



ETUDE DIAGNOSTIQUE ET PROPOSITIONS DE SOLUTIONS DE RESTRUCTURATION DU SYSTEME AEP DE LA VILLE DE GAOUA / BURKINA FASO

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-AGRICILES (GEAAH)

OPTION : RESSOURCE EN EAU

Présenté et soutenu publiquement le 23/07/2021 par

Wendingoundi Moïse Celia KABORE (20180617)

Jury d'évaluation du mémoire :

Pr. A. KEÏTA (Président)

M. D. FAYE (Examinateur)

Encadreurs

Ing. A. Aziz SORE (ONEA)

Dr Roland YONABA (2iE)

Promotion [2019/2020]

DEDICACES

À ma famille

À mon père qui peut trouver ici le résultat de ses longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien venu de toi ;

À ma mère, pour son amour, son soutien et toutes ses prières à mon égard ;

À mes frères et sœurs pour leur affection. J'espère être un modèle pour vous ; je voudrais que ce travail vous inspire à œuvrer davantage à l'école.

À Toute la grande famille KABORE pour leur soutien et leurs encouragements. Puissiez-vous recevoir à travers ce modeste travail une part de la satisfaction de vos efforts dévoués.

Que ce rapport soit pour vous le fruit de vos efforts

REMERCIEMENTS

Je voudrais à la fin de ma formation d'Ingénieur en Infrastructures et Réseaux hydrauliques dire un grand merci à tous ceux qui m'ont soutenu d'une manière ou d'une autre durant ma formation.

Mes sincères remerciements à :

- ❖ Professeur El-Hadji Bamba DIAW, Directeur General de 2iE ;
- ❖ Professeur Mahamadou KOITA, Directeur des Enseignants et des Affaires Académiques ;
- ❖ Mes professeurs de 2iE, en particulier mon Directeur de mémoire Dr. Roland YONABA qui n'a ménagé aucun effort pour me guider et conseiller dans les travaux de ce mémoire. Recevez toute ma reconnaissance pour votre disponibilité, et vos remarques pertinentes ;
- ❖ Monsieur Frédéric François KABORE, Directeur Général de l'ONEA, pour cette opportunité de stage qu'il m'a accordée ;
- ❖ Monsieur Abdoul Aziz SORE mon maître de stage pour son encadrement, ses précieux conseils, et sa disponibilité malgré son planning chargé ;
- ❖ Monsieur Alain OGOUSSAN, Chef du service production/distribution pour l'accueil reçu dans son service
- ❖ Monsieur Adama SAWADOGO, Ingénieur Hydraulicien pour ses conseils
- ❖ Monsieur Jean François SANDWIDI, chef du service Réduction des Pertes en Eau pour sa disponibilité
- ❖ Monsieur SAWADOGO Jean, Ingénieur à l'ONEA
- ❖ Monsieur LOMPO Chef de centre de Gaoua pour son accueil chaleureux ;
- ❖ Monsieur OUEDRAOGO chef réseau du centre de Gaoua pour sa disponibilité
- ❖ L'ensemble du personnel de ONEA pour l'intégration et leur accueil chaleureux
- ❖ A tous mes amis pour leur soutien et contribution multiformes. Recevez ici l'expression de ma profonde gratitude.

Enfin mes remerciements se tournent vers mes frères et sœurs de 2iE pour la compagnie, les critiques et les observations.

RESUME

La présente étude diagnostique a été menée pour contribuer à l'amélioration de la production d'eau potable du système AEP du centre ONEA de la ville de Gaoua. En rappel, ce système dessert actuellement 45 865 personnes par l'intermédiaire de quinze (15) forages de débit d'exploitation cumulé de 161 m³/h, d'un réseau de refoulement de 14 km en PVC PN16 DN90 à DN225. Le traitement consiste à l'injection continue d'une solution d'hypochlorite de calcium dans le réseau de refoulement. Les résultats de la présente étude font ressortir que dans l'ensemble le système est fonctionnel ; cependant on note un déficit journalier actuel de 731 m³ et qui pourra évoluer vers 2 466 m³ à l'horizon 2035. Les principaux dysfonctionnements constatés sont les baisses de débit des forages causées par des pompes et diamètres de conduite non convenables, des colmatages de crépines et baisse de la ressource. Les solutions de restructurations retenues en optimisant les investissements sont les suivantes : changer les pompes non convenables ; revoir le diamètre de certaines conduites ; Raccorder les deux forages non utilisés ; respecter le programme de pompage proposé ; faire un soufflage des forages tous les trois ans ; réaliser des forages supplémentaires. Le coût des travaux de restructuration s'élèvent à cent soixante-dix-sept millions six cent quatre-vingt-sept mille quarante-huit (**177 687 048**) francs CFA HT.

Mots Clés :

- 1 – Gaoua**
- 2 – Système AEP**
- 3 – Etude diagnostique**
- 4 – Simulation**
- 5 – Solution de restructuration**

ABSTRACT

This diagnostic study was carried out to help improve the drinking water production of the AEP system of the ONEA center in the city of Gaoua. As a reminder, this system currently serves 45,865 people through fifteen (15) boreholes with a cumulative operating flow of 161m³/h, a 14 km PVC delivery network PN16 DN90 to DN225. Treatment consists of the continuous injection of a solution of calcium hypochlorite into the delivery network. The results of this study show that overall, the system is functional; however, we note a current daily deficit of 731 m³ and which could evolve to 2,466 m³ by 2035. The main malfunctions observed are the drops in borehole flow caused by unsuitable pumps and pipe diameters, clogging of strainers. and decline in the resource. The restructuring solutions adopted by optimizing investments are as follows: change unsuitable pumps; review the diameter of certain pipes; Connect the two unused boreholes; respect the proposed pumping program; blow the boreholes every three years; carry out additional drilling. The cost of the restructuring work amounts to one hundred and seventy-seven million six hundred and eighty-seven thousand and forty-eight (177,687,048) CFA francs before tax.

Keywords:

- 1 – Gaoua**
- 2 – System AEP**
- 3 – Diagnosis**
- 4 –Simulation**
- 5 – Reorganisation**

LISTE DES ABREVIATIONS

2iE Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

BP Branchement Particulier

BF Borne Fontaine

CTR Compteur

DEX-EP Direction de l'Exploitation Eau Potable

DPI Direction de la Planification et des Investissement

DRNO Direction Régionale du Nord-Ouest

DRO Direction Régionale de Ouagadougou

DRB Direction Régionale de Bobo

HMT Hauteur Manométrique Totale

INSD Institut National de la Statistique et de la Démographie

ONEA Office Nationale de l'Eau et de l'Assainissement

PEHD Polyéthylène Haute Densité

PVC Polychlorure de Vinyle

SIG Système d'information géographique

SPMF Service Planification et Mobilisation des Finances

SOMMAIRE

DEDICACES.....	i
REMERCIEMENTS	ii
RESUME.....	iii
ABSTRACT	iv
LISTE DES ABREVIATIONS	v
I. Introduction	10
II. Présentation de la structure d'accueil et de la zone d'étude	11
II.1 Présentation de la structure d'accueil	11
II.2 Présentation de la zone étude.....	12
III. Présentation du projet.....	16
III.1 Contexte et justification de l'étude	16
III.2 Objectifs de l'étude et résultats attendus	17
IV. Méthodologie de conception	17
IV.1 Etat des lieux.....	17
IV.2 Etude diagnostique du système AEP	18
IV.3 comparaison de la capacité de production et des besoins.....	19
IV.4 Réseau d'adduction.....	21
V. Résultats du diagnostic du système de production existant.....	23
V.1 Etat des lieux et diagnostic	23
V.2 Synthèse du diagnostic.....	39
V.3 Analyse critique et interprétation des causes de dysfonctionnement	42
VI. Proposition de solution de restructuration	44
VI.1 Comparaison de la capacité de production et des besoins en eau.....	44
VI.2 Redimensionnement des conduites défailant du refoulement.....	45
VI.3 Remplacement des pompes de refoulement.....	47
VI.4 Etude technique du raccordement des deux nouveaux FORAGES EXISTANTS : F20 et F21	48
VI.5 Programmation du fonctionnement des forages par groupes.....	51
VI.6 Réhabilitation de la bêche.....	54
VI.7 La recherche de Nouvelles source d'eau	55
VII. Analyse financière	57
VIII. Notice d'impact environnemental et proposition d'un mode de gestion.....	58
VIII.1 Impacts positifs	58

VIII.2	Impacts négatifs du projet	59
IX.	Conclusion	60
	RECOMMANDATION ET PERSPECTIVES.....	61
X.	Bibliographie	62
XI.	Annexes	63

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1: Indicateur mois de Février 2021</i>	12
<i>Tableau 2: Débit d'exploitation des forages</i>	25
<i>Tableau 3: Etat des lieux des compteurs et forages</i>	28
<i>Tableau 4: Caractéristique des compteurs d'eau domestique</i>	30
<i>Tableau 5: Inventaire du réseau d'adduction</i>	30
<i>Tableau 6 : Etat des lieux des équipements de commande et de traitement</i>	30
<i>Tableau 7: Etat des lieux de la Robinetterie</i>	31
Tableau 8: Vérification de la plage de fonctionnement de chaque pompe.....	33
Tableau 9: Vérification du choix des pompes	34
Tableau 10: Vérifications des diamètres des conduites de refoulement.....	35
Tableau 11: Synthèse des dysfonctionnements	40
Tableau 12: Interprétation des causes de dysfonctionnement	42
<i>Tableau 13: Comparaison de la capacité de production à la demande</i>	44
Tableau 14: Diamètres dimensionnés du refoulement	46
Tableau 15: Résultat de la simulation sur EPANET avec les nouveaux diamètres	46
Tableau 16: Résultat de la simulation sur EPANET avec les nouvelles pompes.....	47
Tableau 17: Dimensionnement des conduites des nouveaux forages.....	49
Tableau 18 : Choix des groupes électropompes immergés	50
Tableau 19: Proposition d'un programme de pompage.....	52
<i>Tableau 20: Devis estimatif des travaux de restructuration</i>	57

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1: Situation géographique de Gaoua</i>	13
Figure 2: Présentation synoptique du réseau	24
<i>Figure 3: Variation production-consommation et rendement</i>	26
Figure 4: Evolution mensuelle de la consommation	26
Figure 5 : Présentation des tronçons à corriger	38
Figure 6: Emplacement des nouveaux forages à raccorder	49
Figure 7: Carte des linéaments de Gaoua	55
Figure 8: Identification de nouveaux points de foration	56

I. INTRODUCTION

Communément appelée l'or bleu, l'eau est un élément vital et régulateur dans la vie de l'homme. Cependant, elle est très inégalement répartie dans le monde. Selon l'UNESCO, 2,4 milliards de personnes sont privées de systèmes d'assainissement de base ; 450 millions de personnes dans 29 pays sont confrontées à des pénuries régulières d'eau. 15 000 personnes dont 6 000 enfants meurent chaque jour de maladies liées au manque d'eau potable. Cela donne un ratio de 10 personnes par minute dont 4 enfants. L'eau constitue un enjeu politique, économique et sanitaire important. Pour certains pays comme le Burkina Faso, la pénurie d'eau constitue un frein au développement. Il est donc nécessaire de mettre en place des politiques visant à accroître continuellement la production d'eau et rationaliser l'utilisation de celle-ci afin de garantir un accès continu aux populations. C'est dans ce contexte qu'en 1980 dans le cadre du projet 9 centres secondaires, l'ONEA a mis pour la première fois en service le système AEP de la ville de Gaoua qui depuis sa création jusqu'à nos jours n'a pas connu une véritable étude de restructuration ; les seules réalisations ont été d'augmenter les capacités de production et de distribution à travers la réalisation des raccordements de forages et des extensions de réseau pour faire face à l'accroissement de la population. Quarante années plus tard, les constats des exploitants font ressortir des problèmes de satisfaction de la demande en eau de la ville. C'est ainsi que dans le cadre de notre mémoire de fin de cycle master II en infrastructures et réseaux hydrauliques à l'Institut 2iE, il nous a été demandé de mener une étude diagnostique du système en vue de proposer une solution de restructuration.

Afin de mener à bien notre mission, nous allons d'abord procéder à un diagnostic des différentes composantes du système à travers une analyse quantitative de la ressource, du fonctionnement des ouvrages et équipements de production et ensuite proposer des solutions de restructuration pour améliorer la production.

II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE

II.1 PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

II.1.1 Généralités

L'Office National de l'Eau et de l'Assainissement a été créé par décret n° 85/387/CNR/PRES/EAU du 28 juillet 1985 sous la forme d'un Établissement public de l'Etat à caractère industriel et commercial (EPIC). Il a été transformé en société d'État le 2 novembre 1994 (décret n° 94391/PRES/MICM/EAU). Il gère actuellement 58 centres répartis dans les quatre (4) Directions régionales (figure 1) et a pour mission : la création, la gestion et la protection des installations de captage, d'adduction, de traitement et de distribution d'eau potable pour les besoins urbains et industriels, la création, la promotion et l'amélioration ainsi que la gestion des installations d'assainissements collectifs, individuels d'évacuation des eaux usées et excréta en milieu urbain et semi-urbain.

II.1.2 Le Centre ONEA de Gaoua

Le centre est géré par un chef qui a sous ses ordres :

- un plombier réseau,
- un releveur
- et un caissier.

Au mois de Février 2021, le centre compte :

- Des ressources en eau souterraine (forages) d'une capacité de production journalière moyenne de 2 466 m³.
- Un château d'eau métallique de 150 m³.
- Deux châteaux d'eau en BA dont l'une de 200 m³ et l'autre de 300 m³.
- Une bâche de 250 m³
- Un réseau de refoulement d'environ 14 km en PVC
- 4 473 BP (branchement particulier)

- 51 BF (bornes fontaines)

Les principaux indicateurs au mois de Septembre 2020 sont représenté dans le tableau 1.

