** : le réservoir a le pouvoir de régulateur aux variations de la consommation. Pendant la période où la consommation excède la production, il se vide et il se remplit ensuite, par contre aux heures creuses où la consommation est inférieure à la production.
- **Régulariser la pression et le débit dans le réseau de distribution** : il s'agit dans ce cas d'un réservoir d'équilibre. Il est placé à un point et une altitude de telle sorte qu'il puisse assurer la pression nécessaire dans le point très éloigné.
- **Régulariser le fonctionnement de la pompe** : le réservoir permet de réduire les dépenses d'énergie (stockage par pompage et distribution par gravité).
- **Utilité pour briser la charge** : si le terrain se trouve dans un relief accidenté, en certains points du réseau, on peut avoir des pressions non admissibles, un réservoir peut être utilisé pour briser la charge.
- **Assurer la réserve d'incendie** : le réservoir doit contenir en tout temps, une réserve suffisante pour faire face aux besoins instantanés très importants du service chargé de la lutte contre l'incendie[9]

Possédant un relief plat, la ville de Port-Gentil était dotée de 4 réservoirs de stockage surélevés installés à des emplacements stratégiques pour influencer sa zone couverture (à voir en annexe 11 : réseau de la ville). Le tableau 7 présente les caractéristiques des ouvrages de stockage présent sur le réseau.

Tableau 7: État des ouvrages de stockage

Système de stockage	Type de Réservoir	Forme	Hauteur (m)	Volume (m3)	Type de support	Type de remplissage	Composite	État Actuelle
R1	Surélevé						Métallique	Démolie
R2	Surélevé	Cylindro-tronconique	30	1500	Piliers	Surverse	Béton	Bon
R3	Surélevé	Cylindro-tronconique	34	1000	Tour	Surverse	Béton	Bon
R4	Surélevé	Cylindro-tronconique	34	1000	Tour	Surverse	Béton	Mauvais

❖ État de service actuel

Dans le cas particulier de cette étude, les conduites ne refoulent pas dans les châteaux d'eau aménagés à la sortie de l'usine de traitement. Ces châteaux sont censés constituer des réservoirs d'eau potable à partir desquels elle sera distribuée vers les abonnés.

✓ Causes

La principale cause de ce schéma de pompage est la réalisation de piquage direct des habitants sur les conduites de remplissage châteaux d'eau. C'est le résultat d'une population de plus en plus croissante, conjuguée aux constructions anarchiques, image résultant d'une politique d'urbanisation non efficace. Mais les raisons peuvent être également interne, du fait des choix de la direction de l'entreprise et des comportements inappropriés certains individus sur le réseau.

✓ Conséquences

La conséquence immédiate est la perte de pression au cours du remplissage des châteaux d'eau. La pression est dispersée entre les conduites connectées à la conduite de remplissage de châteaux.

D'autres séquelles se font sentir au niveau des équipements de l'usine de production, ces derniers font l'objet d'un suivi maintenance intensive, car ils doivent fonctionner à toute heure, ce qui écourte leur durée de vie. Les répercussions se font sentir également sur :

- La consommation énergétique
- Le mode de desserte sur le réseau
- Le rendement productif des agents
- Les frais d'exploitation de l'usine de production

❖ **Essai de remplissage château**

L'annexe 21 résume l'ensemble des étapes suivies pour la réalisation de l'essai. Dans le cadre du présent travail cet essai de remplissage de châteaux, rendre dans le plan de réhabilitation de ces ouvrages du réseau. Aussi pour cet essai le château R2 a été choisi en raison de la faible distance (1.5 Km) entre son emplacement et l'usine de traitement.

En outre, pour mettre en œuvre cet essai, des objectifs et dispositions spécifiques ont été pris :

- ✓ Pression de sortie station C 5 bars
- ✓ Fermeture des dérivations piquées sur la conduite DN 300 fonte, de remplissage château et sur la conduite DN 400 fonte, en sortie station C :
 - Fermeture de la vanne du départ conduite DN 315 PEHD sur la canalisation DN 400 fonte ;
 - Fermeture des vannes des départs conduites DN 80 ;300 et 100 en fonte sur la canalisation DN 300 ;
 - Fermeture de la vanne de liaison entre la canalisation DN 300 en sortie station B et celle du remplissage château ;
 - Fermeture de la vanne de liaison entre la canalisation DN 400 en sortie station C et celle après château ;
- ✓ Pression minimale aux pieds du château 3 bars

❖ **Résultat de l'essai**

Les observations faites pendant le remplissage du château sont les suivantes :

- ✓ Pression maximale en sortie station est de 4 bars avec deux pompes au refoulement
- ✓ Pression observée aux pieds du château 3 bars ;
- ✓ Débit de refoulement de 900 m³/h ;
- ✓ Arrêt d'une pompe en station C pour niveau bas de bêche de stockage (C1 et C2), château rempli à 1/3 de son volume et chute brutale de la pression 2.8 bars.

- ✓ La desserte assurée par le château après remplissage n'est que d'une heure ;
- ✓ Difficulté de réapprovisionnement des départs fermés sur la canalisation de remplissage ;
- ✓ Zone en stress hydrique approvisionnée.

❖ Conclusion de l'essai

Suite à la fermeture des différents départs, le réseau voit ses conduites rapidement vidées par une activité intensive de soutirage de la part des populations. Ce soutirage est intensifié par les zones en stress hydrique où les populations font des réserves d'eau, cela combiné avec la présence soupçonnée de fuite et du manque d'étanchéité de certaines vannes. Néanmoins, la baisse rapide du niveau d'eau dans les bâches de stockage de l'usine traitement, dévoile les manquements présents dans le schéma d'alimentation de la ville.

✚ Mode de distribution

À sa création, le tracé des réseaux de distribution a été réalisé dans l'optique d'assurer l'accès du réseau aux usagers dans des conditions économiques optimales tout en prévenant les difficultés d'exploitation et d'entretien des différentes infrastructures. Ce tracé a été fait, selon les principes suivants :

- Un fonctionnement hydraulique simple et efficace (continuité du service en évitant la création de points de faiblesse ou en prévoyant des alternatives en cas de rupture) ;
- Une optimisation de la longueur du réseau par le choix des emprises de routes ou de sentiers devant recevoir les conduites ;
- Un équipement minimum afin de faciliter la purge d'air aux points hauts (ventouse) et le curage/nettoyage/entretien des canalisations aux points bas du réseau (vannes, vidanges).

Les conduites de distribution sont celles qui assurent le transport vers les foyers. Le mode de distribution est aujourd'hui se fait entièrement par refoulement au départ de l'usine de production.

a.2- Inventaire du patrimoine du réseau de distribution

Un fonctionnement optimal du réseau de distribution tient compte du bon état du patrimoine qui se compose notamment :

- Les ventouses pour l'évacuation de l'air et donc la protection des réseaux ;
- Les vannes pour les consignes et les manœuvres ;
- Parc à compteurs ;
- Poteaux Incendie

Le linéaire du réseau couvre 250 km soit 3 km en PVC, 155 Km en FD et 92 km en PEHD.[10]

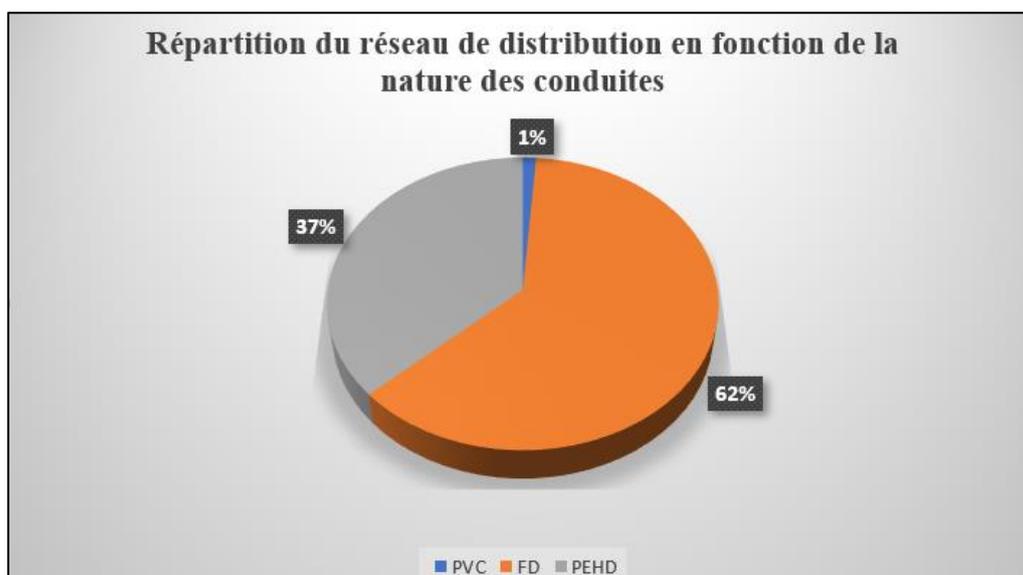


Figure 8: Répartition du linéaire des conduites du réseau

Tableau 8: les organes répertoriés du réseau

Désignation		Total recensé
Équipement Incendie	Bouche d'incendie	101
	Ventouse	51
	Vidange	8
Ouvrage de stockage	Château d'eau	2
Vanne	Vanne papillon	15
	Vanne Opercule	498

a.3- Organisation sectorielle

Pour des besoins pratiques et en raison du nombre réduit d'appareils disponibles, le réseau est subdivisé en trois secteurs de distribution suivant les vannes installées sur le réseau. Chaque secteur regroupe plusieurs points de distribution dont les volumes facturés sont obtenus des différents compteurs abonnés.

À l'aide des logiciels Google Earth, QGIS et Autocade, nous avons obtenu une image parcellaire de la zone et la localisation du secteur desservi du réseau. L'eau à distribuer est divisée entre trois grandes zones d'influence par trois conduites primaires visibles sur synoptique abrégé du réseau, dans un système d'alimentation type mixte majoritairement maillé et ramifié aux extrémités.[11]

L'organisation sectorielle actuelle du réseau présente trois secteurs avec chacun pour départ une des conduites primaires. Le tableau 8 montre la répartition suivant les conduites primaires du réseau.

Tableau 9: Répartition sectorielle du réseau

Secteur	Référence diamètre nominal
Secteur 1	DN 400 Sortie Station C
Secteur 2	DN 300 Sortie Station B sud
Secteur 3	DN 300 sortie station C Milieu centre littoral

Analyse des besoins sectoriels

Elle correspond à l'offre que l'exploitant doit rendre disponible pour répondre à la demande des usagers [12]. Pour évaluer le Dispatching ou la répartition des besoins en eau dans chaque secteur, nous sommes partis du principe que la population est intégralement placée à l'intérieur des limites de zones telles que définies sur la carte jointe, ce qui nous a permis de :

-Déterminer la superficie couverte par chaque secteur, ces surfaces ont été évalués à partir du logiciel Google earth. (Résultat tableau 10).

-Évaluer le nombre d'habitants dans chaque secteur à partir de la superficie et de la densité de population de la ville à partir de l'estimation du besoin fait précédemment (157420 habitants pour 47 km² avec une densité démographique de 3368 hab/km²).

-Déterminer le besoin journalier totale du secteur à partir du nombre d'habitants qu'il renferme et du besoin résidentiel de 150l/hab/j. En outre, nous avons considéré que le besoin total correspondait à 2 fois le besoin résidentiel pour tenir compte des activités industrielles et aussi des pertes en réseau.

Le tableau 10 présente les résultats de cette démarche

Tableau 10: Besoins sectoriels

Hypothèse de calcul	Secteur	Superficie Couverte (Km2)	Nombre D'habitant Pour d=3368 (hab./km2)	Besoin total (m3/j) *2	Débit Horaire (m3/h)
			3368	2	
	DN 400 sortie station C	5,96	20086	6026	251
	DN 300 sortie station B	9,52	32075	9623	401
	DN 300 sortie station C	8,68	29240	8772	366
	Total	24	81402	24421	1018

Remarque : l'utilité d'une telle démarche s'inscrit dans un cadre où nous ne disposons pas de comptage exact à l'entrée de chaque secteur. Elle présente une vue approchée des besoins de la ville. La figure suivante illustre la sectorisation de notre réseau distribution, il s'agit des zones très habitées.



Figure 9: Sectorisation de la zone d'étude

b- Évaluation de l'état du réseau de distribution

L'appréciation de la performance du réseau de distribution dans le cadre de cette étude s'est faite, selon les critères suivants :

- Continuité de service, (y compris en quantité et pression),
- la maîtrise des pertes
- le rendement du réseau de distribution, (y compris l'ILC et ILP)[13].

b.1- Continuité de service

La continuité du service à garantir la disponibilité de l'eau à l'ensemble des abonnés, en particulier aux abonnés sensibles (hôpitaux, maison de retraite, maison médicalisée, etc.). Ainsi le maintien de cette continuité de service passe par plusieurs types d'opérations effectuées par les équipes du service de distribution eau. Elle passe notamment par :

✚ Gestion des zones en stress hydrique

Nous avons recensé sur le système d'alimentation de Port-Gentil des zones en stress hydrique résultant soit d'un manque récurrent d'eau, d'une absence de pression suffisante ou l'absence d'un réseau officiel. On dénombre trois (3) principales zones en situation de stress hydrique, localisées dans les quartiers suivants :

- Ondimba : parmi les causes du stress hydrique de la zone, on peut citer l'absence d'un réseau officiel (alimentation eau non-conforme de la zone). Mais aussi l'augmentation des branchements neufs réalisés sur le site, tous reliés à l'unique conduite de diamètre 90 mm en PEHD qui a été posée l'origine à la demande d'un seul abonné dans un quartier qui n'était pas très habité. Aujourd'hui la demande en eau sollicitée sur cette canalisation de la zone a explosé.
- Cap Lopez : dans ce quartier les habitants sont installés à l'extrémité du réseau, la canalisation de diamètre 90 mm en PEHD s'arrête au quartier Cote d'azur, mais un peu plus loin nous avons le quartier Fort de l'eau ou aucune conduite d'alimentation ne parvient.
- PG2 : le quartier présente un réseau partiel qui ne couvre pas totalement la zone, l'approvisionnement se fait par une canalisation de diamètre 110 mm en PEHD posée sur la nouvelle route de pavé avec des réductions en PEHD de 90 mm sur le trottoir de droite et 63 mm sur le trottoir de gauche.

Analyse qualité du réseau distribution

La fonction première du système d'alimentation en eau potable est de livrer une eau destinée à la consommation humaine au robinet de chaque abonné. Une perturbation de la qualité peut aboutir à une interruption temporaire de la desserte. Pour prévenir ce genre d'incident, on surveille la qualité de l'eau distribuée à l'aide des indicateurs réglementaires « conformité microbiologique de l'eau » et « conformité physico-chimique de l'eau. » sur le réseau.

Au sein de la SEEG, le service habilité à mener ces mesures est le laboratoire central de la province de l'Ogooué-Maritime à Port-Gentil. Ces analyses sont réalisées sur des points de prélèvement au préalable sélectionnés sur le réseau de la ville. Les indicateurs sont :

- ❖ Paramètres physico-chimiques à savoir la Turbidité (NTU), le Chlore résiduel (Cl_2) et le PH. Il s'agit de relever les teneurs des paramètres physico-chimiques afin de statuer sur leur conformité.
- ❖ Paramètre microbiologique notamment, les Coliformes totaux et *Escherichia coli*, il s'agit tout simplement de signaler l'absence ou la présence éventuelle dans le prélèvement d'éléments bactériologiques.

La fréquence des analyses sur le réseau est deux fois par semaines, chacune est faite soit sur la zone Nord du réseau, soit sur la zone Sud. Les tableaux suivants montrent les relevés des paramètres analysés sur le réseau. (À voir en annexe 22 d'analyse réseau).

En dehors de ces Paramètres, on réalise le suivi des paramètres hydrauliques, il s'agit de suivre l'évolution des pressions, mais aussi des débits. Le 25/01/2021 grâce à une campagne de mesure de pression organisée par le service, nous avons pu déceler aisément des zones à hautes pressions, de celles de basses pressions. Au total dix-huit points de mesure des pressions statiques ont été effectués sur le terrain. À la sortie de cette campagne, on conclut que le réseau de la ville est majoritairement sous-pressé, avec des zones de très basse pression progressivement qu'on s'éloigne des conduites d'influences à haute pression. (À voir en annexe 23 dresse tableau de mesure de pression).

Par ailleurs, on note l'absence d'un dispositif mobile mesure de débit au sein du service. Cela dénote une absence de visibilité sur les volumes d'eau réelle qui transitent dans le réseau de distribution et complique la possibilité de réalisation d'un modèle hydraulique du réseau[14].

Remarque : en cas de non-conformité d'un paramètre sur le réseau, une action de purge ou vidange est effectuée. De plus, les abonnés connectés sur la conduite de remplissage château sont directement impactés par les éventuelles perturbations qui peuvent survenir dans le traitement (diminution ou augmentation de Chlore résiduel).

Maintien des organes du réseau de distribution

La continuité de la desserte est également dépendante du bon fonctionnement du réseau de distribution eau donc du bon état de ses équipements qui est assurée grâce à l'équipe de Maintenance et Exploitation Réseau. Parmi les équipements entretenus nous avons les organes de protection (les ventouses) et les organes de sectionnement ou d'isolement (les vannes)[15].

➤ **Méthodologie d'entretien des vannes et ventouses**

❖ **Vannes**

Les vannes installées sont de deux types, à papillon ou à opercule, mais nous avons majoritairement des vannes à opercule sur le réseau d'eau (à voir en annexe 24). Elles sont posées soit à cheval sur une conduite soit en intersection/changement de section. Leur fonction est de permettre d'isoler si nécessaire un tronçon, mais aussi en fonction du degré d'ouverture, de contrôler le débit d'eau arrivant au réseau. Pour une meilleure gestion de la desserte sur un réseau, il est primordial de connaître l'état physique et fonctionnel des vannes qui isolent les secteurs les uns des autres.

• **Mode d'Entretien**

Il s'agit pour le technicien de :

- Vérifier l'étanchéité en fermeture complète avec le contrôle de la présence d'écoulements aux points de prélèvement postérieur à la vanne.
- Vérifier la manœuvrabilité par des tests d'ouverture ou de fermeture.
- ❖ Ventouses sur le réseau

Installées sur les points hauts du réseau, elles évacuent l'air contenue dans les conduites causées par des arrêts et redémarrages des pompes au niveau de l'usine de production.

- Mode d'Entretien

L'entretien de cet organe consiste à vérifier leur état de fonctionnement en suivant quelques étapes :

- Ouverture de la tuyère
- Observer si on a soit une évacuation d'air ou une évacuation d'eau selon l'état de remplissage de la conduite. Dans la mesure où ni air et ni eau ne sort de la ventouse, il se peut que la tuyère soit bouchée et donc il faut procéder à son débouchage avec d'une tige métallique.
- Déclarer la ventouse défectueuse si après débouchage on constate toujours aucune évacuation et donc il faudra procéder à son remplacement. La figure suivante présente la composition d'une ventouse selon une fiche de formation du Centre Des Métiers (CDM) de la SEEG

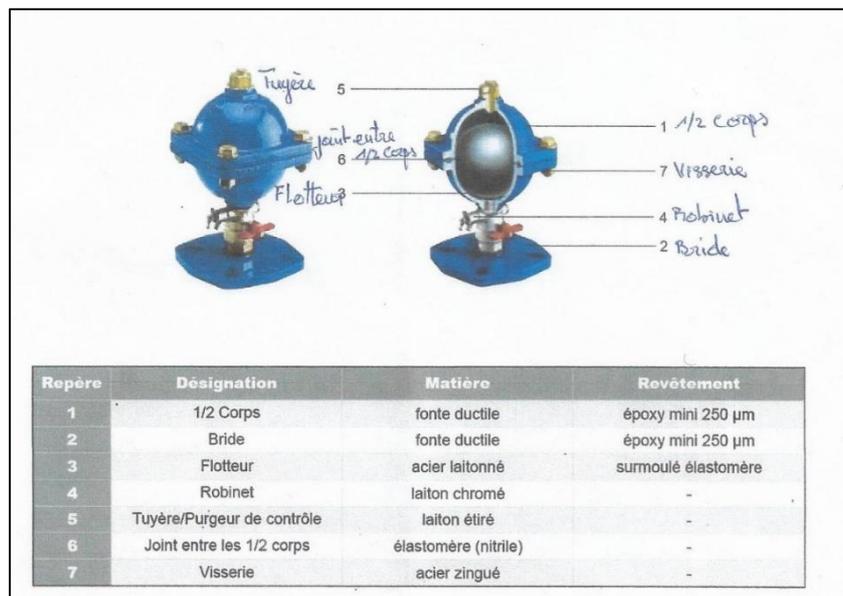


Figure 10: Composition d'une ventouse

Constat : Selon la Direction de l'Eau et de l'Assainissement (2014) de la commune de Montpellier, la recommandation pour le dimensionnement des ventouses préconise :

- ❖ Sur les tronçons de diamètres < 200 mm : Mise en place de ventouse DN 40/60 mono fonction
- ❖ Sur les tronçons ne présentant pas un point de vidange : Mise en place de ventouse DN40/60 tri fonction sur les tronçons présentant un point de vidange.
- ❖ Sur les tronçons de diamètres > 200 mm : mettre en œuvre des ventouses tri fonctions, dont les correspondances à titre indicatif sont ci-dessous présentées :

- Canalisations du DN 200 mm/DN 250 mm : Ventouse DN 40/60
- Canalisations du DN 300 mm/DN 400 mm : Ventouse DN 80
- Canalisations du DN 450 mm/DN 500 mm : Ventouse DN 100

En effet, sur le réseau de la ville, nous avons constaté la pose de ventouses DN 60 (à voir en annexe 25) inadaptées sur certaines canalisations de diamètre 400 mm, de plus nous suggérons de les remplacer par des ventouses DN 100 selon le catalogue du constructeur PAM.

b.2- Rendement réseau

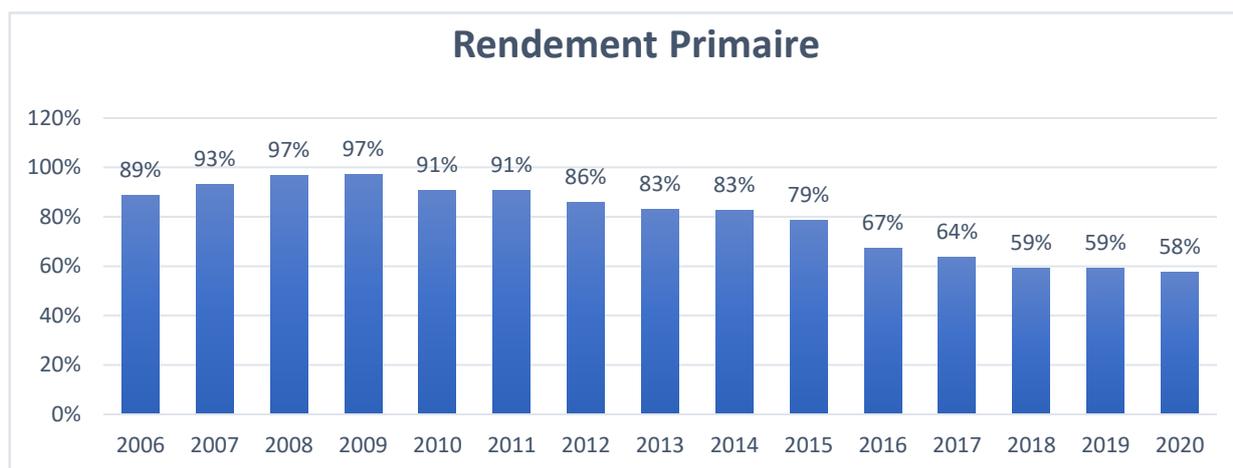


Figure 11: Rendement primaire

Grâce aux données recueillies de l'année 2006 à 2020 auprès du service statistique, nous avons pu apprécier le rendement distributif en nous basant sur notre analyse des volumes entrants et facturés sur notre zone d'étude. La figure 11 présente le rendu graphique de son évolution.[16]

Le rapport de ces consommations et du volume moyen refoulé nous donne une valeur de 59 %. Cette valeur est très faible et montre que le fonctionnement du réseau de distribution de Port-Gentil n'est pas optimal.

Le tableau 11 nous permet d'apprécier le rendement de notre réseau :

Tableau 11: Appréciation du rendement primaire (Weber, 2001-2008)

De 50% à 60%	Mauvais
De 60% à 70%	Médiocre
De 70% à 75%	Moyen
De 75% à 80%	Bon
De 80% à 85%	Très bon
De 85% à 90%	Excellent

Le réseau de distribution présente sur les neuf premières années (2006 à 2015) un rendement supérieur à 75%. Néanmoins, depuis 2016, il n'a pas cessé de baisser et représente actuellement 59%. Cette baisse de rendement témoigne des nombreuses pertes sur notre réseau, évidemment elle englobe :

❖ Les pertes apparentes :

- Absence de compteur
- Compteurs déplacés
- Numéros de compteurs effacés, grattés
- Mauvaise lecture et/ou saisie de l'index
- Index non relevés : compteurs non trouvés, cassés, enterrés, etc.
- Problèmes de mise à jour de la base de données
- Sous-comptage des compteurs

❖ Les pertes physiques réelles

- Fuites reportées (allô fuites)
- Fuites détectées suite à la campagne de recherches de fuites
- Fuites sur branchements avant compteurs

✚ **Autre Indice de performance**

Ces indicateurs sont calculés sur la base d'informations recueillies sur les années écoulées de 2006 à 2020, aussi leur caractère pertinent est d'apporter une certaine visibilité sur la gestion du réseau, il s'agit entre autres :

- Indice linéaire de consommation

Le tableau suivant présente l'évolution de l'indice linéaire de consommation de l'années 2006 à 2020.

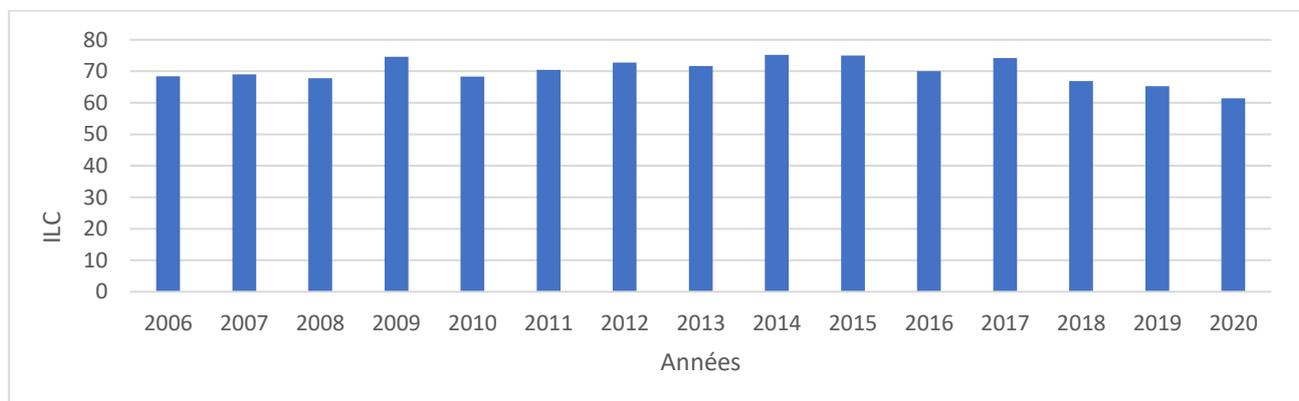


Figure 12:Indice Linéaire de Consommation

Selon la caractérisation de l'agence de l'eau, un réseau est considéré comme rural lorsque la valeur de l'ILC est inférieure à 10. Dans notre cas, l'ILC a des valeurs supérieures à 10 depuis 2006. On peut donc conclure que le réseau de Port-Gentil est du type urbain.

- Indice linéaire de pertes

Il est exprimé en m³/km/j. Le tableau suivant présente l'évolution de l'indice linéaire de pertes de l'années 2006 à 2020.

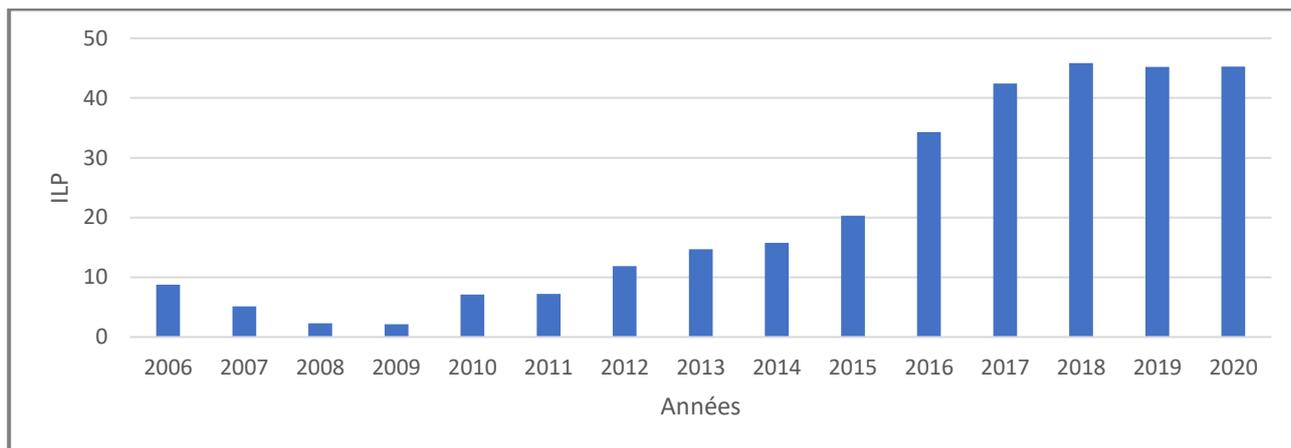


Figure 13:Indice Linéaire de Perte

Pour un réseau du type urbain, les Indices Linéaires de Pertes de 2006 à 2011 montre un réseau avec peu de pertes, cette période correspond au bref moment de l'asservissement gravitaire, puis on remarque une dépréciation progressive de 2012 à 2020 marquant la période post château d'eau.