Tableau 1: Indicateur mois de Février 2021

Indicateur	Valeur	Cible
Rendement de la production (%)	100	100
Rendement réseau (%)	84	95
Indice linéaire de perte (m ³ /j/km)	4	≤ 3
Consommation spécifique en gasoil (l/m ³)	0.21	0,62
Consommation spécifique en électricité (KWh/m ³)	0.76	0,62

Source : ONEA

Commentaire : Cible non atteinte en rouge et Cible atteinte en vert

II.2 PRESENTATION DE LA ZONE ETUDE

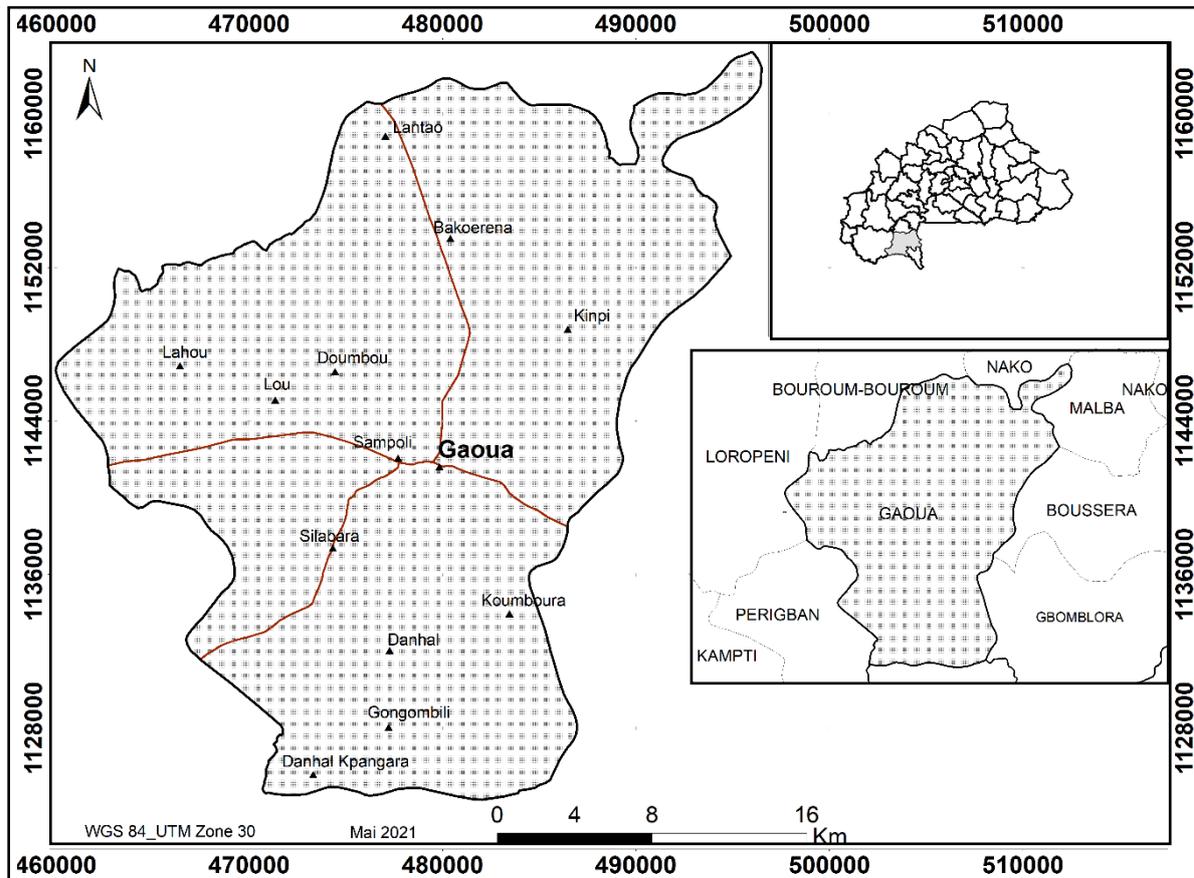
II.2.1 Situation géographique

La commune de Gaoua est située dans la région du Sud-Ouest précisément dans la province du Poni (figure 2). Elle se positionne à la fois comme chef-lieu de province et de région. Affectueusement appelée « cité des collines », Gaoua doit son surnom à sa couverture territoriale sur une succession de collines et de dépressions. Elle s'étend sur une superficie de 874 Km², soit environ 11,63% de la superficie totale de la province du Poni. Elle est distante de Ouagadougou (capitale politique du Burkina) de 395 km, et de Bobo Dioulasso de 150 km (capitale économique du Burkina).

Elle est limitée :

- à l'Est par la commune de Boussera ;
- à l'Ouest par la commune de Lorépéni ;
- au Nord par les communes de Bouroum - Bouroum et Nako;
- au Sud par la commune de Midebdo ;
- au Nord - Est par la commune de Malba ;
- au Sud - Ouest par la commune de Périgban ;
- au Sud - Est par la commune de Gomblora.

De par sa position géographique, la commune de Gaoua est un carrefour. Elle est située à environ 70 km de la frontière avec la Côte d'Ivoire (axe bitumé, Gaoua-Kampti-Frontière) et à 124 km de la frontière Ghanéenne (axe non bitumé Gaoua-Batié-Kpouéré).



Source : IGB/BNDT

Figure 1: Situation géographique de Gaoua

II.2.2 Milieu physique et naturel

➤ Le Relief

Le relief de la commune de Gaoua est constitué de deux principales entités :

- une série de collines birrimiennes de direction nord-sud qui occupe le centre de la commune dont les plus hauts sommets culminent entre 465 et 488 mètres.
- une plaine dite de « Lorepeni » située dans la partie nord, nord-ouest et le sud-est avec une altitude moyenne de 300 mètres

On note aussi d'autres unités topographiques que sont les vastes plaines, les bas-fonds, les collines et les buttes. L'altitude moyenne de ces collines varie entre 300 et 500 mètres.

➤ **Géologie**

La ville de Gaoua repose sur trois principales structures géologiques :

- des faciès grenus basiques associés aux Meta volcanites ;
- des faciès Meta volcanites neutres à basiques
- les migmatites et granites indifférenciés.

Les formations sont recouvertes sur presque la totalité de la ville par une cuirasse latéritique parfois indurée assez épaisse (1 à plusieurs mètres). Sur la partie Ouest affleurent des roches vertes.

➤ **Climat, température et pluviométrie**

Située dans la zone soudano-guinéenne ou pré-guinéenne, Gaoua connaît une pluviométrie relativement importante (région comprise entre les isohyètes 900 et 1200 mm (INSD, s. d.). La durée des précipitations est d'environ six (6) mois.

La région connaît deux (2) saisons :

- Une saison sèche qui dure environ cinq (5) mois (Novembre à Mars). Elle est marquée par l'harmattan, vent sec et frais qui souffle de Novembre à Février avec des températures douces autour de 27°C. Les températures oscillent généralement entre 21°C (minimales) et 32°C (maximales) ;
- Une saison pluvieuse qui s'étale sur sept (7) mois (Avril à Octobre). Elle est annoncée par la mousson, vent chaud et humide soufflant du Sud-ouest au Nord-ouest.

La pluviométrie de la commune a été abondante entre 2000 et 2005 avec des hauteurs de pluies qui ont varié de 742 mm à 1133 mm (*Monographie de Gaoua, 2005, s. d.*).

➤ Sols

La nature des sols est étroitement liée à la lithologie, à la géomorphologie et au climat. On rencontre trois (3) principaux types de sols dans la commune de Gaoua. Selon l'importance de l'occupation spatiale, on distingue par ordre de grandeur :

- Les sols ferrugineux tropicaux lessivés à teneur en gravillon moyenne : Ce sont des sols sableux à sablo-argileux en superficie, argilo-sableux ou argileux et gravillonnaires en profondeur. Leur profondeur est comprise entre 40 et 100 cm. Ils ont une potentialité moyenne à bonne, ils sont aptes et propices à la culture des céréales.
- Les sols bruns eutrophes : Ils sont argilo-sableux en surface et argileux en profondeur. Ils ont une profondeur supérieure à 100 cm avec un potentiel agricole élevé.
- Les sols gravillonnaires ou lithosols : Ce sont des sols de faible profondeur (inférieur à 40 cm). Ils ont une valeur agricole faible ou nulle, mais offrent des potentialités éventuelles de reboisement. Les sols connaissent dans leur ensemble une forte dégradation par les actions anthropiques.

➤ La végétation

La végétation de la région est essentiellement celle de la savane comportant tous les sous types allant de la savane boisée à la savane herbeuse. Elle est composée de formations naturelles (savane et forêts galeries) et de formations anthropiques (plantations et reboisements). On y trouve également des forêts claires et des galeries le long des cours d'eau. La région compte des forêts classées et des réserves de faune. Elle est assez riche et variée. Les principales espèces sont des mammifères et des oiseaux. Le bassin du fleuve Mouhoun est le principal site de pêche de la région. La végétation est clairsemée dans la ville de Gaoua et devient de plus en plus dense au fur et à mesure que l'on avance vers la périphérie. On constate de plus en plus une dégradation de la végétation liée à l'action anthropique (feux de brousse, coupe abusive du bois, urbanisation, etc.).

➤ L'hydrographie

Le réseau hydrographique de la commune de Gaoua s'organise autour du bassin versant du Mouhoun. Les eaux de surface, peu importantes, sont constituées en majorité de deux (02) cours d'eaux pérennes (le Poni et le Kamba), et d'une trame assez importante de cours d'eaux secondaires intermittents. Selon l'analyse de la carte d'occupation des terres, la superficie globale des aires humides (ou prairies marécageuses) et des plans d'eau artificiels de la commune de Gaoua est estimée à 50,08 km² soit 6,43% du territoire communal. Les plans d'eau artificiels, au nombre de deux (02), sont situés respectivement dans les villages de Bonko et de Djilégnora (secteur 8 de Gaoua). Ils ont été réalisés dans le cadre de l'exécution du projet routier Banfora-Sidéradougou-Gaoua-Batié.

Le potentiel en eaux souterraines de la commune, non évalué, demeure tout de même assez important. La présence de nombreux forages et de puits à grands diamètres permanents, bien alimentés en toute saison, en constitue une preuve.

III. PRESENTATION DU PROJET

III.1 CONTEXTE ET JUSTIFICATION DE L'ÉTUDE

L'eau est une ressource vitale pour l'humanité mais qui se raréfie, confrontant les acteurs de la gestion de l'eau à de nombreux défis tels que la croissance démographique, l'urbanisation, et les changements climatiques. Les pays sahéliens sont les plus touchés par cette raréfaction de la ressource en eau notamment avec la baisse considérable de la pluviométrie, sa répartition inégale au cours de l'année et la hausse des températures. Au Burkina Faso en particulier, des résultats importants ont été atteints en ce qui concerne la mise en place d'ouvrages dans le secteur de l'eau potable. Toutefois, des problèmes subsistent en termes d'approvisionnement liés à l'augmentation perpétuelle des besoins en eau, à l'insuffisance de la ressource et à la croissance spatiale continue du territoire d'intervention. En témoigne les plaintes récurrentes des populations à la coupure d'eau répétitives dans la ville de Gaoua au sud-ouest du Burkina Faso (Le Monde rural, s. d.). Afin d'apporter des réponses à ces problèmes en vue d'améliorer durablement la desserte

en eau dans la ville de Gaoua, l'Office National de l'Eau et de l'Assainissement (ONEA) a sollicité une étude portant sur le diagnostic du système d'AEP de ladite ville. Il est donc impératif d'avoir une bonne connaissance des défaillances du système existant pour pouvoir proposer des solutions de renforcement aptes à satisfaire les besoins en eau à l'horizon **2035** en termes de quantité et de qualité. La présente étude objet de notre mémoire se focalisera sur **le renforcement du système de production d'eau potable de Gaoua**.

III.2 OBJECTIFS DE L'ETUDE ET RESULTATS ATTENDUS

III.2.1 Objectif général

Contribuer à l'amélioration de la desserte en eau du centre AEP de Gaoua (région du sud-ouest) par l'optimisation de la capacité de production.

III.2.2 Objectifs spécifiques

- Réaliser un état des lieux diagnostic de l'infrastructure AEP existante ;
- Proposer des solutions techniques correctives pour l'optimisation de la production d'eau potable ;
- Conduire une évaluation financière des travaux.

III.2.3 Résultats attendus

- Une note de synthèse du diagnostic du système de production d'eau potable est disponible ;
- Une proposition de solution technique avec en appui des schéma illustratifs pour le renforcement du système de production est disponible
- Une analyse des coûts des solutions proposées est disponible.

IV. METHODOLOGIE DE CONCEPTION

IV.1 ETAT DES LIEUX

Cette première phase a d'abord consisté à la recherche documentaire. Elle nous a permis de nous imprégner des activités que nous devrions effectuer. Nous avons pendant cette phase,

procédé à la lecture de plusieurs types de documents relatifs au sujet de notre étude. Ce sont entre autres :

- Les rapports d'exploitation de l'ONEA ;
- Les rapports de Gestion clientèle de l'ONEA ;
- Les bilans ressources-consommations des centres ONEA 2008 à 2020 ;
- Les consignes d'exploitation des forages et de suivi des piézomètres, année 2015 à 2020 ;
- Les documents abordant des thèmes similaires ou ayant certains points communs avec notre sujet de mémoire
- Le catalogue des pompes immergées Grundfos
- Le catalogue de choix du diamètre des conduites

Ensuite un inventaire des composantes du système de production a été dressé à partir des rapports d'exploitation, des plan SIG. Les états physiques des ouvrages et équipements découlent des visites de terrains.