Le tableau 12 nous permet d'apprécier l'ILP du réseau en fonction du type de zone du réseau.

Tableau 12:Classification de l'Indice Linéaire de Perte

Catégorie réseau	Rural	Semi – rural	Urbain
Bon	< 1.5	< 3	< 7
Acceptable	< 2.5	< 5	< 10
Médiocre	< 4	< 8	< 15
Mauvais	> 4	>8	>15

c- Maîtrise des pertes

La réduction des volumes de pertes en eau sur le réseau représente pour le service de l'eau un enjeu majeur. Cela s'inscrit pleinement dans la politique de développement durable du Ministère de l'Énergie et de l'Eau du Gabon. En effet, une stratégie de gestion des pertes efficaces permet de réduire les

volumes prélevés sur la ressource naturelle et dans le même élan de réaliser les économies d'énergie liées à la production. De plus, cela limite les risques de déstabilisation des sols liés à la persistance de fuite dans certaines zones sensibles.

Par ailleurs, une maîtrise des pertes en eau dans notre cas implique la mise en œuvre conjointe des efforts des équipes de Branchements neufs, entretien branchement et dépannage ou réparation de la fuite.

c.1- Branchements Neufs

Le terme « branchement » désigne l'ensemble compris entre la prise sur la conduite principale de distribution publique jusqu'au dispositif de comptage. Dans le cadre de la maîtrise des pertes d'eau, la réalisation des branchements privés aura un impact considérable. En effet, elle contribue à freiner le soutirage frauduleux des demandeurs en situation de détresse hydrique. Par ailleurs, la réalisation d'un branchement particulier se fait de manière résumée en trois phases principales :

❖ Phase 1 : visite et devis du métré

Une fois la demande émise par le service clientèle, elle est réceptionnée par un agent du métré. Ce dernier réalise une visite du site, à l'aide de références du point de livraison correspondant à une codification du poteau électrique le plus proche de l'habitation du client. Cette visite permet de statuer sur le type de branchement à réaliser, notamment :

-soit c'est un branchement type, c'est-à-dire connexion directe à une conduite principale située à proximité du lieu d'habitation du demandeur.

-soit c'est un branchement par repiquage, autrement dit une reconnexion prise en charge sur un branchement d'un autre abonné plus proche du demandeur que la conduite principale.

À sortie de cette visite nous établissons un devis des travaux à réaliser sur la base du type branchement.

Les tableaux 13 et 14 présentent des extraits de devis de travaux en fonction du type branchement.

Tableau 13:Devis d'un branchement type

Désignation	Quantité	P.U.HT	Montant HT
Eau(standard)-PEHD 25	1	188371	188371
Robinet arrêt après compteur Diam : 15	1	8626	8626
Total hors-taxe			196997
Contribution spéciale de solidarité à 1%			1970
Montant TVA à 18%			35459
Total des taxes			37429
Total TTC			234426

Tableau 14:Devis d'un branchement par repiquage

Désignation	Quantité	P.U.HT	Montant HT
Repiquage sur branch existant avec tarif général	1	59652	59652
Robinet arrêt après compteur Diam : 15	1	8626	8626
Total hors-taxe			68278
Contribution spéciale de solidarité à 1%			683
Montant TVA à 18%			12290
Total des taxes			12973
Total TTC			81251

❖ Phase 2 : réception du devis

Le devis établi est soumis au demandeur, qui devra s'acquitter de son paiement.

❖ Phase 3 : Visite et réalisation par l'équipe de branchements neufs

Le devis payé est transmis à l'équipe de branchement qui va réaliser une visite supplémentaire au préalable. Elle a pour but, d'une part de confirmer le devis du métré et d'autre part, de juger des conditions du terrain d'implantation. En effet, selon les conditions de terrains le temps de réalisation peut se révéler long. C'est le cas pour des terrains marécageux en saison de pluie ou avec traversé de route dans ce cas on parle de branchement complexe. Pour des terrains favorables (sans contrainte saisonnière et/ ou un sol meuble) le branchement est dit simple.

Selon la disponibilité en magasin des pièces de branchement, ce dernier sera réalisé dans les deux semaines qui suivent le paiement du devis par le demandeur. Par ailleurs, un branchement comprend au minimum :

- La prise d'eau sur la conduite de distribution publique,
- Le robinet de prise en charge sous bouche à clé ou collier de prise en charge,
- La canalisation de branchement située aussi bien dans le domaine public que privé, en polyéthylène haute densité (PEHD) d'une pression nominale de 16 bars (PN16) et conforme aux normes en vigueur : NF EN 12201-1, NF EN 12201-2 et NF T 54-951.
- Deux coudes 90 (50 et 25),
- Le robinet inviolable,
- Une stèle de 50 ou 25

- Un dispositif de comptage (exceptionnellement plusieurs),
- Un robinet vanne,

c.2- Mise en conformité/Entretien branchement

L'entretien de branchement est une remise aux normes d'un branchement privé présentant une défaillance et donc le fonctionnement est interrompu totalement ou partiellement. En effet, sur le réseau, des clients peuvent signaler :

- ❖ Un manque d'eau brusque à leur robinet
- ❖ Une baisse brusque de pression
- ❖ Des fuites spontanées sur leur compteur
- ❖ Un dérèglement du compteur d'eau en soi

Ces désagréments sont souvent le signe de la détérioration des équipements, aussi l'équipe d'entretien branchement gère la remise en conformité de ces derniers dont la réparation implique de :

- ❖ Faire une mise en conformité du piquage de l'abonné (détaillé le processus)
- ❖ Poser un nouveau compteur d'eau si l'ancien est défaillant
- ❖ Déboucher la conduite d'alimentation, mais aussi les orifices d'entrée ou de sortie du compteur à l'aide d'une tige métallique résulte de la présence de silex (en provenance des filtres de l'usine de traitement) obstruant la circulation de l'eau.
- ❖ Remplacer les joints d'étanchéité dysfonctionnels.

➤ Méthodologie d'Entretien d'un Branchement

❖ Symptôme de perturbation perçue du côté client

- Manque eau
- Perte de pression inhabituelle
- Absence de facture

❖ Causes éventuelles

- Manque eau : Présence de silex/Robinet inviolable cassé en position fermée avant compteur/fuite souterraine avant compteur côté SEEG
- Perte de pression inhabituelle : Présence de silex/fuite souterraine avant ou après compteur SEEG/branchement d'apport de stèle de groupe inadapté/ouverture partiel du robinet inviolable.
- Absence facture : compteur cassé/robinet inviolable cassé en position fermée avant compteur.

❖ **Vérification entretien branchement**

- Vérification de la présence d'eaux et de la pression côté SEEG (par déconnexion du compteur client).
- Vérification du fonctionnement du compteur
- Vérification des pressions sur les installations clients voisins et après reconnexion du compteur entretenu.
- Vérification des influences entre les différents compteurs d'une même stèle de branchement de groupe.
- Vérification de présence de fuites par fermeture de tous les robinets côté client.

❖ **Déroulement de l'opération**

- Pour un constat de compteur défectueux la réparation est confiée à la Cellule Contrôle Installation (CCI) pour procéder au changement du compteur abonné.
- Une intervention suite à une présence de silex (sable bloquant) se fait, selon deux lignes d'action en fonction de l'état de conduite du branchement :
 - ✓ En présence de canalisation en PEHD conforme, procéder à un débouchage après démontage complet, du côté SEEG.
 - ✓ En présence de canalisation en Galva, procéder à une remise en conformité du branchement en PEHD.
- S'il s'agit d'une présence de fuite, sa situation par rapport au branchement guide l'agent sur l'intervention à réaliser :
 - ✓ Côté SEEG : en présence de canalisation en PEHD, réaliser une réparation de la fuite/ en présence de Galva, procéder à la mise en conformité du branchement.
 - ✓ Côté Client : Orienter l'abonné vers un plombier.
- En cas de Robinet inviolable cassé sur la stèle de branchement, l'opération est transférée à la cellule de dépannage pour le remplacement.

c.3- Réparation des fuites

➤ **Notion de fuite sur le réseau de la ville**

Elles sont classées en trois catégories :

- ❖ Aérienne (localisée en plein air)
- ❖ Souterraine (enterrée)
- ❖ Complexe (en fonction du terrain exemple sous bitume)

De plus, elles se manifestent sur plusieurs points du réseau qui sont entre autres énumérés dans le tableau 15

Tableau 15:Manifestion des fuites

Apparition des fuites	
Point d'apparition	Exemple
Sur branchements	-fuite sur le branchement lui-même ; -fuite au niveau du collier de prise en charge ou au niveau du robinet de prise ; -fuite au niveau du robinet avant compteur ; -fuite sur l'accessoire.
Sur canalisations	- fuite sur la canalisation elle-même ; - fuite au niveau des joints des canalisations.
Sur les appareils hydrauliques	- presse-étoupe d'une vanne détériorée ; - une ventouse non étanche ; - une vidange mal manœuvrée...

Tableau 16:Origine des fuites

Causes des Fuites	
Type	Exemple
L'âge du réseau	-vétusté des branchements ou des canalisations ; -vétusté des branchements ou des canalisations ;
Les conditions de pose	-une mauvaise pose initiale des canalisations ou des branchements (hauteur de remblai insuffisante, défaut de serrage de pièces, etc.) ; -l'utilisation de pièces de qualité insuffisante ; -un défaut de serrage des colliers de prise en charge...
La nature du terrain traversé ou de l'eau transportée	Corrosion des canalisations
Les sollicitations mécaniques	Chocs au cours des travaux routier ou d'entretien des caniveaux par les services publics sont les

	plus fréquents ;
Conditions d'exploitation des appareils hydrauliques	-défaut d'étanchéité dû souvent à une détérioration à l'usage ; - une mauvaise manœuvre des appareils hydrauliques ;
Une détérioration accidentelle causée par des tiers	

➤ **Dispositif de signalisation**

Du ressort de l'équipe de dépannage du service distribution, elle mobilise son équipe, chaque fois qu'une fuite ou manque d'eau est signalé dans la ville. Cette signalisation se fait par trois principaux canaux :

- ❖ Par le signalement clientèle à l'agence
- ❖ Par signalement sur le Forum WhatsApp SEEG
- ❖ Par constat un Agent en déploiement sur le terrain

NB : la localisation ou recherche des fuites Standards n'est pas très utilisée du fait des faibles pressions sur le réseau actuel de la ville. Néanmoins, la SEEG dispose des outils nécessaires et d'une cellule dédiée à cette tâche, mais qui n'est pas aujourd'hui déployée sur le terrain.

➤ **Réalisation de la réparation**

Les actions de réparation sont tributaires du type de dysfonctionnement signalé sur les branchements.

❖ **Cas de fuite aérienne ou apparente**

On effectue une réparation de l'étanchéité du branchement, c'est une opération courante, elle consiste à remplacer les joints qui n'assurent plus l'étanchéité. Aussi, il peut s'agir du remplacement de pièce défectueuse du branchement, il s'agit de robinet inviolable, robinet vanne après compteur.

❖ **Cas de fuite souterraine**

Cette réparation nécessite un niveau d'habilitation en fonction du diamètre de conduite fuyant

Tableau 17: Habilitation d'intervention sur canalisation

DN canalisation	Organisme habilité d'intervention
25 à 63	Agent de Dépannage
63 à 400	Agent de Maintenance et exploitation réseau
≥500	Consultant spécialisé

Chaque niveau d'habilitation est fixé en fonction du degré d'expertise et de l'ensemble ressource(équipements) à mobiliser pour une intervention.

En outre des précautions préalables sont prises avant d'isoler le tronçon de conduite devant faire l'objet de réparation, une fois cette dernière localisée. Il s'agit de rechercher, si des structures jugées sensibles (bâtiments à usage médicale) sont influencés par cette canalisation. Si c'est le cas la réparation s'effectue sans isoler le tronçon dans le cas contraire une annonce faite aux habitations de la zone d'influence sur le jour et l'heure de l'intervention.

La réparation consiste généralement à la pose d'un manchon si la fuite est de faible ampleur. Pour une fuite importante (grosse casse de canalisation) la conduite isolée sera changée par une neuve. De plus, au cours la réparation du chlore est introduite dans la canalisation pour la désinfection avant la remise en service. Des actions de vidange sur le tronçon accompagne cette désinfection.

❖ **Réparation des manques eaux sur branchement**

La procédure de réparation d'un cas de manque par l'équipe dépannage est la même que celle de l'équipe d'entretien branchement. Il s'agit de procéder le plus souvent à un curage des conduites pour présence du silex bloquant la circulation du fluide. Cela se traduit par un manque d'eau chez le client et si le manque d'eau est généralisé aux abonnés d'un même voisinage, alors la présence d'un bouchon d'air est envisagée et une purge d'air de la conduite principale s'impose.

Au terme de la réparation, l'agent consigne sur une fiche d'intervention l'action menée ainsi que l'équipement utilisé.

Conclusion partielle

Nous pouvons dire que les limites observées dans la gestion de la distribution sont principalement celles concernant les pertes pouvant résulter, d'un manque d'étanchéité au niveau des joints des canalisations favorisant ainsi les fuites d'eau dans le réseau. Mais aussi à des tuyaux défectueux du réseau public d'eau potable. Toutefois, les pertes dans les résidences dues à un usage abusif ou à une

plomberie défectueuse, ne sont pas comptabilisées comme des pertes du côté SEEG, mais plutôt dans la consommation domestique à l'opposé de celles issues des fraudes.

L'estimation exacte des volumes perdus entre le moment de leur constat sur le réseau et leur réparation, n'est pas toujours facile pour les opérateurs du réseau. Cela, soit par absence de matériel pour accompagner d'activité, soit pour des raisons de sous-effectif. Mais le plus probable est un système de détection pas au point.