Enfin à partir des différentes informations collectées nous avons procédé à la mise à jour du plan réseau de Gaoua. Cette mise à jour du plan s'est faite avec les logiciels Google Earth, Global Mapper et Arcview 3.2

IV.2 ETUDE DIAGNOSTIQUE DU SYSTÈME AEP

Le calage du réseau AEP a exploité les coordonnées de points remarquables récupérés sur le terrain à partir d'un GPS, les plan SIG et AutoCAD mis à notre disposition. A partir de ces données nous avons procédé à la superposition des différents plans sur Google Earth afin d'avoir le modèle exact de notre réseau.

Pour l'analyse complète du réseaux, la simulation se fera avec EPANET (NALewis A. Rossman (2003), s. d.) qui est un logiciel gratuit et couramment utilisé. Notons qu'au préalable nous disposons de fichiers de couches (non calés par rapport aux coordonnées UTM) du réseau où y figurent des ouvrages et équipements vitaux tels que les châteaux, les conduites, les forages, les vannes, les vidanges et les ventouses.

Le fichier Shape du plan réseau a été converti en plan AutoCAD puis converti en fichier d'entrée INP par EpaCAD. Une fois sur EPANET, les informations sur les côtes, les diamètres des conduites et les demandes aux nœuds ont été saisies.

IV.3 COMPARAISON DE LA CAPACITE DE PRODUCTION ET DES BESOINS

Une estimation des besoins en eau en 2021 sur la base d'hypothèses a été faite et comparée avec la capacité de production journalière actuelle des forages. Ainsi à partir de ces données de 2021 une projection a été faite à l'horizon 2035.

IV.3.1 Hypothèses considérées

La définition des normes, critères et indicateurs d'accès à l'eau potable stipule une consommation spécifique est 25l/jour/personne au niveau des bornes fontaines et de 50l/jour/personne au niveau des branchements privés (MEA, 2017).

La taille des ménages et le nombre de personnes par borne fontaine ont été adoptés par décret. Ce dernier stipule qu'un branchement privé effectué équivalant à l'alimentation de 7 personnes et une borne fontaine établit permet de rendre l'eau potable accessible à 300 personnes (MEA, 2019).

IV.3.2 Formule utilisée dans l'estimation des besoins en eau de consommation

❖ Evaluation de la population à l'horizon 2035

Le nombre d'habitants à l'horizon de projet a été déterminé par la formule d'accroissement géométrique :

$$P_n = P_o * (1 + \alpha)^n$$

Avec :

- P_n : population après n années
- P_o : Population à l'année de référence
- α (%) : taux d'accroissement de la population
- n : nombre d'années à l'échéance du projet

❖ Evaluation des besoins moyens domestiques

Le calcul des consommations moyennes domestiques (C_{jm_dom}) s'est fait en additionnant les besoins moyens des branchements privés et les besoins moyens des bornes fontaines.

$$C_{jm_dom} = CS_{BP} \times Pn_{BP} + CS_{BF} \times Pn_{BF}$$

Avec :

- CS_{BP} = la consommation spécifique des BP
- CS_{BF} = la consommation spécifique des BF
- Pn_{BP} = la population desservie par BP
- Pn_{BF} = la population desservie par BF

❖ Evaluation des besoins moyens domestiques

Sur la base des données de consommation de 2015 à 2019 nous avons calculé le pourcentage des consommations annexes de chaque année puis adopté la moyenne pour l'utiliser dans le calcul des besoins annexes.

$$C_{jm_non_dom} = n \times C_{jm_dom}$$

Avec :

- $C_{jm_non_dom}$: les consommations moyennes non domestiques
- n : le pourcentage des besoins domestiques
- C_{jm_dom} : les consommations moyennes domestiques

❖ Evaluation des besoins moyens journalier

$$B_{jm} = (C_{jm_dom} + C_{jm_non_dom})/\eta$$

Avec :

- B_{jm} : les besoins moyens journaliers
- η : le rendement global du réseau

❖ Le coefficient de pointe saisonnier (Cps)

Ce coefficient prend en compte la variation de la consommation au fil des saisons. En effet la consommation d'eau en saison sèche est plus élevée car les autres sources d'eau ont tari. Ce qui augmente la demande sur le réseau. Selon les données du réseau existant. Le mois de plus forte consommation est le mois d'Avril.

$$C_{PS} = \frac{\text{Consommation Journalière du mois de pointe}}{\text{Consommation Journalière moyenne de l'année}}$$

❖ **Le besoin max par jour**

$$B_{jm_max} = \text{Besoin moyen journalier} \times \text{facteur saisonnier}$$

Avec :

B_{jm_max} : les besoins max par jour

❖ **Le volume d'eau à stocker**

$$V = 30\% B_{jm_max}$$

IV.4 RÉSEAU D'ADDUCTION

IV.4.1 Vérification de l'état physique des ouvrages et équipement

Des visites d'ouvrages et équipement ont été effectuées sur la zone d'étude et à l'issue de cela un tableau récapitulatif est dressé avec l'état des ouvrages.

IV.4.2 Vérification de l'état physique des ouvrages et équipement

L'appréciation du choix des compteurs s'est faite sur la base des caractéristiques de fonctionnement des compteurs fournies par les fabricants (tableau 4) :

- **Qmax** ou **Q4** : c'est le débit le plus élevé auquel le compteur doit pouvoir fonctionner sans détérioration mais pour un temps relativement court.
- **Qn** ou **Q3** (débit nominal ou permanent) : ce débit exprimé en m³/h sert à désigner le compteur et est celui autour duquel le compteur peut fonctionner en permanence sans détérioration avec une précision de 2% pour une perte de charge moyenne.
- **Qt** ou **Q2** (débit de transition) partage l'étendue des débits comprise entre Qmin ou Q1 et Qmax ou Q4 en deux étendues dans lesquelles les erreurs maximales tolérées prennent des valeurs différentes (+ ou -2%).
- **Qmin** ou **Q1** (débit minimum) : c'est le débit à partir duquel tout compteur doit respecter les erreurs maximales tolérées par la réglementation (+ ou -5%) Au-

dessous de celui-ci, le compteur tourne mais le constructeur ne garantit aucune précision. (OUEDRAOGO, s. d.)

L'étendue légale des débits d'utilisation d'un compteur d'eau est limitée par le débit maximal et le débit minimum

Mais les critères de coût, de perte de charge induite et de bonne précision de comptage recommandent :

- Pour des contraintes économiques et de précision ; $Q_n(Q_3) \leq Q_p < Q_{max}(Q_4)$ avec Q_p étant **débit permanent** devant traverser le compteur choisi (Zenner, s. d.).

IV.4.3 Vérification du dimensionnement des conduites et des pompes

Les diamètres des conduites de refoulement ont été dimensionnés et comparés avec les diamètres existants. Les formules utilisées et les conditions de vitesse sont consignées ci-dessous :

Pour le dimensionnement des conduites de refoulement :

- Bonin : $D(m) = 1000 * \sqrt{Q \left(\frac{m^3}{s} \right)}$
- Condition de vitesse (GLS) : $V \left(\frac{m}{s} \right) \leq \left(\frac{D(mm)}{50} \right)^{0.25}$

Pour le calcul de la hauteur manométrique totale (HMT) des pompes :

- Pertes de charges (Hazen-Williams) : $\Delta Hi = \frac{10,675}{C_{HW}^{1,852}} \times \frac{Q^{1,852}}{D^{4,871}}$
- Perte de charges singulière : $Pdc \text{ sing} = 10\% \times \Delta Hi$
- Hauteur manométrique total : $HMT = H_g + \Delta HT = H_g + 1,1\Delta Hi$

Avec :

- D : le diamètre
- Q : le débit
- V : la vitesse
- ΔHi : la perte de charge unitaire
- H_g : la hauteur géométrique

- $P_{dc\ sing}$: la perte de charge singulière
- ΔH_{T} : la perte de charge totale
-

IV.4.4 Restructuration

Les solutions proposées sont basées sur le souci de minimiser au maximum les investissements et le coût de fonctionnement des ouvrages au vu de l'arrivée très prochaine d'un projet de renforcement du système pour répondre aux besoins liés à la croissance démographique. Le choix des pompes c'est fait sur le site de Grundfos avec comme paramètre d'entrée le débit et la HMT calculée. Les schémas des nœuds ont été réalisés à l'aide de AutoCAD.2018

V. RESULTATS DU DIAGNOSTIC DU SYSTEME DE PRODUCTION EXISTANT

V.1 ETAT DES LIEUX ET DIAGNOSTIC

V.1.1 Présentation synoptique du reseau

Le réseau de refoulement de Gaoua est composé de trois systèmes indépendants. Nous avons d'abord les forages F1, F2, F4, F6, F7, F9, F10, F11, F14 refoulant vers le château à proximité de l'hôpital (CH hôpital). Ensuite les forages F12, F13 et F5 qui refoulent vers le château situé dans la cour du centre ONEA de Gaoua (CH ONEA). Enfin les forages F15, F16, F17 et F19 qui refoulent vers le château du gouvernement (CH Gouv). La présentation synoptique est illustrée à la figure 3.

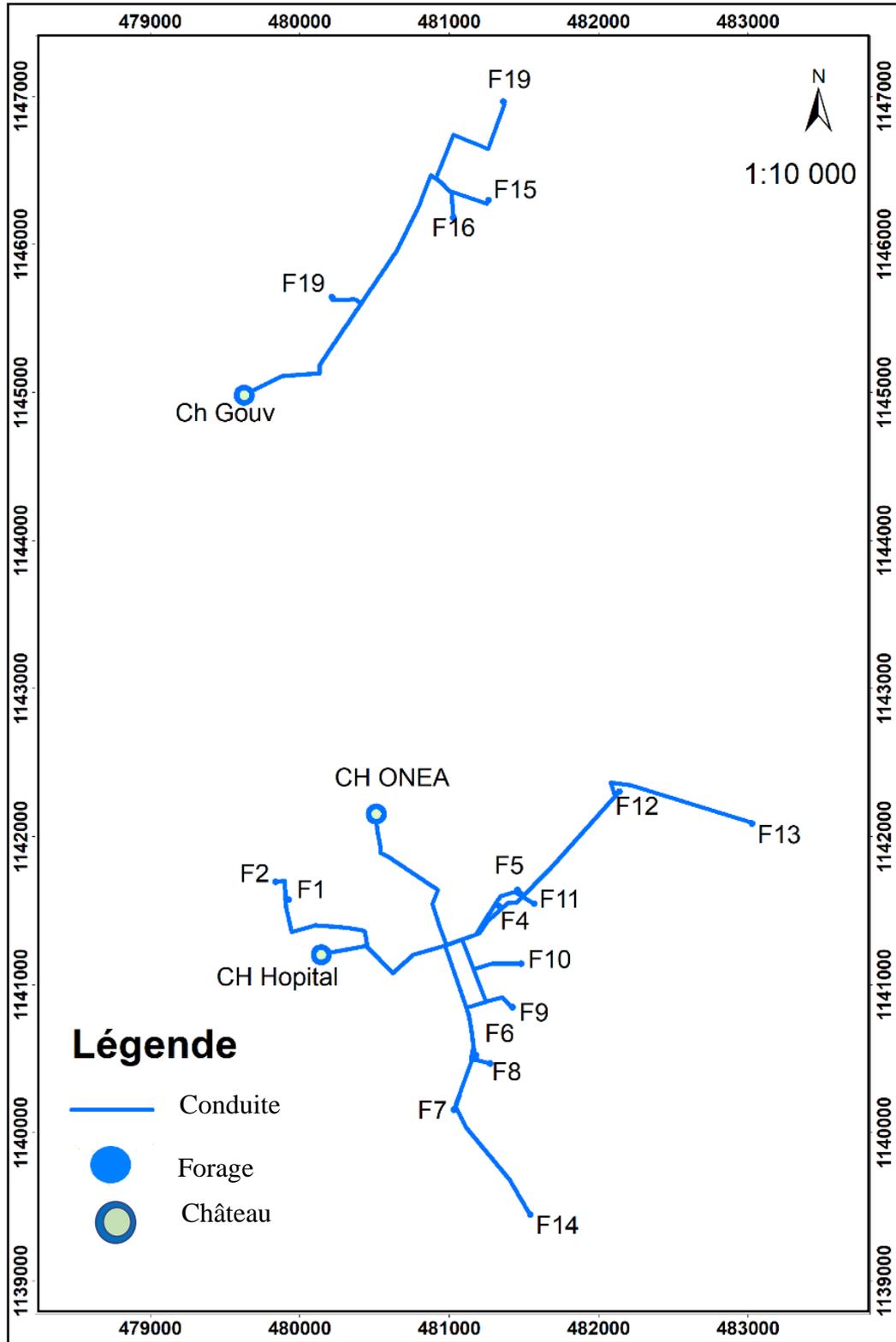


Figure 2: Présentation synoptique du réseau

V.1.2 Capacité de production

Réalisé et géré par l'ONEA, le réseau AEP alimente uniquement la ville de Gaoua. La ressource, d'origine souterraine, provient actuellement de quinze (15) forages de débit variable entre 5 et 25m³/h. Les forages F2, F16, F18 sont à l'arrêt et les forages F20 et F21 ne sont pas encore raccordés. Le tableau 2 présente les débits d'exploitation des forages de Gaoua.