V. Analyse de l'impact environnemental

Dans l'optique d'une bonne gestion et une optimisation du réseau, l'entreprise met tout en œuvre pour le maintien opérationnel des ouvrages et le bon fonctionnement des équipements. Par ailleurs, pour être en adéquation avec la problématique mondiale d'adaptation au changement climatique, il est indispensable de prévoir des économies d'eau sur les prélèvements réalisés. En outre deux grandes démarches d'idées sont envisagées :

- ❖ Inciter les collectivités à mettre en place une gestion patrimoniale des réseaux,
- ❖ Engager des actions afin de limiter le taux de perte sur les réseaux.

Ainsi comme pour toutes les grandes exploitations, la gestion d'AEP présente un caractère écologique qu'il ne faut pas ignorer. Le tableau 18 dresse les impacts qui découlent de certaines actions entreprises dans chacune des activités du service eau[17].

Tableau 18: Impactes environnemental de l'activité eau

Activité	Action	Impact positif	Impact Négatif
Production Eau	<ul style="list-style-type: none"> • Purge décanteur • Lavage filtre • Pompage continu 	<ul style="list-style-type: none"> • Amélioration de clarification • Optimisation de la filtration • Alimentation permanente 	<ul style="list-style-type: none"> • Inondation des habitations voisines (système d'assainissement défectueux) • Augmentation du prélèvement de la ressource naturelle • Augmentation de la consommation Électrique par rapport à celle de la ville

Distribution Eau	<ul style="list-style-type: none"> • Réparation d'organe • Vidange 	<ul style="list-style-type: none"> • Préservation du réseau de distribution • Pérennisation de la qualité eau distribué 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation des déchets d'organe défectueux mal entreposés • Perturbation de la desserte • Augmentation des pertes d'eau technique non consommée
-----------------------------	--	---	---

❖ **Mesure d'atténuation**

- Réhabilitation du système d'évacuation
- Réhabilitation du système automatique de lavage et de purge par télégestion
- Réduction de la consommation énergétique passe par la réhabilitation des châteaux d'eau
- Sensibilisation et accompagnement des agents dans la gestion des équipements et éventuellement réinventer leur usage dans l'encadrement jeune technicien.
- Amélioration du suivi santé des équipements plus intensifs et plus rigoureux
- Amélioration du suivi du lit de buselure notamment, le remplacement systématique des buselures défectueuses. L'objectif est d'éviter la présence de silex échappé des stations de traitement et visible aux vidanges. Avec un sol très sableux et certaines conduites enterrées à 1.8 m de profondeur, la présence d'intrusion du sable des à une cassure de conduite n'est pas à exclure. Donc, une recherche de fuites s'avère toujours nécessaire.

La figure 14 ci-dessous, illustre graphique, le gaspillage d'eau dans l'écart entre volume livré et facturé.

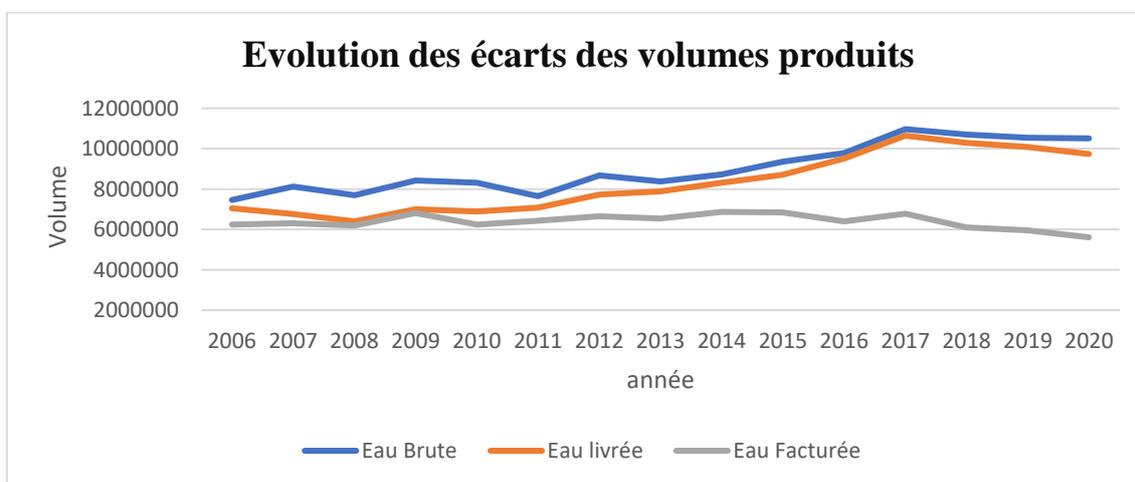


Figure 14: Évolution de la consommation

Cette figure témoigne de l'écart grandissant entre ce qui est produit et ce qui est distribué sur le réseau de 2006 à 2009 (asservissement avec château d'eau) et de 2009 à 2020 (sans château d'eau). L'annexe 26 présente un récapitulatif de ses consommations.

VI. Conclusion générale et recommandations

Il est certain que, dans le cadre d'une gestion patrimoniale d'un système d'alimentation en eau potable, une autorité organisatrice devra faire des arbitrages en fonction du contexte parmi les points développés ci-dessus. Il s'agira donc, pour cette autorité de définir les axes de travail prioritaires ainsi que les efforts minutieux à porter sur chaque objectif (niveau de détail des informations à collecter, investissement à provisionner, moyens humains à consacrer...). L'objectif visé est d'élaborer une politique de gestion patrimoniale durable qui intègre une conscience environnementale plus importante.

Recommandations en Production

Au regard de l'évaluation des besoins de la population actuelle et des projets déjà engagés par la SEEG, le renforcement de la production d'eau potable reste la principale alternative. Cette mesure s'accompagne de deux actions prioritaires dont :

- La première avec les efforts de renforcement de la production en eau potable. En effet, la ville s'étend un peu plus chaque année, aussi dans le cadre du projet Port-Gentil II, une augmentation serait une bonne idée. En outre, ce renforcement s'articule autour de trois (3) phases à savoir le captage avec un nouveau puisard d'Eau Brute à Mandorové, puis le traitement avec une nouvelle station de 30 000 m³/j et le stockage avec un nouveau château d'eau de 2000 m³. Le coût global du projet est estimé à 70 milliards de Francs CFA. Le plan du nouveau puisard est présenté à l'annexe 27.
- La seconde action est le renforcement de la production eau traitée de l'usine en activité grâce à la construction d'une station jumelle à la station C actuelle (capacité 15600 m³/j). Aussi une étude de l'intégrité structurelle des ouvrages hydrauliques des stations B et C, se doit d'être établie pour évaluer les faiblesses dues à leur vieillissement et éventuellement les renforcer.[18]

Recommandation en distribution

Le problème majeur du service de distribution reste l'absence ou la perte de pression. Le relief plat de la ville est un atout favorable pour la réhabilitation des châteaux R2 et R3, ainsi que la

réhabilitation de la structure du R4. Elle inclut également la pose de nouvelles canalisations dédiées au remplissage des châteaux d'eau, en dérivation des anciennes conduites.

Une maîtrise, des pertes axées sur des campagnes de recherche des fuites souterraines mais aussi une maîtrise des volumes consommés non facturés des services publics (mairie, école publique, etc.) et des probables fraudes restent en atout en exploitation.

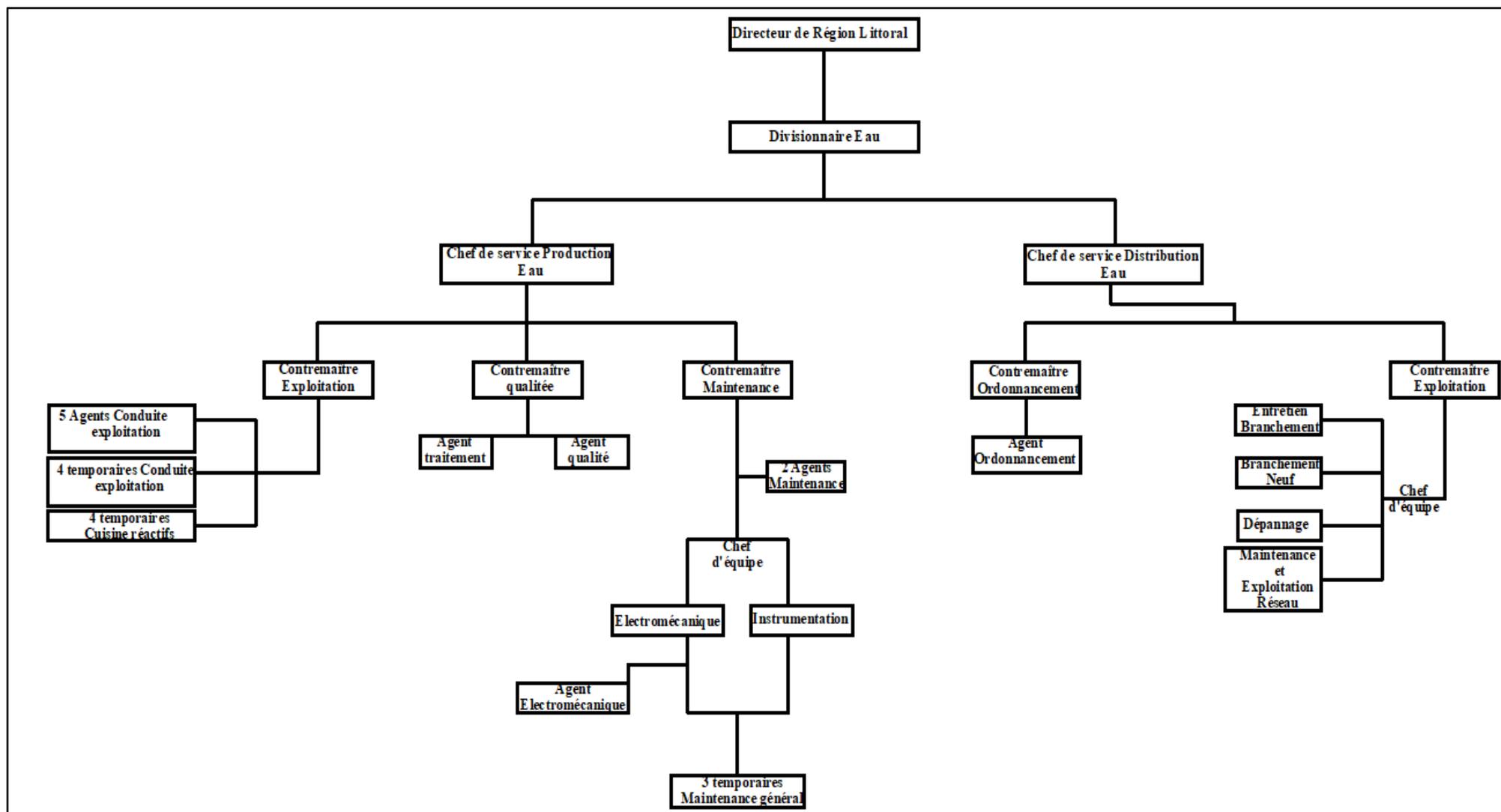
BIBLIOGRAPHIE

1. Climate | National Oceanic and Atmospheric Administration, <https://www.noaa.gov/climate>
2. Résultats globaux du Recensement Général de la Population et des Logements de 2013 DU Gabon (RGPL2013). 247
3. APD_Eau Brute Port Gentil 04_12_2008.ppt
4. Guide de conception des installations de production d'eau potable. 286
5. Bolduc, A., Charles, Néry, Ellis, Donald, Québec (Province), Ministère de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques: Guide de conception des petites installations de production d'eau potable. (2019)
6. Tik, S.: Optimisation des unités de décantation primaire des stations d'épuration de la Ville de Québec. 74
7. Héng, J.: Pratique de la maintenance préventive: mécanique, pneumatique, hydraulique, électricité, froid. Dunod, Malakoff (2017)
8. Léa, M.: DISPOSITIFS RUSTIQUES D'ALIMENTATION ET DE TRAITEMENT DE L'EAU POTABLE POUR DES SERVICES DE PETITES TAILLES EN REGIONS DEFAVORISEES. 28
9. Promotion, M.L.I.: Contribution à la gestion technique de la zone d'influence du réseau de distribution des réservoirs R11A et R11B, de la ville de Niamey au Niger. 68
10. D'Orage, D.: 4.08 RACCORDEMENT SUR REGARD OU CONDUITE EXISTANTE. 6
11. Faye, M.D.: Présenté et soutenu publiquement par. 84
12. Fethi, O.: Étude sur la sectorisation et l'amélioration du rendement du réseau d'eau potable de Toulouse métropole. 87
13. Behrens, J.-C., Blanchet, F.: Nous souhaitons ici remercier très chaleureusement toutes les personnes qui ont participé à l'élaboration de ce guide en apportant leur temps, leur expertise scientifique, technique et financière dans les différents groupes de travail qui ont permis d'élaborer ce document. 116 (2016)
14. Essentiel d'Hydraulique en Charge.CE.pdf
15. Guilsou, S.: MODELISATION SUR LE LOGICIEL EPANET DU RESEAU D'EAU POTABLE DE LA COMMUNE D'URRUGNE (064). 106 (2007)
16. Abdelbaki Cherifa: Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un SIG - Cas du Groupement Urbain de Tlemcen -. (2014).
<https://doi.org/10.13140/2.1.4131.9207>
17. Binga, H.: LA GESTION DE L'EAU AU GABON. 9
18. Etude variantes traitement Port Gentil_4_12_2008.ppt

Liste des ANNEXES

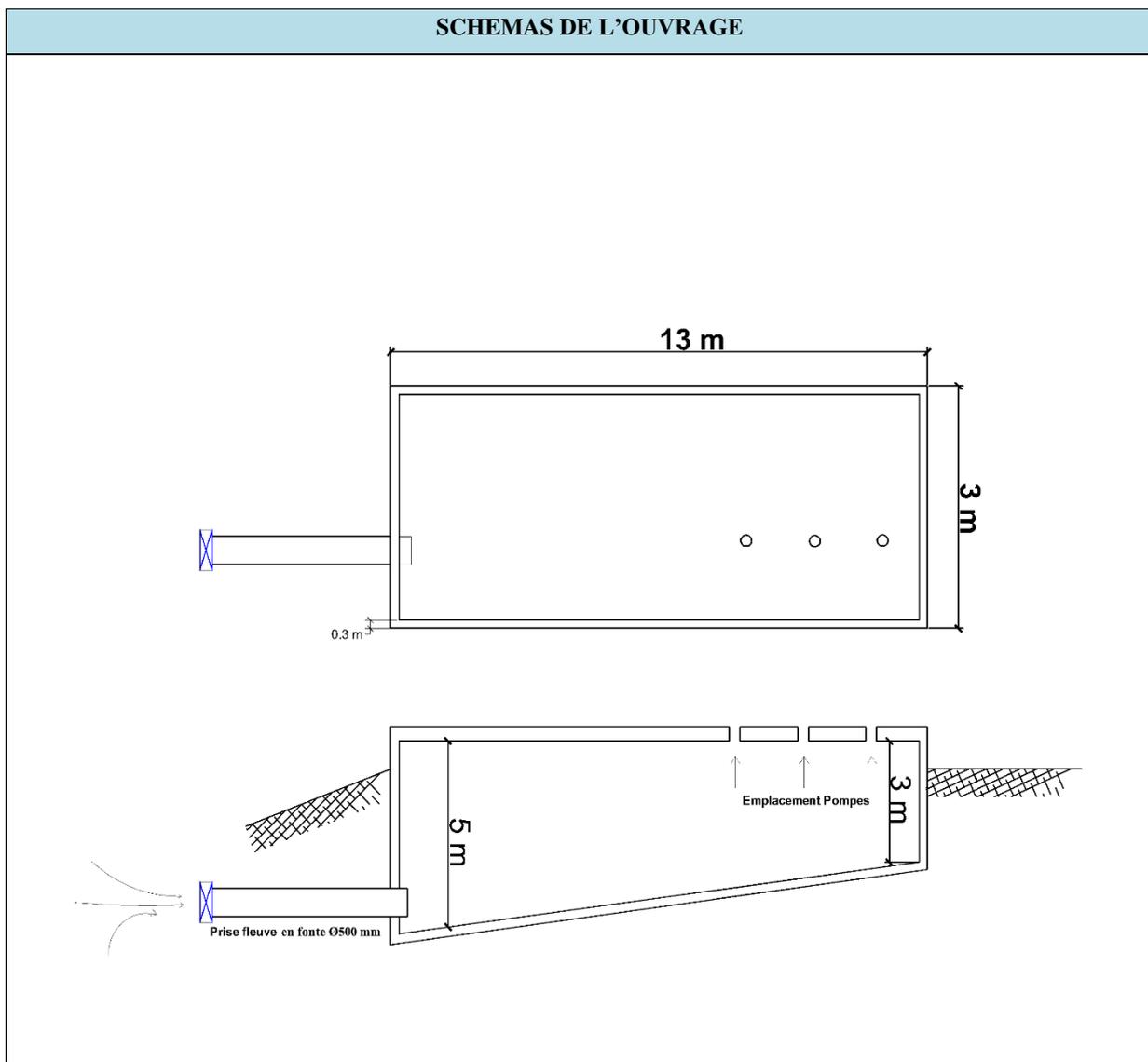
Annexe 1:Organigramme décisionnel.....	65
Annexe 2:Description technique du captage MDV	66
Annexe 3:Schéma du Captage MDV	67
Annexe 4:Caractéristique groupe électropompes Eau Brute MDV	68
Annexe 5:Caractéristique électropompe des forages	68
Annexe 6: Schéma Forage F1	69
Annexe 7:Schéma Forage F2	70
Annexe 8:Schéma Forage F3	71
Annexe 9:Rapport Journalier de la semaine 50	72
Annexe 10:Plan d'installations de l'usine de traitement	73
Annexe 11:Synoptique abrégé réseau AEP POG	74
Annexe 12:Etat des débitmètres en Production Eau	75
Annexe 13:Caractéristique groupe électropompes Eau traitée Station B	76
Annexe 14:Caractéristique groupe électropompes Eau traitée Station C	76
Annexe 15:Schéma de production des station B et Opalium.....	77
Annexe 16:Schéma de production de station C	78
Annexe 17:Planning de quarte usine de Port Gentil du 03 au 16 Mars 2021	79
Annexe 18:Planning prévisionnel des entretiens des ouvrages	80
Annexe 19:Classe des niveaux de maintenance.....	81
Annexe 20:Plan du réseau d'eau potable de Port-Gentil.....	82
Annexe 21:Protocole d'essai de remplissage château	83
Annexe 22:Tableau du Suivi qualité l'eau distribuée du 03/08/21	84
Annexe 23:Campagne de mesure de pression.....	84
Annexe 24:Robinet Vanne à Opercule	84
Annexe 25:Ventouse DN 60.....	84
Annexe 26:Récapitulatif des performances du Réseau AEP de 2006 à 2020	84
Annexe 27:Plan du Nouveau Puisard MDV	84

Annexe 1: Organigramme décisionnel



Annexe 2:Description technique du captage MDV

DESCRIPTIF TECHNIQUE DU CAPTAGE MDV	
<u>1 - DONNEES GENERALE</u>	
Propriétaire :	SEEG
Localisation :	Zone Sud de Port-Gentil à Mandorové
Adduction vers :	Usine de traitement d'eau à 32 km
<u>2- CARACTERISTIQUES DE L'OUVRAGE</u>	
Type d'ouvrage/ Dimensions :	Bac de réception rectangulaire (13m x 3m) avec une profondeur maximale de 5 m (du fond jusqu'à la tête du trop-plein) et une profondeur minimale de 3 m.
<u>3 - MISE EN CONFORMITE ADMINISTRATIVE</u>	
Situation par rapport aux documents d'urbanisme :	Site protégé
Environnement immédiat :	Clairière très broussailleuse, secteur très humide et difficile d'accès par temps de pluie.
<u>4- DROIT D'EAU</u>	
Nombre de bénéficiaires	157 430 (population 2018)
Volumes concernés	31880 m ³ /j
<u>5 – DEBITS / VOLUME</u>	
Débit d'étiage sévère connu	800 à 1200 m ³ /h
Débit exploité :	1050 m ³ /h
Volume annuel moyen exploité :	10514627 m ³ (en 2020)
<u>6 - ETAT GENERAL EXTERIEUR</u>	
Génie civil :	Abattage des arbres à proximité directe (risque de chute, ou de colmatage par les racines). Présence d'érosion sur la clôture constater. Porte métallique verrouillée (état général bon : peintures a refaites).
<u>7 - ETAT GENERAL INTERIEUR</u>	
Génie civil :	Évacuation périodique d'accumulation des boues (intégrité structurelle intérieur bon)
Tuyauteries (caractéristiques) :	Arrivée d'eau dans l'ouvrage captant en fonte crépinée Ø500 mm et refoulement également en fonte Ø500 mm
<u>8 - EQUIPEMENTS</u>	
Hydromécanique :	Trois (3) pompes (1grosse pompe de1200 m ³ /h fonctionnement + 2 petites pompes 625 m ³ /h en secours) pour un débit de refoulé 1050 m ³ /h



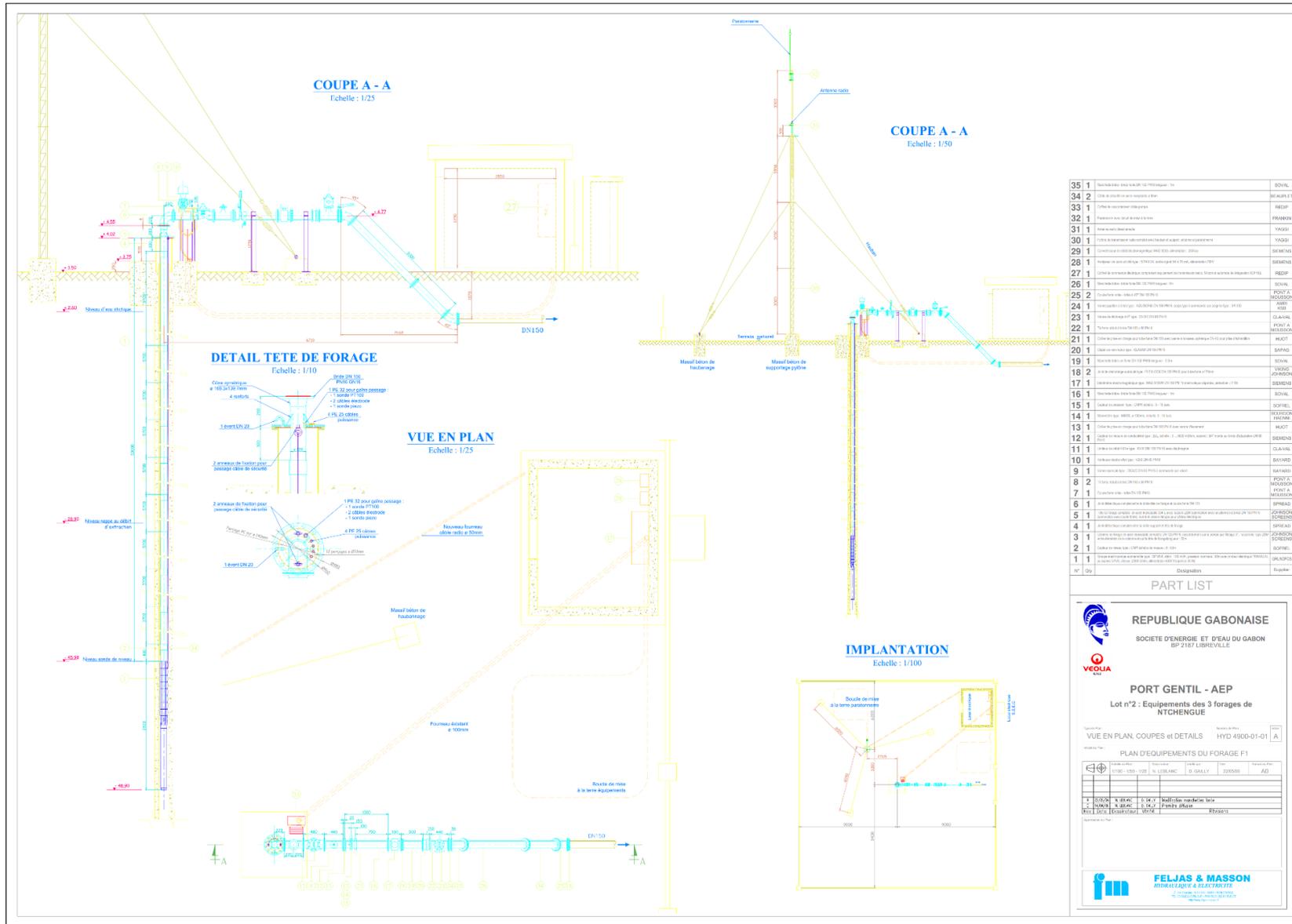
Annexe 4:Caractéristique groupe électropompes Eau Brute MDV

		M1	M2	M3
Pompe	Marque	IDEAL BOMBAS	ALTA GUINARD ENER- GIE	PEME-GOUDIN
	Type	VG 163/3	F400.500.T4	FL52/4
	Débit	625	625	1200
	HMT	80	80	160
Moteur	Marque	EUROPEAM ELECTRIC COM- PANY	LEROY SOMER	ABB
	Type	315 L1-4	F315 L4-V1	HXR 500L F4
	Puissance (Kw)	160	200	800
	Vitesse (tr/min)	1480	1480	1487
	Tension-intensité	400/273	380/380	5500/100

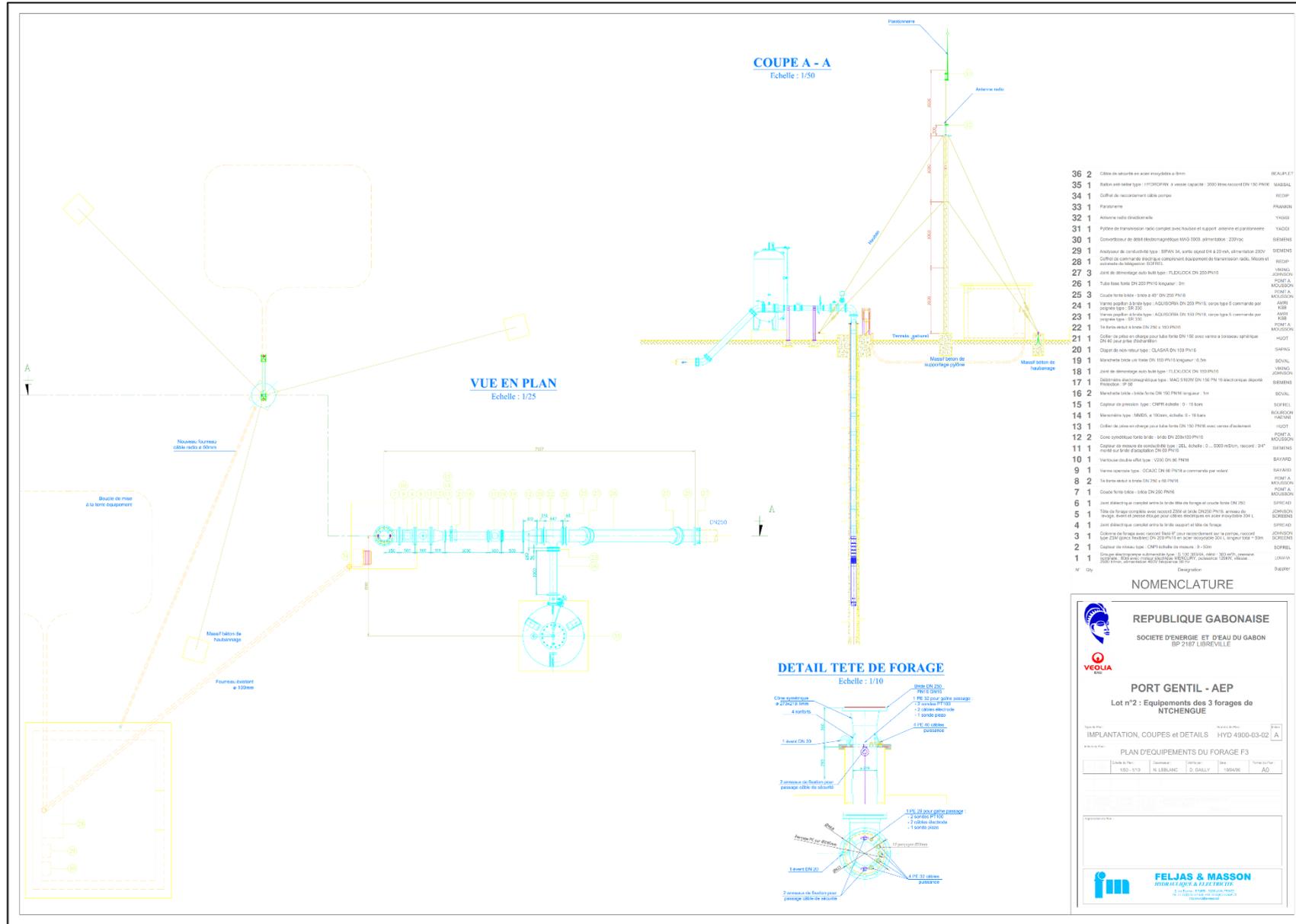
Annexe 5:Caractéristique électropompe des forages