Tableau 2: Débit d'exploitation des forages

N°	Forage	Q exploitation(m ³ /h)
1	F1	5
2	F4	5
3	F5	5
4	F6	10
5	F7	15
6	F8	11
7	F9	10
8	F10	10
9	F11	18
10	F12	25
11	F13	20
12	F14	10
13	F15	5
14	F17	5
15	F19	7
	Total (m ³ /h)	161

V.1.3 Analyse des données de production consommation

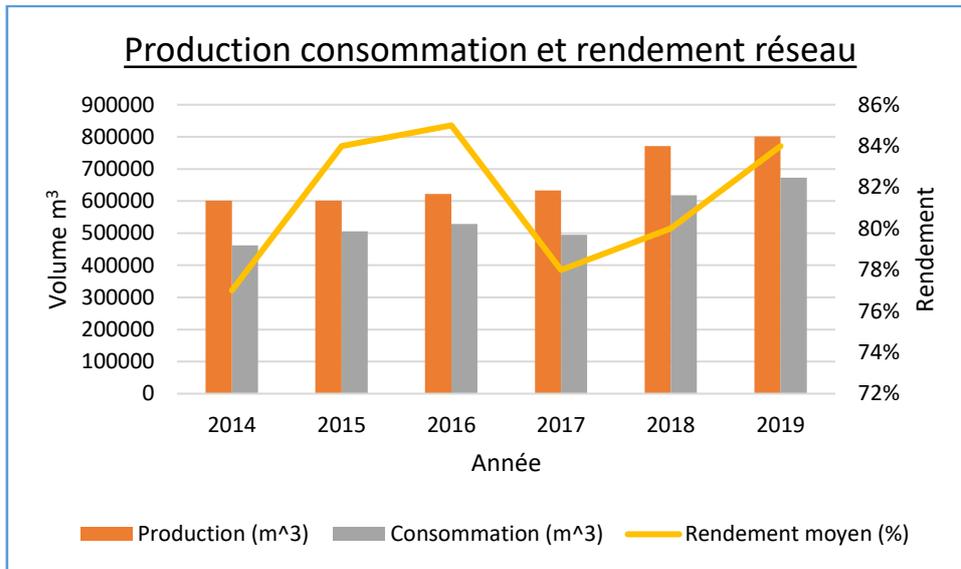


Figure 3: Variation production-consommation et rendement

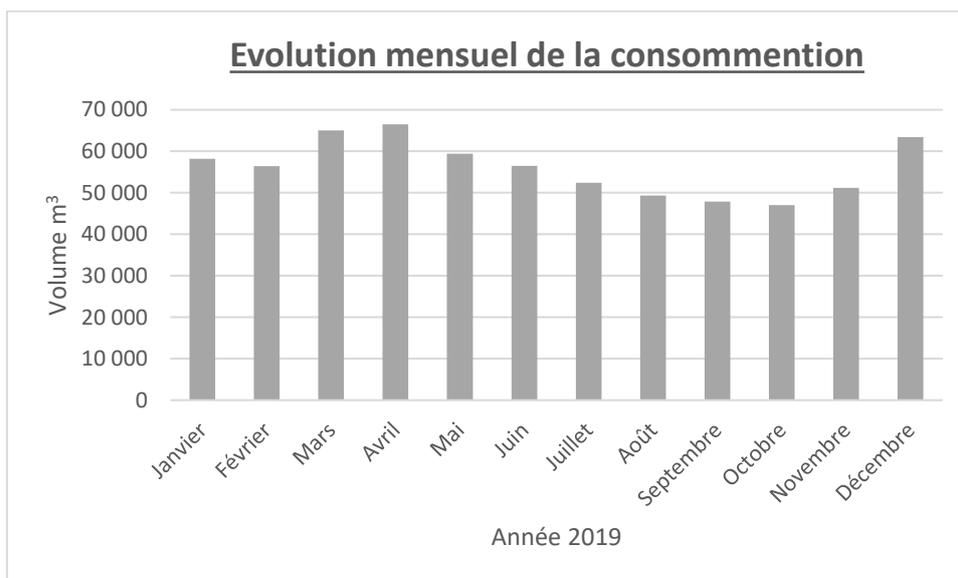


Figure 4: Evolution mensuelle de la consommation

Commentaire :

En 2014 la quantité d'eau produite était de 601 009 m³. Ce volume d'eau est passé à 801 202 m³ en 2019 soit une hausse de 33%. Cette hausse s'explique par les forages supplémentaires réalisés à l'occasion des festivités du 11 Décembre 2017 à Gaoua. La consommation quant à elle augmente chaque année du fait principalement de l'accroissement de la population, de la disponibilité de la ressource en eau et de la qualité de la desserte (rendement de la production). Ces consommations sont maximales de Mars à

Avril mais aussi dans le mois de Décembre. Les consommations maximales de Mars à Avril s'expliquent par la canicule qui règne pendant cette période. Avec une consommation de 66 485m³ en Avril et une consommation annuelle de 673 106 m³ en 2019. Le facteur saisonnier est égal à 1,2.

V.1.4 Diagnostic physique

Les tableaux 3 à 8 récapitulent les différents états de lieux suivis de quelques commentaires.

❖ Etats des lieux des compteurs et forages

Tableau 3: Etat des lieux des compteurs et forages

Désignation	DN CTR (mm)	Débit permanent (Q3) (m³/h)	Type	HMT (m)	Colone	Caractéristiques des électropompes			Observation
						Débit (m³/h)	Pompe	Moteur (kW)	
F1	50	10	à douille	86	PEHD	5	SP5A-21	2,2	Fonctionnel, compteur surdimensionné
F2						-			Arrêt pour manque d'eau
F4	50	10	à douille	86	PEHD	5	SP8A-25	4	Fonctionnel, compteur surdimensionné
F5	50	10	à bride	86	PEHD	5	SP9-21	4	Fonctionnel, compteursurdimensionné
F6	50	10	à bride	126	PEHD	10	SP8A-21	4	Fonctionnel, compteur surdimensionné
F7	50	15	à bride	84	PEHD	15	SP17-10	5,5	Fonctionnel
F8	50	15	à bride	90	PEHD	11	SP14A-18	5,5	Fonctionnel, compteur surdimensionné
F9	50	10	à bride	158	PEHD	10	SP8A-37	9,2	Fonctionnel, compteur surdimensionné
F10	50	10	à bride	150	PEHD	10	SP8A-37	9,2	Fonctionnel, compteur surdimensionné
F11	50	15	à bride	126	PEHD	18	SP30-13	11	Fonctionnel
F12	50	15	à bride	85	FORADUC	25	SP30-11	9,2	Fonctionnel
F13	50	15	à bride	85	PEHD	20	SP30-11	9,2	Fonctionnel
F14	50	10	à bride	90	PEHD	10	SP17-10	5,5	Fonctionnel, compteur surdimensionné
F15	50	10	à bride	88	PEHD	5	SP14A-21	4	Fonctionnel, compteur surdimensionné
F16	50	10	à bride	-	PEHD	-	Arrêté	-	Arrêt pour manque d'eau
F17	50	10	à bride	130	PEHD	5	SP5A-21	2,2	Fonctionnel
F18	50	10	à bride	-	PEHD	-	-	-	Arrêt pour qualité impropre
F19	50	10	à douille	90	PEHD	7	-	-	Fonctionnel

Tableau 4: Caractéristique des compteurs d'eau domestique

DN (mm)	Qn (m ³ /h)	Q ₃ (m ³ /h)	Q ₄ (m ³ /h)	Q ₂ (m ³ /h)	Q ₁ (m ³ /h)	Qd (m ³ /h)
40	10	16	20	0.16	0.1	0.045
50	15	25	31	0.25	0.156	0.045

❖ **Conduite de refoulement**

Tableau 5: Inventaire du réseau d'adduction

Conduite de refoulement				
	DN (mm)	Longueur (m)	Ratio (%)	Etat
Canalisation PVC PN16	90	6287	46%	En Service
	110	2124	16%	
	160	2740	20%	
	220	2374		
	225	21	0,16%	
Total		13546	100%	

❖ **Équipement de commande et de traitement**

Tableau 6 : Etat des lieux des équipements de commande et de traitement

Équipements de commande et de traitement			
	Désignation	Nombre	État
Local technique	Armoire de commande	14	Fonctionnelle
	Pompes doseuses	4	Fonctionnelles
	Bac à eau	4	Fonctionnelle

Tableau 7: Etat des lieux de la Robinetterie

Robinetterie			
	Désignation	Nombre	Etat
Compteur sortie station	DN50	19	18 fonctionnel dont une en panne
Vannes	60	1	fonctionnelle
	80	3	fonctionnelle
	100	2	fonctionnelle
	150	1	fonctionnelle
Total		7	
Ventouses	60	3	Non fonctionnelle 1
Vidange	80	2	fonctionnelle

Tableau 8 : Etat des lieux des ouvrage de stockage

Ouvrage de stockage				
Désignation	Capacité (m ³)	Quantité	Etat	Hauteur sous cuve
Château d'eau en BA	300	1	Non fonctionnelle	15
Château d'eau en BA	200	1	Non fonctionnelle	15
Château d'eau métallique	150	1	Fonctionnelle	15
Bâche	250	1	Non fonctionnelle	

V.1.5 Diagnostic du système et analyse

Comme prévu, nous avons rencontré le chef de centre de Gaoua. Les échanges nous ont permis de recueillir les préoccupations des premiers responsables de la ville et par conséquent celles des populations. Il ressort des échanges les points d'attention suivants :

- La couverture et la desserte en eau de la ville ne sont pas satisfaisantes.
- Le centre est actuellement dans un programme de rationnement pour insuffisance de la ressource
- Le relief est très accidenté et tous les forages ont été by-passés.
- En cas de coupure d'électricité on a une aggravation du déficit en eau
- Les promesses, lors des préparatifs des festivités du 11 décembre, relatives à l'approvisionnement en eau de la ville sont non tenues.
- Des bornes fontaines été ont construites mais ne sont toujours pas raccordées au réseau d'eau potable.
- La plus grande zone non lotie et fortement peuplée à cause des activités d'orpaillage connaît de sérieuses difficultés d'approvisionnement en eau potable (nombre insuffisant de BF).
- On enregistre des coupures persistantes d'eau au niveau des secteurs 1 et 4 ainsi qu'au niveau de la colline dite du pouvoir qui regroupe les bâtiments administratifs.
- La présence inquiétante de dépôts blanchâtres dans l'eau du robinet principalement à la cite dénommée « cite base canadienne » alimentée par le forage F18 de l'ONEA.

❖ **Vérification de la plage de fonctionnement de chaque pompe**

Le tableau 8 permet de faire la comparaison entre les débits nominaux des pompes et les débits réellement mesurés sur le terrain. Les consignes de l'ONEA stipulent que l'exploitation d'un forage est acceptable si le débit mesuré est plus ou moins égale à 25% du débit d'exploitation. Les conséquences du fonctionnement hors plage d'une pompe sont l'augmentation du coût de pompage en raison de la baisse du rendement du groupe électropompe.

Tableau 8: Vérification de la plage de fonctionnement de chaque pompe

Forage	Caractéristiques de la pompe		Débit et HMT mesurés sur le terrain		Observations relatives aux données de la pompe % aux celles mesurées
	Nom du forage	Qn [m ³ /h]	HMT [m] Pompe	Q mesuré [m ³ /h]	
F1	5	86	7,8	56%	Pompe inadaptée
F4	5	121	5,8	16%	Pompe adapté
F5	5	131	3,1	-38%	Baisse de la ressource ou pompe inadaptée ou colmatage des crépines
F6	10	126	7	-30%	
F7	15	84	8,4	-44%	
F8	11	98	9	-18%	RAS
F9	10	112	17,8	-44%	Baisse de la ressource ou pompe inadaptée ou colmatage des crépines
F10	10	112	9,4	-6%	RAS
F11	18	126	15,7	-13%	RAS
F12	25	95	15,9	-36%	Baisse de la ressource ou pompe inadaptée ou colmatage des crépines
F13	20	104	17,2	-14%	RAS
F14	10	96	6,3	-37%	Baisse de la ressource ou pompe inadaptée ou colmatage des crépines
F15	5	101	7,6	52%	Pompe inadaptée
F17	5	70,23	4,3	-14%	RAS
F19	7	-	4,1	-41%	Baisse de la ressource ou pompe inadaptée ou colmatage des crépines

Commentaire : la baisse des débits mesurés par rapport aux débits nominaux peut s'expliquer soit par une baisse de la ressource, soit par un colmatage des crépines ou encore une inadaptation de la pompe elle-même. Le suivi piézométrique de chaque pompe permet de confirmer ou non la première hypothèse. Le soufflage des forages tous les 3 ou 4 ans permet d'éviter ces colmatages. Afin de confirmer ou non la troisième hypothèse, nous avons déterminé le point de fonctionnement de chaque pompe avec le logiciel EPANET en s'affranchissant des deux premières hypothèses. Les résultats de la simulation sont présentés dans le tableau 9.