		F1	F2	F3
Pompe	Marque	Caprari S.p.A	Caprari S.p.A	Caprari S.p.A
	Type	E8PX135/5Y	E10PX315/3Y	E10PX315/3Y
	Débit	100	295	295
	HMT	100	100	100
Moteur	Marque	Caprari S.p.A	Caprari S.p.A	Caprari S.p.A
	Type	MACW660B/D-8V	MACW8150D-8V	MACW8150D-8V
	Puissance (Kw)	45	110	110
	Vitesse (tr/min)	2855	2895	2895
	Tension-intensité	400V-96,3A	400V-213,8A	400V-213,8A

Annexe 6: Schéma Forage F1



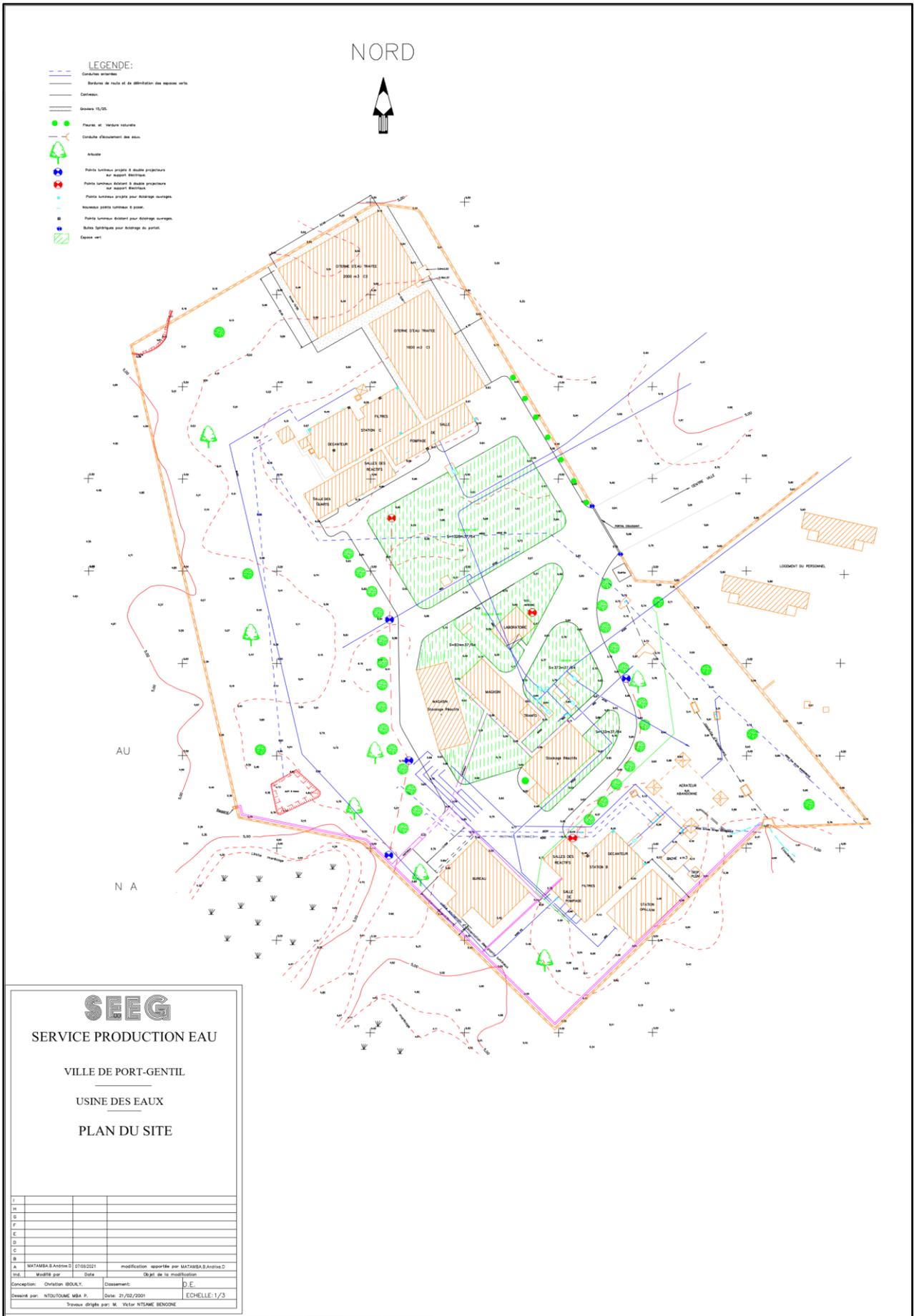
Annexe 8: Schéma Forage F3



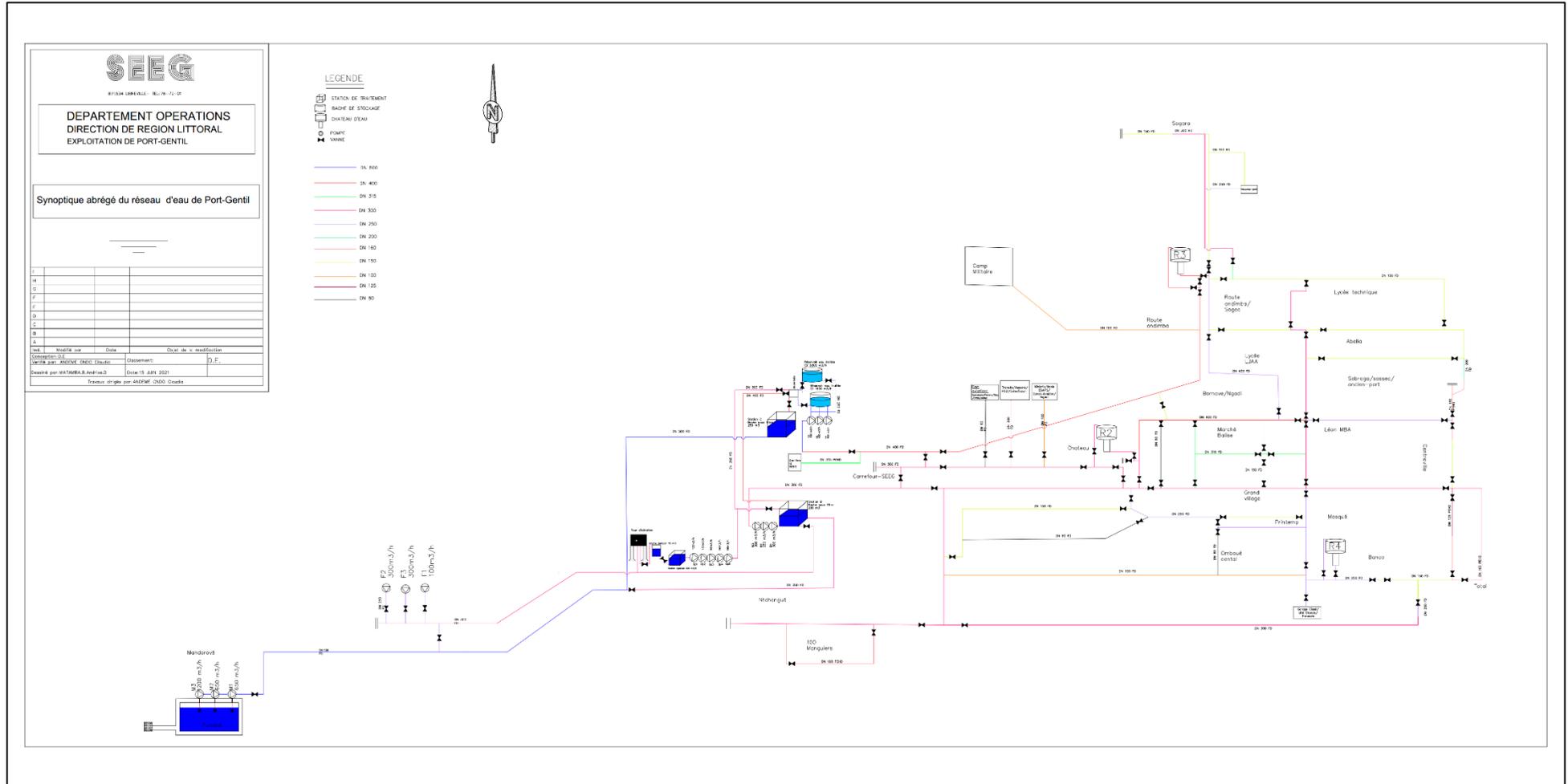
Annexe 9: Rapport Journalier de la semaine 50

DESIGNATION	DATE		DIFFERENCE
	07/12/2020	08/12/2020	
Pluviometrie en mm	2	21,5	
hauteur fleuve	2,4	2,4	
conductivité puisard	27,6	30,3	
pression conduite Principale	17	17	
Group OB M1 en heures	6552	6552	0
Group OB M2 (pompe indisponible)	0	0	0
Group OB M3	3426	3450	24
Index group eau traitée B1	48196	48215	19
Index group eau traitée B2	356	356	0
Index group eau traitée B3	55493	55517	24
Index groupe eau traitée C1	38040	38059	19
Index groupe eau traitée C2 (CTR bloqué)	60776	60776	0
Index groupe eau traitée C3	50792	50792	0
comptage eau brute station B			7920
comptage eau brute station C	163784	180954	17170
Comptage eau brute forages	2478828	2484952	6124
Production totale eau brute			31214
Comptage eau traitée B	358807	379329	8431
Comptage eau traitée C	8120468	8141378	20910
Quantité d'eau perdue			1873
Production totale eau traitée staton B et C			29341
rendement production eau %			94
cumule eau traitée			
RELEVES DES COMPTEUR EAU FILTRE OPALIUM			
Comptage eau traitée n°1	0		0
Comptage eau traitée n°2	0		0
Comptage eau traitée n°3	0		0
RELEVES DES COMPTEUR EAU FILTRE ENERGIE			
Energie active MANDOROVE	30356540	30373620	17080
Energie reactive MANDOROVE	18675538	18685816	10278
Energie active site de production	0		0
Consommation totale en énergie active			27358
Consommation spécifique en électricité%			0,88
Intensité groupe eau Brute	87,29	87,46	87,16
TEMPERATURE	palier moteur	palier pompe	Ambante
	70,9	61,5	26,1

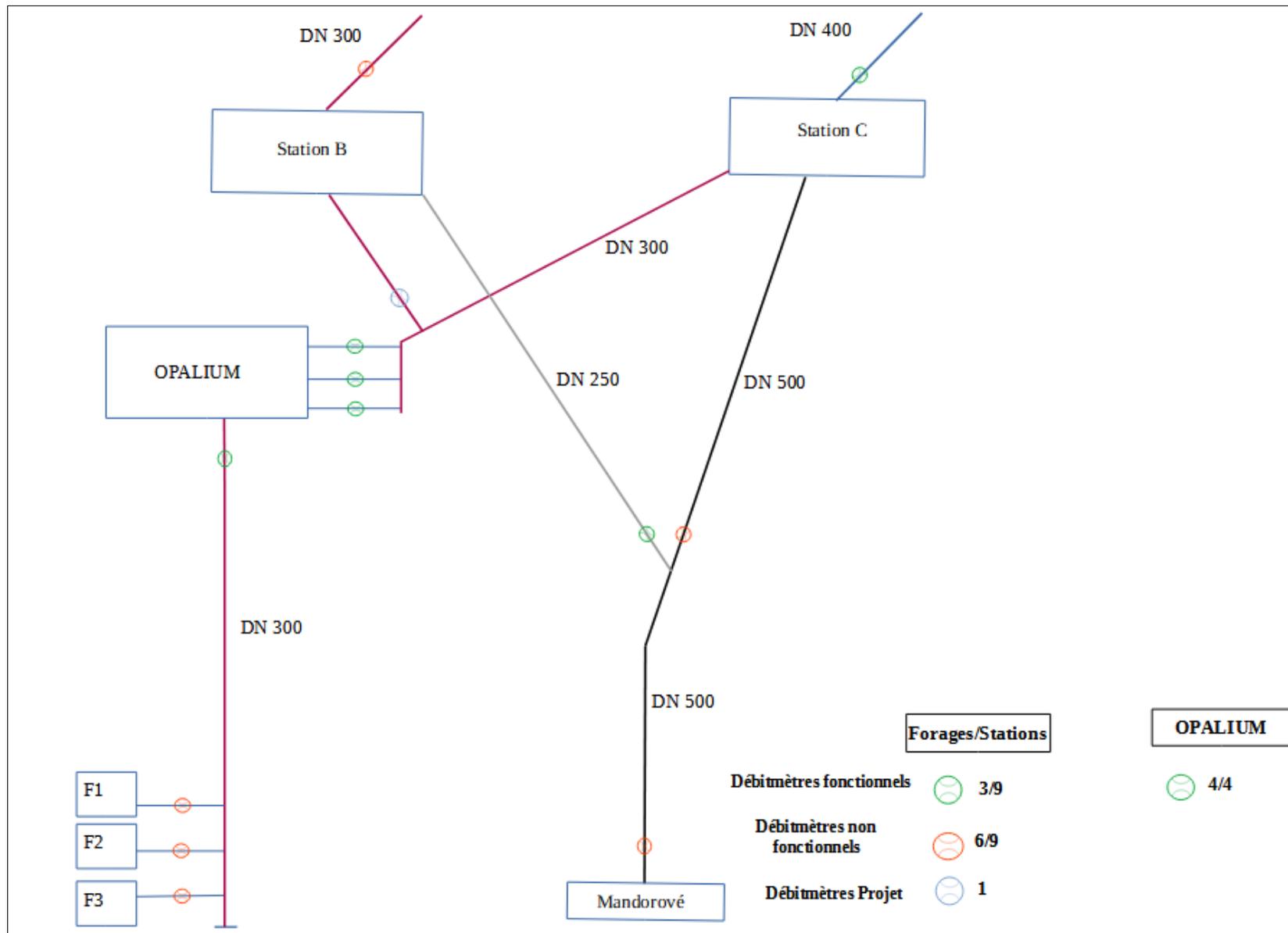
Annexe 10: Plan d'installations de l'usine de traitement



Annexe 11: Synoptique abrégé réseau AEP POG



Annexe 12:Etat des débitmètres en Production Eau



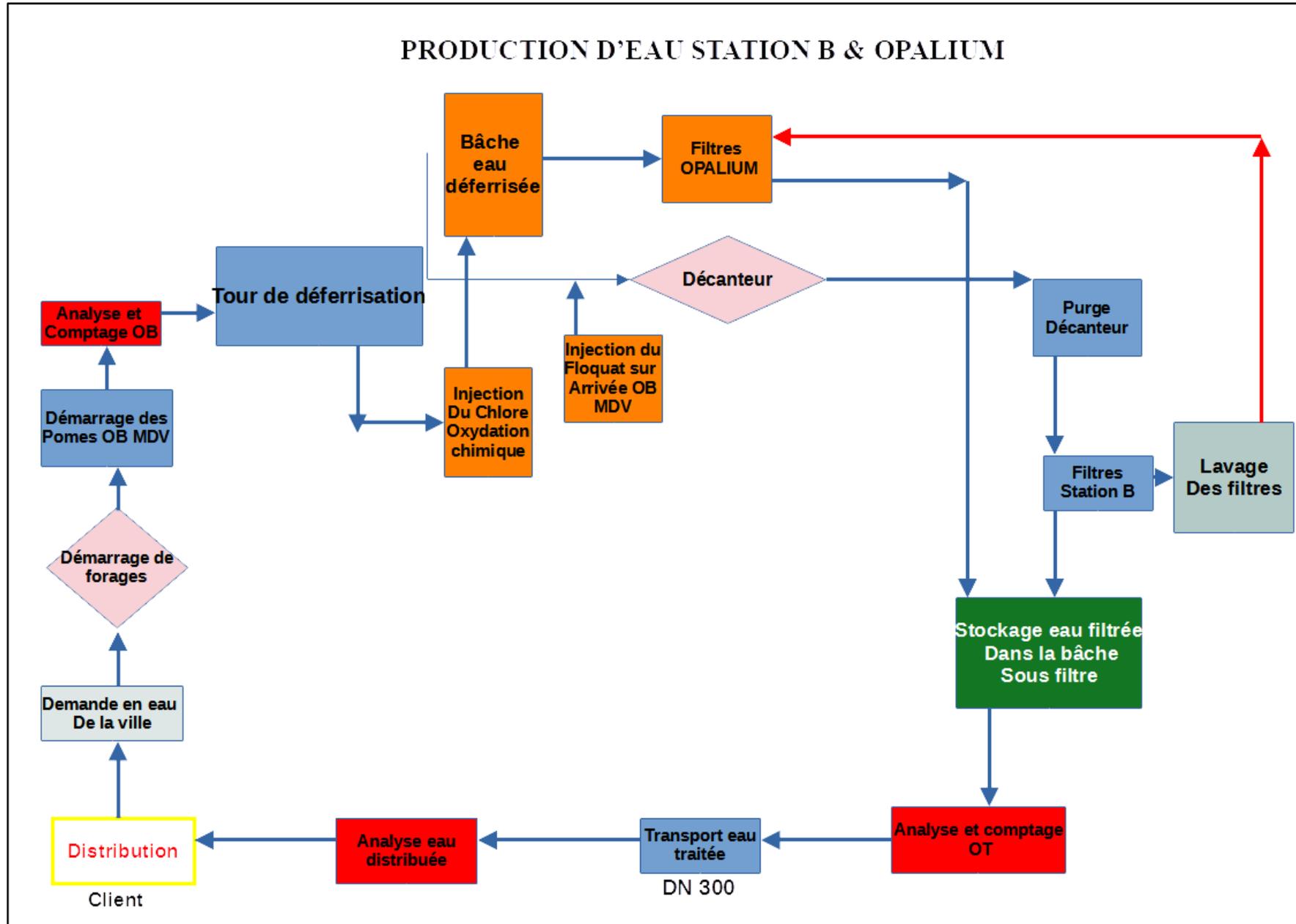
Annexe 13:Caractéristique groupe électropompes Eau traitée Station B

		B1	B2	B3
Pompe	Marque	KSB	KSB	KSB
	type	ETANORM G150-400-G1	ETANORM G125-400-G1	Etanorm G125-400 G1
	Débit(m3/h)	300	250	300
	HMT(mCE)	40	44,3	40
Moteur	Marque	VEM MOTOR GMBH	KSB	KSB
	type	K11R-250M4	1LG6-253-4AA60-Z	3MOT.1LG6-253-4AA60-Z
	Puissance (Kw)	55	55	55
	vitesse (tr/min)	1470	1485	1485
	Tension/intensité	400V/98,5A	400V/96A	400V/96A

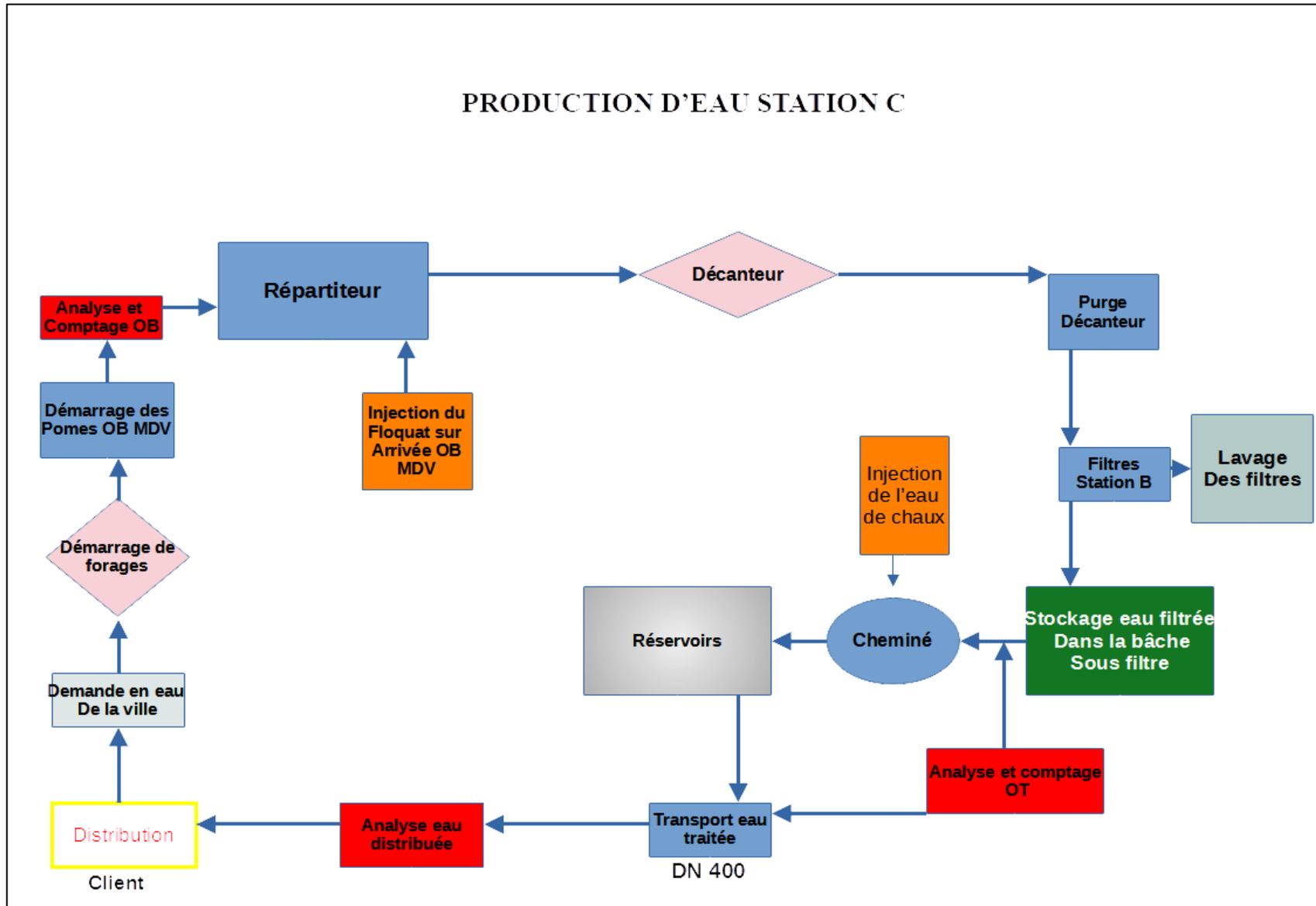
Annexe 14:Caractéristique groupe électropompes Eau traitée Station C

		C1	C2	C3
Pompe	Marque	KSB	KSB	KSB
	Type	Etanorm RG150-500-1	ETANORM RG150-500-1	ETANORM RG150-500-2
	Débit(m3/h)	400	400	400
	HMT (mCE)	50.7	60	60
Moteur	Marque	KSB	KSB	KSB
	Type	1LGA 283-4AA60-Z280M	1LG4 310-4AA60-Z	1LG4 310-4AA60-Z
	Puissance (Kw)	90	110	110
	Vitesse (tr/min)	1485	1488	1488
	Tension/intensité	400-690V/160A	400V/198A	400V/198A

Annexe 15: Schéma de production des station B et Opalium



Annexe 16:Schéma de production de station C



Annexe 17: Planning de quarte usine de Port Gentil du 03 au 16 Mars 2021

Noms & Prénoms	03/03/21	04/03/21	05/03/21	06/03/21	07/03/21	08/03/21	09/03/21	10/03/21	11/03/21	12/03/21	13/03/21	14/03/21	15/03/21	16/03/21
PAMBO MOUHAMED	1	1	2	2	2	3	3	R	R	1	1	1	2	2
ASSOUMOU OBAME Bruno	3	3	R	R	R	1	1	2	2	3	3	3	R	R
NDOUME Wilfrid	MDV													
MASSOUNGA Iseth	R	R	1	1	1	2	2	3	3	R	R	R	1	1
KOKOLO (Temporaire)	3	3	R	R	Repos	R	R							
MBADINGUE MBOUMBE	Repos	Repos	Repos	Repos	Repos	3	3	R	R	1	1	1	2	2
MAGANGA Gildas	Repos	Repos	Repos	Repos	Repos	R	1	2	2	2	2	2	3	3
IBOUANGA (Temporaire)	2	2	3	3	3	R	R	1	1	2	2	2	3	3
NAMBO (Temporaire)	R	R	1	1	1	2	2	3	3	R	R	R	1	1
ANANDIMO IWOLO Roland	2	2	3	3	3	R	R	1	1	2	2	2	3	3

6h/14h	14h/22h	2
--------	---------	---

22h/6h	3
--------	---

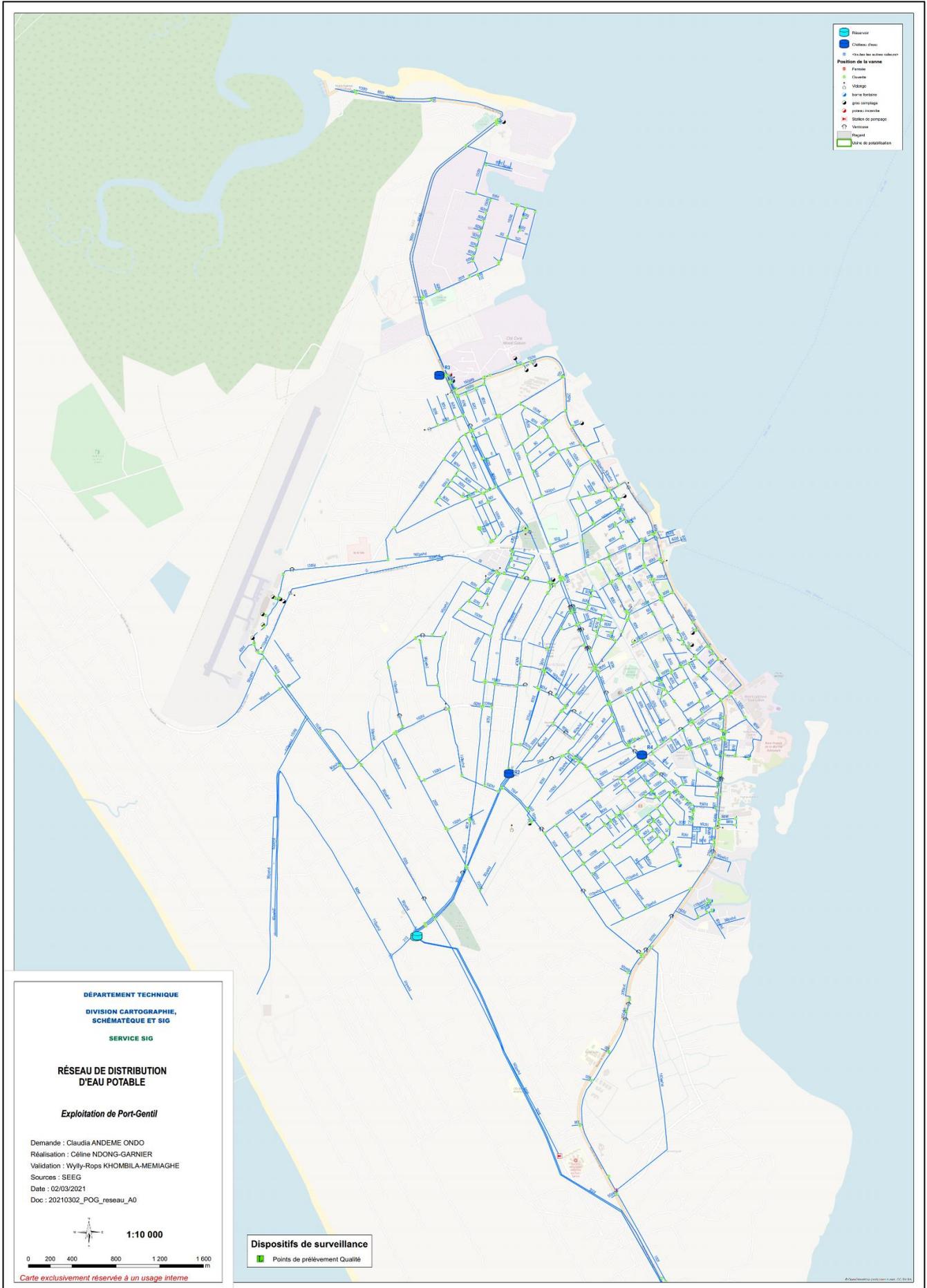
R	Repos
---	-------

Mdv	MANDOROVE
-----	-----------

Annexe 19: Classe des niveaux de maintenance

Niveau de maintenance	1	2	3	4
Description	Il s'agit essentiellement de contrôle et de relevés des paramètres de fonctionnement des machines (niveau d'eau, d'huile, de température) contrôle visuel de l'état des organes et contrôle auditifs des bruits de marche.	Il s'agit d'opération de maintenance préventive qui sont régulièrement effectué sur les équipements (vidange d'huile moteur, contrôle des points signalés par le niveau 1, graissage)	Il s'agit d'opération de maintenance préventive, curative, de réglages et de réparation mécaniques ou électrique mineur. Ces opérations peuvent nécessiter un diagnostic de panne (contrôle et révision de la pompe, contrôle de l'isolement électrique).	Il s'agit d'opérations important ou complexe à l'exception de la reconstruction de l'équipement (contrôle d'alignement du moteur/pompe, analyse vibratoire)
Intervenant	Technicien	Technicien ayant une formation spécifique	Technicien spécialisé et confirmé	Atelier spécialisé