❖ Vérification du choix des pompes

Tableau 9: Vérification du choix des pompes

Forage	Qexp [m ³ /h]	Hmt théorique [m]	Pompes existantes	HMT réelle	Ecart HMT	Observation
F1	5	86	SP5A-21	68	-21%	Non convenable
F4	5	121	SP8A-25	113	-7%	Non convenable
F5	5	131	SP9-21	103	-21%	Non convenable
F6	10	126	SP8A-21	94.6	-25%	Non convenable
F7	15	84	SP17-10	78	-7%	Convenable
F8	11	98	SP14A-18	80	-18%	Non convenable
F9	10	112	SP8A-37	112	0%	Convenable
F10	10	112	SP8A-37	65	-42%	Non convenable
F11	18	126	SP30-13	134	6%	Convenable
F12	25	95	SP30-11	98	3%	Convenable
F13	20	104	SP30-11	86	-17%	Non convenable
F14	10	96	SP9-21	81	-16%	Non convenable
F15	5	101	SP5A-25	78	-23%	Non convenable
F17	5	159	SP5A-38	165	4%	Convenable
F19	7	77	SP7-17	80	4%	Convenable
F20	5	-	Non encore raccordés			
F21	10	-				

Commentaire : On constate que 60% (en orange) des groupes électropompes installés fonctionnent en dessous de leur hauteur manométrique totale. Cette situation ne peut que favoriser une consommation spécifique énergétique élevée aux dépens d'une production d'eau conséquente attendue. Il est à rappeler que tous ces groupes électropompes sont montés en parallèle avec un fonctionnement simultané. Ainsi les pompes non convenables avec des HMT plus ou moins élevés ne font qu'augmenter ou diminuer de façon considérable les débits de fonctionnement des autres pompes.

❖ Vérification des conditions de vitesse des conduites de refoulement

La vérification des conditions de vitesse des conduites de refoulement est présentée dans le tableau 10. Elle permet de savoir si les conduites ont été bien dimensionnées

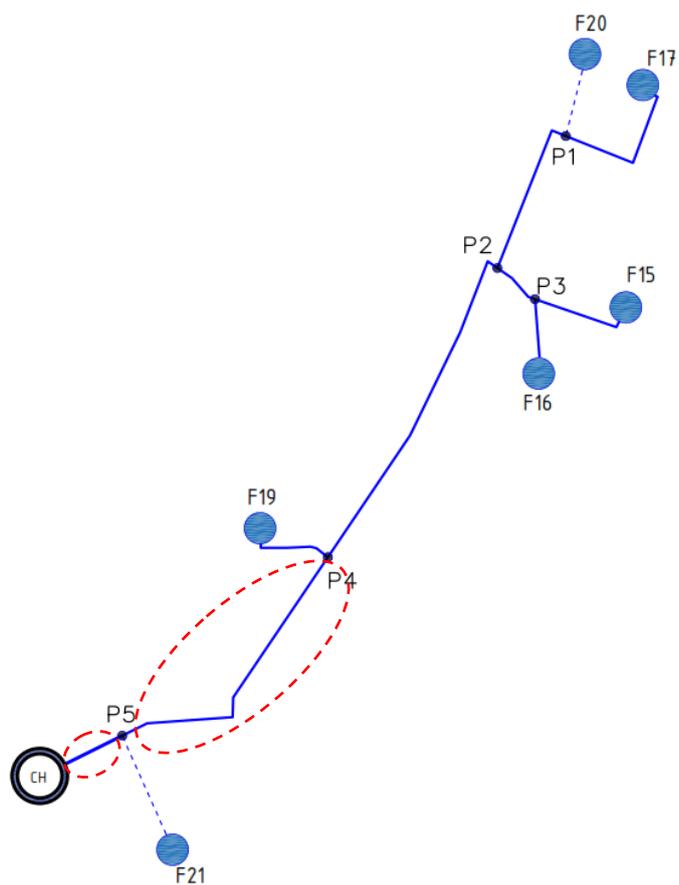
Tableau 10: Vérifications des diamètres des conduites de refoulement

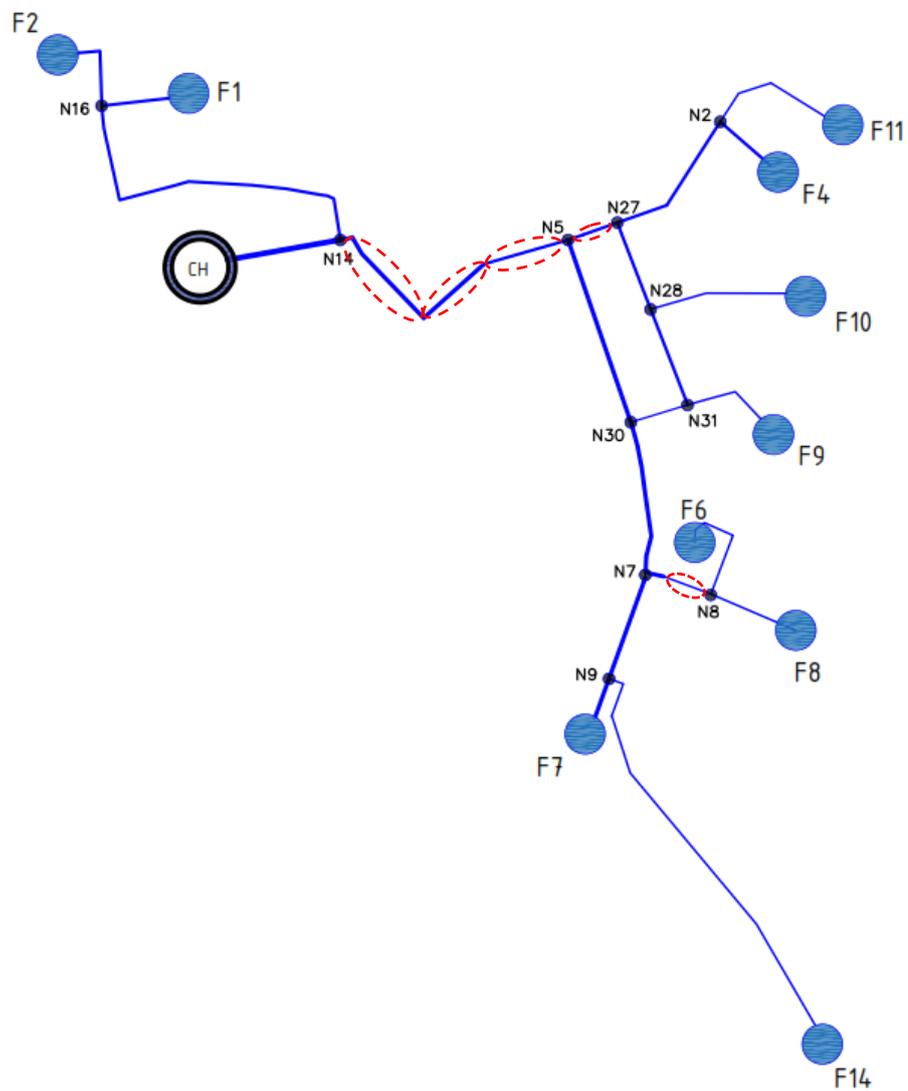
Tronçons	L ref [m]	Q [m ³ /h]	DN (mm)	Din[m]	Uref[m/s]	Condition de vitesse
F7-N9	99,98	15	136,2	160	0,3	OK
F14-N9	965,31	10	76,6	90	0,6	OK
N9-N7	264,54	25	136,2	160	0,5	OK
F8-N8	196,56	11	76,6	90	0,7	OK
F6-N8	35,96	10	76,6	90	0,6	OK
N8-N7'	18,64	21	76,6	90	1,3	Non
N7'-N7	18,64	21	136,2	160	0,4	OK
N7-N6	209,73	46	136,2	160	0,9	OK
N6-N30	106,14	46	136,2	160	0,9	OK
F9-N33	106,4	10	76,6	90	0,6	OK
N33-N32	17,6	10	76,6	90	0,6	OK
N32-N31	2,7	10	76,6	90	0,6	OK
N31-N30	128	10	93,6	110	0,4	OK
N30-N5	453,6	56	136,2	160	1,1	OK
N31-N28	236,6	10	93,6	110	0,4	OK
F10-N29	210,45	10	76,6	90	0,6	OK
N29-N28	110	10	76,6	90	0,6	OK
N28-N27A	216,2	20	93,6	110	0,8	OK
N27A-N27	2,6	20	93,6	110	0,8	OK
F11-N1	145,51	18	76,6	90	1,1	OK
N1-N2	155,81	18	76,6	90	1,1	OK
F4-N2	6,6	5	93,6	110	0,2	OK
N2-N3	222,55	23	93,6	110	0,9	OK
N3-N27	120,73	23	93,6	110	0,9	OK
N27-N4	107,9	43	93,6	110	1,7	Non
N4-N5	21,1	43	93,6	110	1,7	Non

N5-N10	190,9	89	136,2	160	1,7	Non
N10-N11	193,1	89	136,2	160	1,7	Non
N11-N12	258,16	89	136,2	160	1,7	Non
N12-N13	6,95	89	136,2	160	1,7	Non
N13-N14	22,4	89	136,2	160	1,7	Non
F1-N16	12,9	5	93,6	110	0,2	OK
N16-N17	211,25	5	93,6	110	0,2	OK
N17-N18	156	5	93,6	110	0,2	OK
N18-N19	180,4	5	93,6	110	0,2	OK
N19-N20	94,5	5	93,6	110	0,2	OK
N20-N21	100,1	5	93,6	110	0,2	OK
N21-N14	87,1	5	93,6	110	0,2	OK
N14-N22	260,7	94	191,6	225	0,9	OK
N22-CH	6,2	94	191,6	225	0,9	OK
F13-M1	896	20	136,2	160	0,4	OK
M1-M2	261,2	20	136,2	160	0,4	OK
F12-M2	36,96	25	136,2	160	0,5	OK
M2-M3	200	45	136,2	160	0,9	OK
M3-M4	744,6	45	170,2	200	0,5	OK
F5-M4	200	5	76,6	90	0,3	OK
M4-M5	66,02	50	170,2	200	0,6	OK
M5-M6	450,2	50	170,2	200	0,6	OK
M6-M7	869,95	50	170,2	200	0,6	OK
M7-CH	228,1	50	170,2	200	0,6	OK
F17-P1	417,77	5	76,6	90	0,3	OK
P1-P2	379,62	5	76,6	90	0,3	OK
F15-P3	270,5	5	76,6	90	0,3	OK
P3-P2	145,1	5	76,6	90	0,3	OK
P2-P4	1025,95	10	76,6	90	0,6	OK
F19-P4	217,98	7	76,6	90	0,4	OK
P4-P5	885,17	17	76,6	90	1,33	Non
P5-CH	182,65	17	76,6	90	1,33	Non

Commentaire :

Les calculs de vérification de la capacité de transport des conduites en place laissent paraître que sur 58 tronçons récapitulés on a 16% du linéaire total de refoulement (vitesse en rouge) nécessite une révision du diamètre de leurs conduites





Légende :

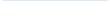
-  PVC DN 225
-  PVC DN 160
-  PVC DN 110
-  PVC DN 90
-  Tronçon de diamètre à corriger

Figure 5 : Présentation des tronçons à corriger

❖ **Traitement de l'eau**

Une eau potable est définie comme une eau qui ne doit pas contenir une concentration de micro-organismes, de parasites ou de toutes autres substances constituant un danger potentiel pour la santé des consommateurs. L'objectif du traitement est alors de protéger les consommateurs de micro-organismes pathogènes et d'impuretés désagréables ou dangereuses pour leur santé. Dans le cas de notre projet, le traitement actuel de l'eau consiste à une injection continue par une pompe doseuse d'une solution d'hypochlorite de calcium au pied des deux châteaux en BA et en tête des forages F15 et F17. La consommation mensuelle du chlore (hypochlorite granule) se situe entre 94 et 113 kg. (ONEA, 2019)

De manière générale les résultats de l'analyse respectent les normes de qualité fixées par les directives de l'ONEA (Burkina Faso) et celles de l'OMS. Cependant on constate de faibles taux de chlore sur certains points (BF 39 et BF 34). Des dispositions pour le réajustement du taux de chlore doivent être prises afin d'éviter le développement d'agent pathogène dans l'eau de consommation. A ces résultats s'ajoute la dureté constatée sur le forage F18 actuellement en arrêt.

Les résultats des analyses sont présentés en Annexe 3 (tableau 23 et 24).

V.2 SYNTHÈSE DU DIAGNOSTIC

À la suite du diagnostic il ressort principalement que le dimensionnement des pompes et conduites de refoulement ainsi que le nombre actuel de forages ne permettent pas de couvrir les besoins en eau de la population de Gaoua. L'objectif étant d'augmenter la production il est donc impératif de réaliser de nouveaux forages. La bache et les deux châteaux étant actuellement hors service, ils seront réhabilités de façon à couvrir les besoins présents et futurs, à l'horizon 2035. Cela permettra de réduire le temps de fonctionnement des forages et offrira un meilleur traitement de l'eau. La synthèse du diagnostic ainsi que les solutions proposées sont résumées dans le tableau 11.

Tableau 11: Synthèse des dysfonctionnements

Systeme	Ouvrage	Dysfonctionnement constaté	Conséquence immédiate
Production	Forage	Pompes non convenables	On a soit augmentation de débit qui peut entraîner une surexploitation de la ressource ou soit diminution considérable de débit de fonctionnement ;
		Colmatage et baisse de la ressource en eau	Diminution considérable du débit de fonctionnement des pompes
		Défaillance du Compteur horaire de F8	Risque d'erreur de comptage des volumes exhaurés
		Tête du forage du stade (F19) non équipé : pas de manomètre ni de compteur horaire	Pas de possibilité de suivre ni le volume exhauré ni la pression
		Forages F18, F6 et F5 à l'arrêt	Diminution de la production totale d'eau
	Station	Armoires électriques des forages F1, F4, F5, F6, F8 vétustes	Risque de panne
		Pompe doseuse de secours en panne	Risque de mauvaise qualité de l'eau en cas de panne
	Réseau	Des conduites sous-dimensionnées (petits diamètres)	Risque de casses lié à la surpression et majoration des HMT des pompes
		Fuites sur réseau	Diminution de la quantité d'eau disponible

		Compteur de sortie station non fonctionnel	Non-maitrise des volumes d'eau produits
Stockage	Bâche	Non fonctionnel	L'eau des forages ne passe plus par la bâche, le traitement n'est plus optimal et manque d'efficacité
		Submersible en saison pluvieuse	Zone est inaccessible et la salle de pompage submergé d'eau
	Château de l'ONEA	Non fonctionnel	Diminution de la HMT des pompes, baisse de pression au niveau de la distribution et absence de réserve d'eau en cas de panne.
	Château de l'hôpital	Non fonctionnel	
Autres	Des constats de toitures de BF dégradées, de regards-chambres de vannes dégradées et remplies de sachets. Les forages F15, F14, F19 non pas de clôture. Ces constats en lien direct avec le fonctionnement du système méritent une attention particulière, car pouvant être l'objet de sabotage (surtout les regards non couverts).		

V.3 ANALYSE CRITIQUE ET INTERPRETATION DES CAUSES DE DYSFONCTIONNEMENT

Tableau 12: Interprétation des causes de dysfonctionnement

Systeme	Ouvrage	Dysfonctionnement constaté	Analyse critique et interprétation des causes des dysfonctionnement
Production	Forage	Pompes non convenable	Les raccordements des nouveaux forages ont été faits sans un dimensionnement préalable et le choix de certaines pompes ne sont pas adaptés
		Colmatage et baisse de la ressource en eau	Surexploitation des forages à travers l'augmentation du temps de pompage et le non-respect des débits d'exploitation
		Défaillance du Compteur horaire de F8	Vétusté de certains compteurs et indisponibilité du stock
		Tête du forage du stade (F19) non équipée : pas de manomètre ni de compteur horaire	Utiliser autre fois pour les besoins du stade ce forage a été rétrocédé à l'ONEA en vue de palier au déficit à travers un simple raccordement au réseau.
		Forages F2, F16 et F18 à l'arrêt	Avec la surexploitation les forages F2 et F16 ont baissé considérablement de débit au fil du temps.
	Station	Armoires électriques des forages F1, F4, F5, F6, F8 vétustes	Des relances faites pour le remplacement sont restées

		Pompe doseuse de secours en panne	Risque de mauvaise qualité de l'eau en cas de panne : Injection de chlore dans le réseau de refoulement à partir d'un bac de 500 l et d'une pompe doseuse de 50 l/h.
	Réseau	Des conduites sous-dimensionnées (petits diamètres)	Vitesse d'écoulement élevée, choix du diamètre à poser lors des extensions laissées aux mains du plombier qui agit selon la disponibilité en conduites
		Fuites sur réseau	
		Compteur de sortie station non fonctionnel	Des relances faites pour le remplacement de ces compteurs sont restées sans suite.
Stockage	Bâche	Non fonctionnel	La station est submersible en saison pluvieuse. Les pompes de refoulement sont déconnectées de mêmes que toutes les armoires de commande.
		Submersible en saison pluvieuse	La bâche est située dans une zone basse et les dimensions des caniveaux de collecte des eaux pluviales sont trop petites.
	Château de l'ONEA	Non fonctionnel	La demande en eau étant très importante toute l'eau envoyée vers les châteaux est consommée et il n'y aucune réserve de stockage. De ce constat les deux châteaux ont été by-passés
	Château de l'hôpital	Non fonctionnel	

	Château du gouverneur	Utilisé uniquement pour les besoins du gouvernorat	Politique de financement non adaptée
Autres	Des constats de toitures de BF dégradées, de regards-chambres de vannes dégradées et remplies de sachets. Les forages F15, F14, F19 n'ont pas de clôture. Ces constats en lien direct avec le fonctionnement du système méritent une attention particulière, car pouvant être l'objet de sabotage (surtout les regards non couverts).		

VI. PROPOSITION DE SOLUTION DE RESTRUCTURATION

VI.1 COMPARAISON DE LA CAPACITE DE PRODUCTION ET DES BESOINS EN EAU

Tableau 13: Comparaison de la capacité de production à la demande

PREVISION		Forage	Qexploitation	Qréel	Pompage	Vj/forage
			(m ³ /h)	(m ³ /h)	(h/j)	
Population	45 865	F1	5	7,3	17	124,1
Taux de desserte	100%	F2	0	0	0	0
Nombre de BP	4 473	F4	5	6	19	105,83
Nombre de personne par BP	7	F5	5	3,6	18	61,38
Nombre de BF	51	F6	10	7,9	21	165,9
Nombre de personne par BF	285	F7	15	12,6	18	226,8
Population desservie par BP	31 311	F8	11	9,2	18	165,6
Population desservie par BF	14 554	F9	10	11,3	16	180,8
Cs BP (l/ab/j)	46	F10	10	9,4	18	169,2
Cs BF (l/ab/j)	38	F11	18	15,6	19	296,4
Cons moy par BP (m ³ /j)	1 144	F12	25	14,9	20	298
Cons moy par BF (m ³)	553	F13	20	18,4	18	331,2
Cons moy des ménages (m ³ /j)	1 613	F14	10	8,9	15	133,5

Cons moy des annexes (m ³ /j)	323	F15	5	7,1	9	63,9
Cons moy total(m ³ /j)	1 993	F16	0	0	0	0
Rendement réseau	84%	F17	5	4,4	14	61,6
Besoin moyen journalier	2753	F19	7	4,1	20	0
Pertes par jour (m ³)	440	Total (m ³)		140,7		2466
Facteur saisonnier	1,2	Déficit Journalier = 3 303 - 2466 = 837 m3				
Besoin max par jour	3 303					
Reserve d'eau à stocker	241					
Capacité de stockage	750					

Commentaire :

On enregistre un déficit de 837 m³ par rapport à la prévision de satisfaction de la demande, soit un taux de satisfaction de 75% contre un objectif de 95%. Par ailleurs, la consommation spécifique des BP de 46 l/hb/j contre celle des ODD de 50 l/hb/j et celle des BF de 38l/hb/j contre 25l/hb/j comme ODD témoigne d'un déficit de la ressource. Sur la base de 50 l/hb/j au BP et 25l/hb/j au BF, le déficit s'élève à environ **731 m3/j**. Ce déficit plus élevé s'explique par la consommation qui est plus importante au niveau des BF que des BP. Une des politiques de l'ONEA étant de favoriser la consommation au niveau des BP, la tendance de fréquentation des bornes fontaine sera revue à la baisse en faveur des branchements privés à l'horizon du projet (20% de consommation en BF contre 80% en BP). Sur la base des projections à l'horizon 2035 il faudra une production d'eau supplémentaire identique à la présente afin de pallier à un déficit de 2 646 m³/j. Les résultats des projections sont présentés en Annexe 4 (Tableau 25).

VI.2 REDIMENSIONNEMENT DES CONDUITES DEFAILLANT DU REFOULEMENT

Les diamètres des conduites de refoulement ont été dimensionnés et présenté dans le tableau 14. Les résultats de la simulation sur EPANET avec les nouveaux diamètres choisis sont consignés dans le tableau 15.

Tableau 14: Diamètres dimensionnés du refolement

Tronçons	L ref [m]	Q [m ³ /h]	DN(mm)	Din[m]	Uref[m/s]	Condition GLS
N8-N7'	18,64	21	103,6	110	0,7	OK
N27-N4	107,9	43	136,2	160	0,8	OK
N4-N5	21,1	43	136,2	160	0,8	OK
N5-N10	190,9	89	170,2	200	1,1	OK
N10-N11	193,1	89	170,2	200	1,1	OK
N11-N12	258,16	89	170,2	200	1,1	OK
N12-N13	6,95	89	170,2	200	1,1	OK
N13-N14	22,4	89	170,2	200	1,1	OK
P4-P5	885,17	17	93,6	110	0,7	OK
P5-CH	182,65	17	93,6	110	0,7	OK

Tableau 15: Résultat de la simulation sur EPANET avec les nouveaux diamètres

Forage	Qexp [m ³ /h]	Q1 Epanet	Q2 Epanet	Eccart Q2/Qexp	Evolution des débits (Q2/Qexp)	HMT Epanet
F1	5	6	6	20%	-	64,12
F4	5	7	8	69%	▲	99,88
F5	5	11	11	118%	-	83,55
F6	10	12	13	28%	▲	84,69
F7	15	16	18	20%	▲	76
F8	11	13	14	32%	▲	80,35
F9	10	10	11	6%	▲	95,38
F10	10	10	11	8%	▲	90,87
F11	18	13	16	-10%	▲	109,36
F12	25	23	23	-7%	-	98,27
F13	20	28	28	39%	-	88,59
F14	10	11	11	13%	-	76,56
F15	5	6	6	28%	-	60,49
F17	5	6	6	24%	-	106,66
F19	7	6	7	-6%	▲	47,44
Total		181	190	5%	▲	

Avec : Q1 EPANET le débit de la simulation sur EPANET avant le changement des diamètres des conduites de refoulement et Q2 EPANET le débit de la simulation sur EPANET après correction des diamètres.

Commentaire :

Après correction des diamètres à vitesse élevée on enregistre une diminution des pertes de charge dans le réseau avec une augmentation de 5% du débit initial soit 190 m³/h contre 181 m³/h au départ. Les débits des forages F4, F5, F6, F8, F13 et F15 dépassant toujours la plage de fonctionnement conseillée ($\pm 25\%$ du débit d'exploitation) il faudra les corriger en les vannant ou en optant le changement de leur pompe.

VI.3 REMPLACEMENT DES POMPES DE REFOULEMENT

Pour le choix des pompes nous avons opté pour les pompes Grundfos étant donné qu'au préalable c'était cette marque de pompes qui était installée. (*GRUNDFOS LIVRET TECHNIQUE*, s. d.). Les résultats de la simulation avec les nouvelles pompes sont présentés dans le tableau 16.

Tableau 16: Résultat de la simulation sur EPANET avec les nouvelles pompes

Forage	Q _{exp} [m ³ /h]	Pompes existantes	Meilleur Choix	Q3 Epanet	Evolution des débits (Q3/Q _{exp})	HMT	Ecart	Observation
						Epanet	Débit	
F1	5	SP5A-21	SP5A-21	6	▲	72,69	11%	Conservée
F4	5	SP8A-25	SP5A-25	5	-	96,96	-5%	Changée
F5	5	SP9-21	SP5A-25	6	▲	78,56	16%	
F6	10	SP8A-21	SP9-18	10	-	88,28	-4%	
F7	15	SP17-10	SP17-10	17	▲	80,97	12%	Conservée
F8	11	SP14A-18	SP14-17	11	-	83	-4%	Changée
F9	10	SP8A-37	SP11-20	9	▼	100	-9%	
F10	10	SP8A-37	SP11-20	10	-	96,79	-3%	
F11	18	SP30-13	SP30-13	20	▲	123,52	10%	Conservée
F12	25	SP30-11	SP30-11	24	▼	96,6	-3%	

F13	20	SP30-11	SP30-9	22	▲	83,5	11%	Changée
F14	10	SP9-21	SP11-15	8	▼	77,69	-18%	
F15	5	SP5A-25	SP5A-17	6	▲	59,4	10%	
F17	5	SP5A-38	SP5A-38	6	▲	106	24%	Conservée
F19	7	SP7-17	SP7-17	8	▲	66	13%	

Avec Q3 EPANET le débit de la simulation sur EPANET après changement des groupes électropompes immergés.

Commentaire : Après simulation du fonctionnement du réseau, les pompes des forages F1, F7, F11, F12, F17 et F19 seront conservées. Afin de minimiser le coût des travaux de restructuration, la pompe du forage F15 pour être utiliser en remplacement de celui du forage F5. Aussi la pompe du forage F1 qu'on avait prévu initialement de changer sera conservée. En effet en changeant les pompes des autres forages ce dernier a vu ces performances hydrauliques s'améliorer et nous n'avons pas jugé nécessaire de la changer. Les pompes des autres forages seront remplacées par les nouvelles pompes que nous proposons au tableau 16. Après changement des pompes on remarque une augmentation du débit total pompé de 5%. Cependant malgré cette augmentation on n'arrive toujours pas à combler le déficit en eau. Aussi nous proposons donc de mettre en service les nouveaux forages F20 et F21 existants.

VI.4 ETUDE TECHNIQUE DU RACCORDEMENT DES DEUX NOUVEAUX FORAGES EXISTANTS : F20 ET F21

❖ Localisation

Il y'a effectivement deux forages qui ne sont pas encore raccordés. Si on le raccorde au réseau via le schéma que nous proposons à la figure 6 on peut voir qu'il y aura un gain de débit de l'ordre de $+15\text{m}^3/\text{h}$. Les résultats de la simulation sous EPANET sont présentés en Annexe 4 (figure25).