Annexe 20: Plan du réseau d'eau potable de Port-Gentil



Annexe 21: Protocole d'essai de remplissage château

Remplissage R2					
Étape	Tache	Lieux et actions	Horaire	Équipe d'exécution de l'action terrain	Objectif visé
1	Sécurisation du site	Château R2	8h30	Équipe exploitation distribution+Mandji nettoyage	Incident zéro
2	Vérification de pression re-foulement Station C	Pression refoulement station doit être > 2,5 bars Niveau des bâches eau traitée doit être haut	8h30	Équipe exploitation distribution+Équipe exploitation production eau	3h de refoulement aux conditions de 2,5bars minimum
3	Démarrage des manœuvres réseau	Ouverture totale vanne v1 station C Bridage de 2 tours vanne à cheval DN400 Ouverture alimentation du château d'eau Fermeture vanne DN300 milieu/DN300B au pied du château Vérification arrivée d'eau château	9h	Équipe exploitation distribution eau	Arrivée d'eau au château pour permettre le nettoyage
4	Démarrage des travaux de nettoyage du réservoir	Nettoyage	9h à 13h	Mandji nettoyage	Mise en conformité du réservoir
5	Fin des travaux de nettoyage	Désinfection du réservoir	13h à 13h30	Mandji nettoyage+équipe qualité exploitation distribution eau	Mise en conformité du réservoir

6	Désinfection du réservoir	Désinfection du réservoir	13h à 14h	Mandji nettoyage +équipe qualité exploitation distribution eau	Mise en conformité du réservoir
7	Déconsignation réseau	Fermeture totale vanne v1 station C Ouverture de 2 tours vanne à cheval DN 400 Fermeture alimentation du château d'eau Ouverture vanne DN300 milieu/DN300B au pied du château	14h à 14h30	Équipe exploitation distribution eau	Remise en schéma normal d'exploitation

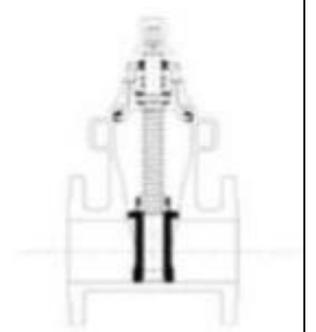
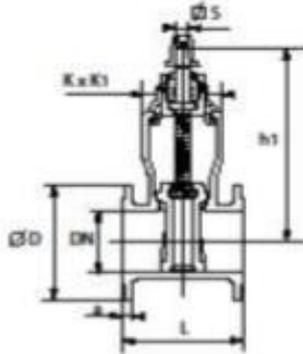
Annexe 22: Tableau du Suivi qualité l'eau distribuée du 03/08/21

Qualité Eau Distribuée zone Nord												
Point prélèvement	Station B	Station C	Ngadi(route Massuku)	Domicile MAHUGU	Cité Asecna	Route Ondimba	Le MASSENA	PG2	SOBRAGA	BICIG DAHU	Nouveau Port	Club SOGARA
Heures	12H25	12H30	11H15	11H05	8H11	8H21	10H51	8H01	9H13	8H32	8H43	8H52
paramètre physico-chimique												
Chlore résiduel (mg/l)	3,57	5,75	0,09	0,44	0,75	0,55	0,4	0,69	0,64	0,29	0,82	0,04
Turbidité (fnu)	0,64	2,11	3,16	1,51	0,74	1,7	2,4	1,1	1,21	2,8	0,32	1,54
Ph (à 20°C)	7,44	7,7	7,71	7,54	7,53	7,55	7,58	7,52	7,56	7,58	7,48	7,32
Paramètre microbiologique												
Coliformes totaux(par 100ml)	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Eschérichia coli(par 100ml)	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence

Qualité Eau Distribuée zone Sud												
Point prélèvement	Station B	Station C	Domicile MAGAME	Domicile DRL	Jardin municipal cité Shell	Domicile DONDIA	Petit route HASSAN	Ecole à feu	Domicile MBANZOU	GOUVERNORAT	Agence BGD	NTCHENGUE
Heures	7H48	7H54	11H49	9H58	9H40	11H41	11H33	10H27	11H24	9H16	9H31	10H39
paramètre physico-chimique												
Chlore résiduel (mg/l)	2,71	0,52	0,62	0,03	0,03	2,64	2,6	2,46	1,73	0,66	0,15	1,93
Turbidité (fnu)	0,4	1,5	0,37	4,04	2,87	1,91	1,84	0,97	0,71	3,62	1,18	0,44
Ph (à 20°C)	7,44	7,51	7,74	7,64	7,65	7,79	7,92	7,61	7,72	7,47	7,53	7,58
Paramètre microbiologique												
Coliformes totaux(par 100ml)	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Eschérichia coli(par 100ml)	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence

Annexe 23: Campagne de mesure de pression

Ordre	Localisation	Point de Livraison	Pression/Débit	Diamètre de la conduite	Date	Heure	Observations
1b Zones de fort pressions	Station C	Poste 077	2,8b /901,1m3/h	DN400	25/01/2021	07:28	Plage à 2 pompes en Usine de Traitement
	Champ	78 212 000	2,3b	DN400	25/01/2021	07:40	
	Centre Social Pavé	Poste 053	2,1b	DN400	25/01/2021	07:52	
	Centre Social	53 104 000	2,1b	DN400	25/01/2021	07:59	
	Stade blanc	138 403 A02	1,9b	DN400	25/01/2021	08:10	
	Citée SEEG	150 405 N01	3,5b	DN300	25/01/2021	07:25	
	Lazaret	150 206 000	2,3b	DN300	25/01/2021	07:34	
	Transfo	99 302 000	2,2b	DN300	25/01/2021	07:36	
	Transfo	039 306 N10	1,8b	DN300	25/01/2021	07:40	
	Station C	Poste 077	2,8b /880m3/h	DN400	25/01/2021	12:19	
	Champ	78 212 000	1,6b	DN400	25/01/2021	12:30	
	Centre Social Pavé	Poste 053	1,6b	DN400	25/01/2021	12:41	
	Centre Social	43 104 000	1,6b	DN400	25/01/2021	12:48	
	Stade blanc	138 403 A02	1,5b	DN400	25/01/2021	12:57	
	Citée SEEG	150 405 N01	3,5b	DN300	25/01/2021	12:40	
	Lazaret	150 206 000	2,3b	DN300	25/01/2021	12:46	
	Transfo	99 302 000	2,2b	DN300	25/01/2021	12:48	
	Transfo	039 306 N10	2b	DN300	25/01/2021	12:52	
	Sindara	39 608 000	1,9b	DN300	25/01/2021	12:59	
	Station C	Poste 077	2,6b	DN400	25/01/2021	16:00	
	Champ	78 212 000	1,5b	DN400	25/01/2021	16:20	
	Centre Social Pavé	Poste 053	1,6b	DN400	25/01/2021	16:29	
	Centre Social	53 104 000	1,6b	DN400	25/01/2021	16:38	
	Stade blanc	138 403 A02	1,5b	DN400	25/01/2021	16:50	
	Citée SEEG	150 405 N01	3b	DN300	25/01/2021	16:30	
	Lazaret	150 206 000	2b	DN300	25/01/2021	16:36	
Transfo	99 302 000	2,1b	DN300	25/01/2021	16:40		
Transfo	039 306 N10	1,8b	DN300	25/01/2021	16:45		
0,5 ≤ Zones ≤ 1b Zones de basse pression	Route Nveau Port	25 100 000	0,5b	DN300	25/01/2021	08:41	
	Sogara	41 205 000	0,5b	DN150	25/01/2021	08:55	
	Sindara	39 608 000	0,8b	DN300	25/01/2021	07:45	
	Salsa	123 402 A01	0,7b	DN300	25/01/2021	07:55	
	Derrière Ecole à feux	130 310 000	0,6b	DN300	25/01/2021	08:10	
	Salsa	123 402 A01	0,8b	DN300	25/01/2021	13:04	
	Derrière Ecole à feux	130 310 000	0,7b	DN300	25/01/2021	13:27	
	Sindara	39 608 000	0,8b	DN300	25/01/2021	16:47	
	Salsa	123 402 A01	0,7b	DN300	25/01/2021	17:00	
	Derrière Ecole à feux	130 310 000	0,6b	DN300	25/01/2021	17:15	
	Ecole à feux	154 112 N01	0,5b	DN300	25/01/2021	17:25	
	Hotel Poity	154 106 000	0,5b	DN250	25/01/2021	17:30	
	Zones < 0,5b Zones de très basse pression	Ecole à feux	154 112 N01	0,4b	DN300	25/01/2021	08:20
		Hotel Poity	154 106 000	0,4b	DN250	25/01/2021	08:30
		Lycée Batsantsa	154 206 000	0,2b	DN100	25/01/2021	08:34
Hopital		146 103 000	0b	DN100	25/01/2021	08:45	
Route Nveau Port		25 100 000	0,2b	DN300	25/01/2021	13:14	
Sogara		41 205 000	0b	DN150	25/01/2021	13:26	
Ecole à feux		154 112 N01	0,4b	DN300	25/01/2021	13:40	
Hotel Poity		154 106 000	0,4b	DN250	25/01/2021	13:45	
Lycée Batsantsa		154 206 000	0b	DN100	25/01/2021	13:50	
Hopital		146 103 000	0b	DN100	25/01/2021	13:56	
Route Nveau Port		25 100 000	0,1b	DN300	25/01/2021	17:10	
Sogara		41 205 000	0b	DN150	25/01/2021	17:20	
Lycée Batsantsa	154 206 000	0b	DN100	25/01/2021	17:36		
Hopital	146 103 000	0b	DN100	25/01/2021	17:40		

Robinet-vanne à brides PAM EURO 20 type 23**DN 40 - 400***A brides, écartement court, série 14 suivant NBN EN 558*

DN	Brides	L	h1	Ø D	K x K1	a	S x S	Nombre de tours fermeture	Masse kg
		mm	mm	mm	mm	mm	mm		
40	PN 10/16	140	227	150	95 x 144	19	15,2	12,5	10
50	PN 10/16	150	222	165	95 x 144	19	15,2	12,5	11
65	PN 10/16	170	275	185	105 x 174	19	18,5	17	15
80	PN 10/16	180	275	200	105 x 174	19	18,5	17	16
100	PN 10/16	190	323	225	111 x 194	19	20,6	23	20
125	PN 10/16	200	373	250	126 x 220	19	20,6	28	27
150	PN 10/16	210	410	285	136 x 257	19	20,6	32	33
200	PN 10 ou 16	230	515	340	206 x 382	20	25,7	33	66
250	PN 10 ou 16	250	595	400	285 x 470	22	25,7	41,5	108
300	PN 10 ou 16	270	705	455	305 x 538	24,5	25,7	50	155
350*	PN 10 ou 16	290	705	520	305 x 538	26,5	28,9	50	175
400	PN 16	310	914	580	348 x 686	28	28,9	70	290

PN 10 - 16.

Fermeture dans le sens horlogique, sens anti-horlogique sur demande.

* Passage libre DN 300, brides DN 350

 <p>S. E. E. G.</p>	<p>LES VENTOUSES</p>	 <p>Date d'édition: 16/07/18</p>
	<p>FORMATION / PERFECTIONNEMENT</p>	

Purgeur PAM type Purgex DN 60

Les purgeurs d'air PURGEX DN 60 ne sont pas de simples purgeurs. Grâce à leur tuyère pilotée, ils remplissent l'usage d'une ventouse 3 fonctions pour les canalisations de diamètre ≤ 200 mm. La version renforcée est sans tuyère pilotée.

1ère fonction: à la mise en eau de la canalisation le PURGEX DN 60 permet l'évacuation de l'air présent dans la conduite, garantissant ainsi le remplissage d'une canalisation de DN 200 à 1m/s.

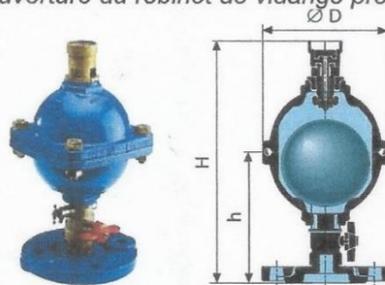
2ème fonction: évacuation en service de l'air dégazé par l'eau (utilisation jusqu'à DN 350 en usage classique).

3ème fonction: entrée d'air pour la vidange de la canalisation (180 m³/h avec une dépression de 0,3 bar).

Attention: cette valeur est insuffisante pour protéger une canalisation de la mise en dépression provoquée par une casse accidentelle.

Caractéristiques

Les purgeurs PURGEX DN 60 sont:
 parfaitement étanches même à basse pression,
 équipés d'un robinet d'isolement à tournant sphérique,
 bien protégés contre les risques éventuels de corrosion (il existe une version renforcée pour eaux agressives),
 d'entretien nul en eau claire non entartrante,
 d'une grande facilité de montage/démontage,
 équipés d'un robinet de vidange permettant de contrôler le bon fonctionnement du purgeur (l'écoulement d'eau lors de l'ouverture du robinet de vidange prouve son bon fonctionnement).



Purgeur DN 60	D	H	H renf	h	Masse
	mm	mm		mm	kg
	172	330	295	177	11

Le purgeur de 60 possède une bride mobile à perçage multiple ISO:
 DN 65, PN 10 - 16 - 25
 DN 80, PN 10 - 26 - 25

Annexe 26: Récapitulatif des performances du Réseau AEP de 2006 à 2020

	Avec château d'eau en service			Châteaux d'eau hors service											
Année	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Eau Brute	7457410	8117361	7695816	8424689	8303798	7645965	8680914	8369609	8728329	9356304	9784221	10965737	10702638	10544225	10514625
Eau livrée	7039120	6768696	6398469	7004102	6885840	7084011	7729386	7884172	8304718	8699565	9521238	10646509	10287416	10081353	9740467
Eau Facturée	6241402	6299245	6189320	6808178	6234940	6427892	6646028	6541392	6866971	6847986	6390990	6772959	6101784	5955348	5608352
Rendement % Production	94%	83%	83%	83%	83%	93%	89%	94%	95%	93%	97%	97%	96%	96%	93%
Rendement % Primaire	89%	93%	97%	97%	91%	91%	86%	83%	83%	79%	67%	64%	59%	59%	58%
Perte en Production	418290	1348665	1297347	1420587	1417958	561954	951528	485437	423611	656739	262983	319228	415222	462872	774158
Perte en distribution	797718	469451	209149	195924	650900	656119	1083358	1342780	1437747	1851579	3130248	3873549,5	4185632	4126005	4132115

Annexe 27: Plan du Nouveau Puisard MDV