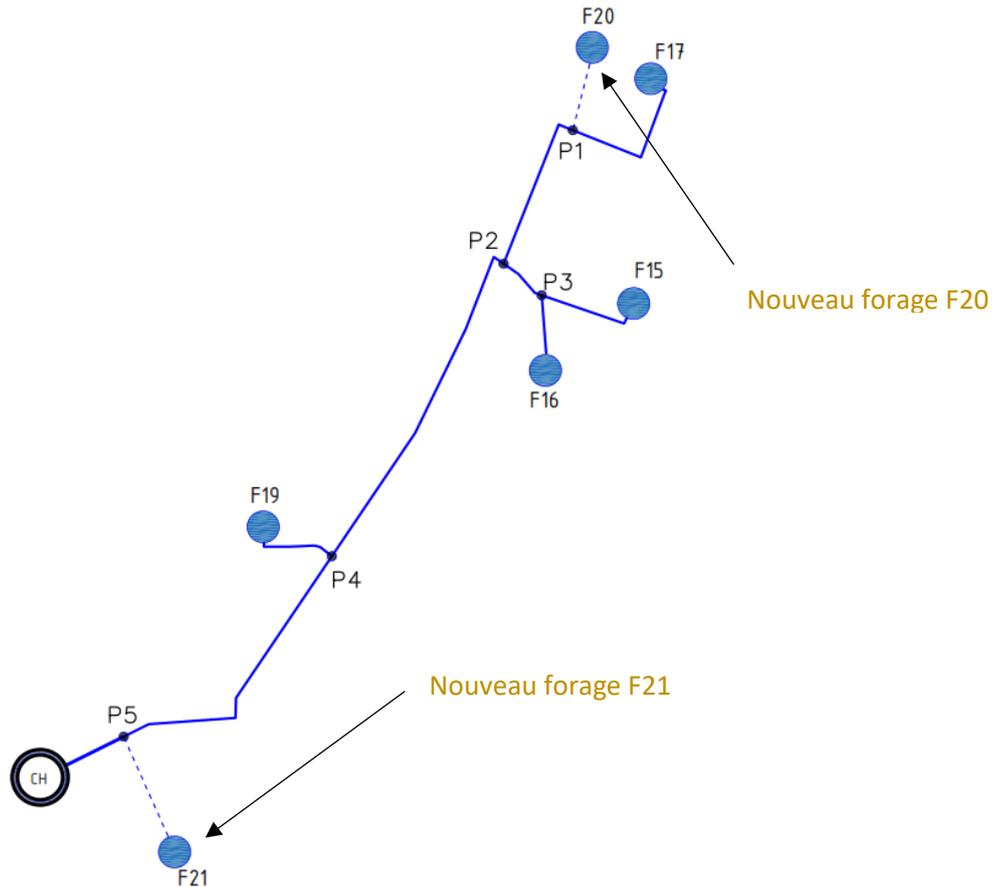


Figure 6: Emplacement des nouveaux forages à raccorder

❖ Dimensionnement

Les conduites pour le raccordement des deux forages ont été dimensionnées et les résultats sont consignés dans le tableau 17. Après simulation sur EPANET les pompes retenues pour équiper ces forages sont représentées dans le tableau 18.

Tableau 17: Dimensionnement des conduites des nouveaux forages

Tronçon	L(m)	Q (m ³ /s)	Din (mm)	Dex (mm)	Ddim (mm)	DN (mm)	Vitesse (m/s)	Condition GLS
F17-P1	418	5	37,27	76,6	76,6	90	0,3014	Vérifié
Exhaure	25	5	37,27		40,8	50	1,1	Non
F20-P1	145	5	37,27		76,6	90	0,3014	Vérifié
P1-P2	380	10	52,70	76,6	76,6	90	0,6028	Vérifié
F15-P3	270	5	37,27	76,6	76,6	90	0,3014	Vérifié
P3-P2	145	5	37,27	76,6	76,6	90	0,3014	Vérifié
P2-P4	1026	15	64,55	76,6	76,6	90	0,6055	Vérifié
F19-P4	218	7	44,10	76,6	76,6	90	0,4219	Vérifié

P4-P5	885	22	78,17	76,6	93,6	110	0,8881	Vérifié
Exhaure	25	5	52,7		73,6	90	1,2	Non
F21-P5	72	10	52,70		73,6	90	0,6028	Vérifié
P5-CH	197	32	94,28	76,6	136,2	160	0,6101	Vérifié

Légende :

- L(m) : Longueur de la conduite en mètre
- Q (m³/s) : Débit véhiculé par tronçon
- Din (mm) : Diamètre intérieur de la conduite
- Dex (mm) : Diamètre existant
- Ddim (mm) : Diamètre dimensionné issu du calcul
- DN (mm) : Diamètre nominal retenu

Tableau 18 : Choix des groupes électropompes immergés

Forages	Qexp	QEpanet	Pompe Grundfos retenue	
			HMT	Références
F20	5	5,32	121,84	SP5A-33 (3kw)
F21	10	10,59	40,6	SP17-4 (2,2kw)

Commentaire :

Les conduites de refoulement des forages F20 et F21 seront en PVC DN90. La colonne d'exhaure sera en PEHD DN 50 pour F20 et en PEHD DN 90 pour F21. Toutes les conduites adoptées seront en PN16. Pour les vitesses à l'aspiration il est conseillé de choisir des vitesses allant de 1 à 1,5 m/s (Mounirou, D.L.A. (2018), s. d.). Dans cette même logique les diamètres choisis pour l'exhaure des forages F20 et F21 qui ne respectent pas la condition GLS seront conservés.

VI.5 PROGRAMMATION DU FONCTIONNEMENT DES FORAGES PAR GROUPES.

Un tel regroupement vise essentiellement les objectifs suivants :

- diminution des pertes de charge dans le réseau refoulement : en effet tous les électropompes étant en parallèle, les vitesses résultantes sont très élevées dans certains tronçons et aux nœuds beaucoup plus de turbulences naissent ;
- amélioration des conditions de fonctionnement des groupes électropompes : débitance et rendement.

Ainsi, il a été retenu un regroupement des forages selon deux groupes de pompage fonctionnant pendant huit heures et l'ensemble des forages en groupement fonctionnant pendant 8 h. D'où un temps de fonctionnement total de 16h. Les résultats des simulations sur EPANET sont consignés dans le tableau 19.

Tableau 19: Proposition d'un programme de pompage

		Débit pompage (Qp)	Qexpl. forage	Prorata	HM théorique	Temps pompage	Volume journalier
Groupe	ID Arc	m ³ /h	m ³ /h	%	M	h	m ³
Groupe1 23h- 7h	F1	5,61	6	-6%	71,5	8	44,88
	F7	18	15	20%	75,38	8	144
	F8	12,24	11	11%	77,9	8	97,92
	F11	18	18	0%	121	8	144
	F15	4,94	5	-1%	68	8	39,52
	F17	6	5	20%	116,35	8	48
	F19	7,67	7	10%	69,15	8	61,36
	F20	5,32	5	6%	122	8	42,56
	F21	10,6	10	6%	40,6	8	84,8
	Total Groupe 1	88,38	82	66%		72	707
Groupe2 7h- 15h	F1	5,56	5	11%	72,69	8	44,48
	F4	4,73	5	-5%	105,19	8	37,84
	F5	5,8	5	16%	78,56	8	46,4
	F6	9,62	16	-40%	88,28	8	76,96
	F7	16,81	15	12%	81	8	134,48
	F8	10,55	11	-4%	83	8	84,4
	F9	9,1	10	-9%	100	8	72,8
	F10	9,73	10	-3%	97	8	77,84
	F11	19,71	18	10%	123,5	8	157,68
	F12	24,14	25	-3%	96,6	8	193,12
	F13	22,12	20	11%	83,5	8	176,96
	F14	8,19	10	-18%	77,69	8	65,52
	F15	4,94	5	-1%	67,96	8	39,52
	F17	6	5	20%	116,35	8	48
	F19	7,67	7	10%	69,15	8	61,36
	F20	5,32	5	6%	121,84	8	42,56
	F21	10,59	10	6%	40,59	8	84,72
	Total Groupe 2	180,58	182	17%		136	1444,8
Groupe3 15h- 23h	F14	9,8	10	-2%	72,41	8	78,4
	F6	10,27	10	3%	81,44	8	82,16

	F9	9,95	10	-1%	95,62	8	79,6
	F10	10,69	10	7%	92,48	8	85,52
	F4	5	5	0%	97,44	8	40
	F13	22,12	20	11%	83,53	8	176,96
	F12	24,14	25	-3%	96,64	8	193,12
	F5	5,84	5	17%	78,56	8	46,72
	Total Groupe 3	97,81	95	31%		64	782,48
Production journalière 3groupes [m ³]							2 934,16
Production journalière toutes pompes en//[m ³]		186,85					2 889,28
Gain programmation pompage [m ³]							45
Besoins max journalier [m ³]							3 197
Déficit journalier [m ³]							263

Commentaire :

Les consignes de l'ONEA stipulent que l'exploitation d'un forage est acceptable si le débit pompé est plus ou moins égal à 25% du débit d'exploitation. Ainsi suite à cette programmation de pompage, tous les forages sont exploités dans leur plage de fonctionnement normal et leur performances hydrauliques sont améliorées.

On enregistre une augmentation du volume journalier de **45 m³** (amélioration du rendement de production d'environ **2 %**).

Par ailleurs le déficit journalier initial de 731 m³ a été diminué de 64% soit 263m³/j. Etant conscient que ces 45 m³ n'était pas suffisant pour résorber le déficit, on a proposé de réaliser de nouveau forages

Derrière ces 45m³/h ce n'est pas seulement un gain en eau que l'on gagne. Il y'a également une économie incroyable sur l'énergie.

C'était bon d'optimiser tout le système actuel avant de chercher à réaliser de nouveaux forages. En réalisant ces nouveaux forages on peut voir parmi les pompes qu'on a des hausser s'il n'y a pas une qui est adapté pour la placer dans les nouveaux forages

VI.6 RÉHABILITATION DE LA BÂCHE

Pour le traitement efficace et le stockage de l'eau, un projet est en cours pour la réhabilitation de la station de pompage. Il est prévu l'installation de quatre pompes de surface divisées en deux lignes de refoulement :

- 1^{ère} ligne : deux pompes de 80m³/h en fonctionnement alterné
- 2^{ème} ligne : deux pompes de 100m³/h en fonctionnement alterné

A la fin des travaux la station serait en mesure de pouvoir refouler au total 180 m³/h en direction des châteaux.

VI.7 LA RECHERCHE DE NOUVELLES SOURCE D'EAU

Dans l'optique de satisfaire la demande en eau à l'horizon du projet nous proposons en plus du raccordement des forages F20 et F21 la réalisation de nouveaux forages. Avec un déficit de 2 646 m³/j il faudra 16 forages de 10m³/h pour couvrir les besoins en eau de la population de Gaoua en 2035. Pour cela nous mettons à la disposition de l'ONEA une carte de fractures de la commune de Gaoua pour la recherche de points de foration à gros débit.

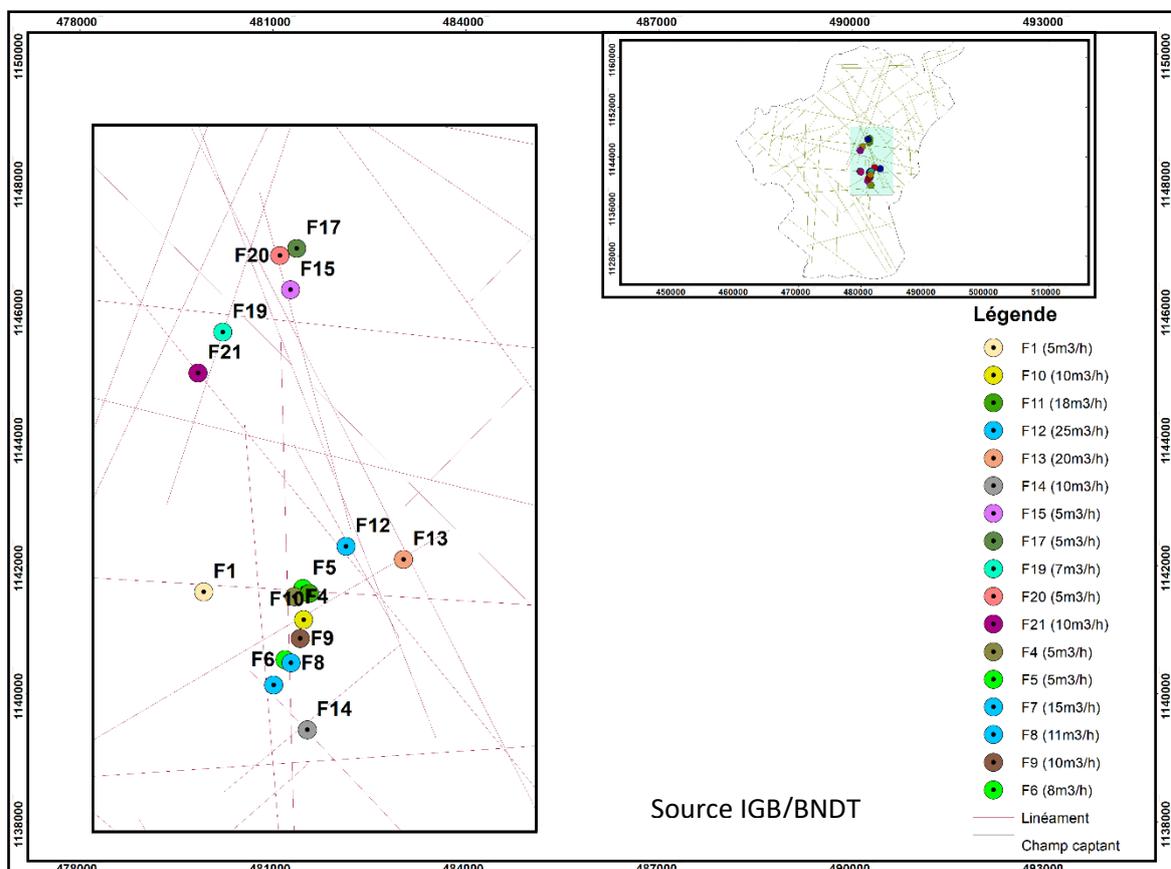


Figure 7: Carte des linéaments de Gaoua

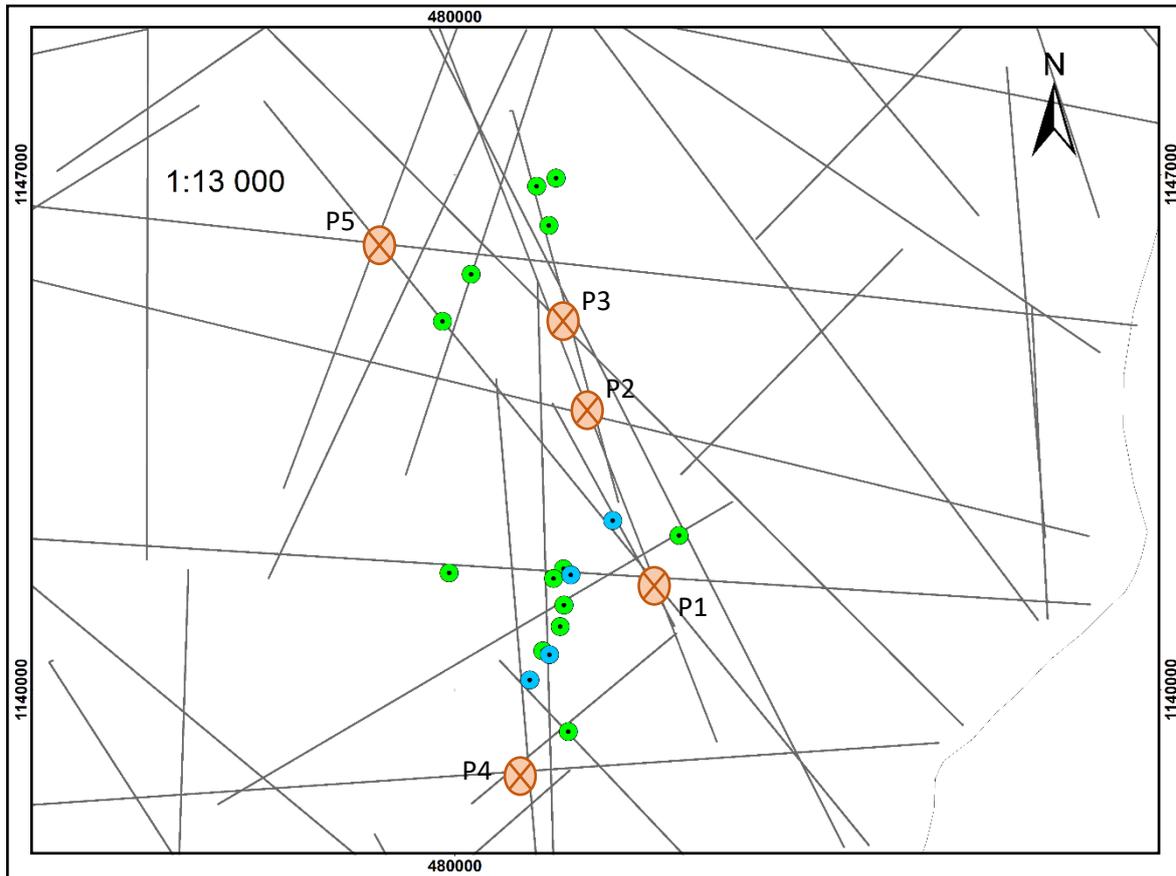


Figure 8: Identification de nouveaux points de foration

Légende :

- ⊗ : Points de foration identifié
- : Forage existant dont le débit est inférieur ou égale à 10m³/h
- : Forage existant dont le débit est supérieur à 10m³/h

Commentaire : A partir de cette carte on a essayé de regarder quel pourrait être l'emplacement des nouveaux forages pour aller faire la prospection. Les points de foration identifiés sont classés par ordre de préférence allant de P1 à P5. Le choix s'est fait en

privilégiant les nœuds de fracture. Ces résultats pourraient être confirmés à partir d'une méthode géophysique.

VII. ANALYSE FINANCIERE

Le tableau 20 nous présente le devis estimatif des travaux de restructuration pour une amélioration de la desserte en eau en plus du raccordement des dix (10) nouveaux forages et en attendant la réalisation du projet de renforcement du système AEP. Les prix ont été déterminés à partir du bordereau des prix unitaires des centres de l'ONEA et de Grundfos(ONEA (2015), s. d.).

Tableau 20: Devis estimatif des travaux de restructuration

N°	Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total (FCFA)
I	Réseau				
	Fourniture et pose de canalisation de canalisation PVC PN 16 DN 90	ml	217,21	29 385	6 382 716
	Fourniture et pose de canalisation de canalisation PVC PN 16 DN 110	ml	922,45	31 776	29 311 771
	Fourniture et pose de canalisation de canalisation PVC PN 16 DN 125	ml	290,55	95 000	27 602 250
	Fourniture et pose de canalisation de canalisation PVC PN 16 DN 200	ml	671,51	105 600	70 911 456
	Fourniture et pose d'un débitmètre DN50	u	1	562 500	562 500
	Adaptateur à bride DN 125	u	2	15 000	30 000
	Té fonte DN100/80	u	1	101 350	101 350
	Adaptateur à bride DN 90	u	10	12 500	125 000
	Cône fonte à bride DN 100/80	u	1	25 000	25 000
	Vanne DN 80	u	2	94 509	189 018
	Té fonte DN80/80	u	1	78 743	78 743
	Joint plat DN 90	u	4	5 871	23 484
	Joint plat DN 150	u	4	3 696	14 784
	Coude DN80	u	1	32129	32 129
	Total 1				135 390 201
II	Raccordement forage				
	PEHD DN 25	ml	25	45 000	1 125 000
	PEHD DN 90	ml	21	45 000	945 000

	PVC DN 90	ml	217	29 385	6 376 545
	Ventouse té sortie vers le haut 80/50	u	2	93 816	187 632
	Té robinet 80/50	u	2	52 867	105 734
	Cône DN 80/50	u	2	33 000	66 000
	Compteur DN50	u	2	90 000	180 000
	Clapet de non-retour à 2 brides (50)	u	2	52300	104 600
	Robinet vanne DN 50	u	2	38500	77 000
	Manchette DN 80	u	2	89 100	178 200
	Tuyau fonte DN80	u	2	105168	210 336
	Mur en agglo creux de 15 joint	ml	20	6665	133 300
	Total 2				9 689 347
II	Groupe électropompe immergé				
	SP5A-33	u	2	1 650 000	3 300 000
	SP9-18	u	1	1 540 000	1 540 000
	SP14-17	u	1	2 101 000	2 101 000
	SP30-9	u	1	14243500	14 243 500
	SP11-15	u	1	1 585 000	1 585 000
	SP5A-17	u	1	1 125 000	1 125 000
	SP7-17	u	1	1 428 000	1 428 000
	SP17-4	u	1	5235000	5 235 000
	SP11-20	u	2	1 800 000	
	SP5A-38	u	1	1 750 000	
	Total 3	u	1		32 607 500
	Total général				177 687 048

VIII. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET PROPOSITION D'UN MODE DE GESTION

VIII.1 IMPACTS POSITIFS

- ✓ **lutte contre les maladies hydriques** : fournir de l'eau potable aux populations de Gaoua contribuera à réduire les maladies hydriques(choléra, la typhoïde, l'hépatite A et E...) qui sont provoquées par la consommation de l'eau contaminée par des déchets humains, animaux ou chimiques.
- ✓ **La notoriété de l'ONEA** : notons que l'ONEA est reconnu par la qualité de son approvisionnement en eau potable et assainissement des eaux usées et excréta.

- ✓ **Création d'emploi** : ce projet réduira de façon considérable le chômage à travers les recrutements des employés.
- ✓ **Contribution au développement économique du pays** : presque chaque année, le gouvernement injecte des milliards dans la lutte contre les maladies hydriques. Ce projet pourrait réduire considérablement le coût du budget alloué pour ce programme de lutte contre les maladies hydriques.

VIII.2 IMPACTS NÉGATIFS DU PROJET

- ✓ **pollution atmosphérique** : nous avons la pollution de l'atmosphère par les fumées et la poussière des engins durant les phases de réalisation des ouvrages de captage, le terrassement et poses des conduites du réseau de refoulement ;
- ✓ **production de déchets** : les eaux et huiles usées des moteurs des engins, des restes d'objets plastiques servant d'emballage, les déchets métalliques...sont autant de déchets générés lors de l'exécution des travaux. Ces déchets sont susceptibles d'occasionner la prolifération de certains agents pathogènes, vecteurs de maladies d'origine hydriques ;
- ✓ **nuisances sonores** : que ce soit pendant la réalisation ou l'installation du chantier, ou pendant sa phase d'exploitation, nous avons la production de bruits dû à la circulation des engins ou des machines de terrassement ;
- ✓ **destruction de l'environnement** : l'exécution des travaux (fouilles surtout) du projet entrainera le dessouchage de beaucoup d'espèces végétales, la destruction de la microfaune...
- ✓ **développement de maladies** : les affections broncho-pulmonaires, cutanées, oculaires, l'anémie et les accidents (brûlures) dans le travail sont plus fréquents pendant les travaux.
- ✓ Le plan de gestion environnemental est présenté en Annexe 5 tableau 26

IX. CONCLUSION

Les principaux résultats de la présente étude sont que globalement le système AEP de la ville de Gaoua est fonctionnel, mais on enregistre un déficit de la ressource et de faibles pressions voire manque d'eau au niveau des zones hautes. La principale raison est que les infrastructures ne répondent plus au mode de fonctionnement actuel. La baisse des débits mesurés par rapport aux débits nominaux peut s'expliquer soit par la baisse de la ressource, soit par un colmatage des crépines ou encore une inadéquation de la pompe elle-même. Le suivi piézométrique de chaque pompe permet de confirmer ou non la première hypothèse. Afin de confirmer ou non la troisième hypothèse, nous avons déterminé le point de fonctionnement de chaque pompe avec le Logiciel EPANET en s'affranchissant des deux premières hypothèses. Ainsi nous avons globalement les pompes des forages F4, F5, F6, F8, F9, F10, F13, F14, F15 qui sont inadéquates. Aussi en vérifiant les conditions de vitesse (GLS) nous remarquons des vitesses non satisfaisantes à certains endroits du refoulement. Les solutions de restructuration retenues sont essentiellement le soufflage de chaque puits tous les 3 ou 4 ans afin d'éviter le colmatage des crépines, une organisation du fonctionnement des forages par groupe de pompage, la révision des diamètres des tronçons à vitesse élevée et la réalisation de nouveaux forages. L'enrichissement des plans réseau, la mise en œuvre du programme et la disponibilité d'un modèle hydraulique EPANET sont déjà des acquis pour la DRB, cependant les principales difficultés et défis auxquels la direction devra faire face sont la mise à jour continue des plans, l'élaboration des schémas des nœuds du réseau.

RECOMMANDATION ET PERSPECTIVES

Durant l'étude des insuffisances ont été détectées et les principales recommandations par ordre de priorité pour d'éventuelles améliorations sont essentiellement :

- Accélérer le raccordement des forages F120 et F21 qui apportera un débit théorique cumulé de 15 m³/h,
- La mise à jour des plans doit se poursuivre rigoureusement en s'inspirant du modèle hydraulique.
- Remplacer les principaux compteurs de productions et de distributions par des débitmètres afin de mieux maîtriser les volumes produits et distribués,
- Réaliser de nouveaux forages
- Remettre en service les deux châteaux d'eau en BA ainsi que la bache
- Faire régulièrement l'entretien et les opérations de maintenance des équipements des forages et aussi de l'ensemble des infrastructures hydrauliques ;

X. BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages et articles

GRUNDFOS LIVRET TECHNIQUE,. (s. d.).

INSD. (s. d.). *Projections démographiques des communes du Burkina Faso de 2007 à 2020*
(Institut national de la statistique et de la démographie (INSD)).

Le Monde rural. (s. d.). <https://www.lemonderural.com/2019/12/05/coupure-intempestive-deau-a-gaoua-le-directeur-regional-de-lonea-explique-la-situation-et-donne-les-perspectives/>.

MEA. (2017). *PROGRAMME NATIONAL D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE 2016 – 2030*.

MEA. (2019). *Décret*.

Monographie de Gaoua, 2005. (s. d.).

Mounirou, D.L.A. (2018). (s. d.). *Essentiel de Pompes et Station de Pompage*.

NALewis A. Rossman (2003). (s. d.). *Manuel de l'Utilisateur EPANET 2.0 (NATIONAL RISK MANAGEMENT RESEARCH LABORATORY OFFICE OF RESEARCH AND DEVELOPMENT U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY CINCINNATI, OH 45268, USA)*.

ONEA. (2019). *Rapports mensuels et annuels d'exploitation ONEA de la DRB*.

ONEA (2015). (s. d.). *Bordereau des prix unitaires des équipements et pièces de rechange Hydrauliques, Electriques et Electromécaniques de l'ONEA*.

OUEDRAOGO, M. (s. d.). *Cours : - Gestion de Réseau d'eau sous pression – Recherche de fuites—GTR RF10-2008*.

Zenner. (s. d.). <https://zenner.com/>.

Sites internet

<https://www.lemonderural.com/2019/12/05/coupure-intempestive-deau-a-gaoua-le-directeur-regional-de-lonea-explique-la-situation-et-donne-les-perspectives/>. (s. d.). Consulté le 22 Janvier 2021

XI. ANNEXES

XII.1 ANNEXE 1 : Organigramme de l'ONEA.....	54
XII.2 ANNEXE2 : Etats des lieux.....	55
XII.2 ANNEXE2 : Diagnostic.....	67
XII.2 ANNEXE2 : Restructuration.....	71
XII.2 ANNEXE2 : Plan de gestion environnemental.....	90

XI.1 ANNEXE1: ORGANIGRAMME DE L'ONEA

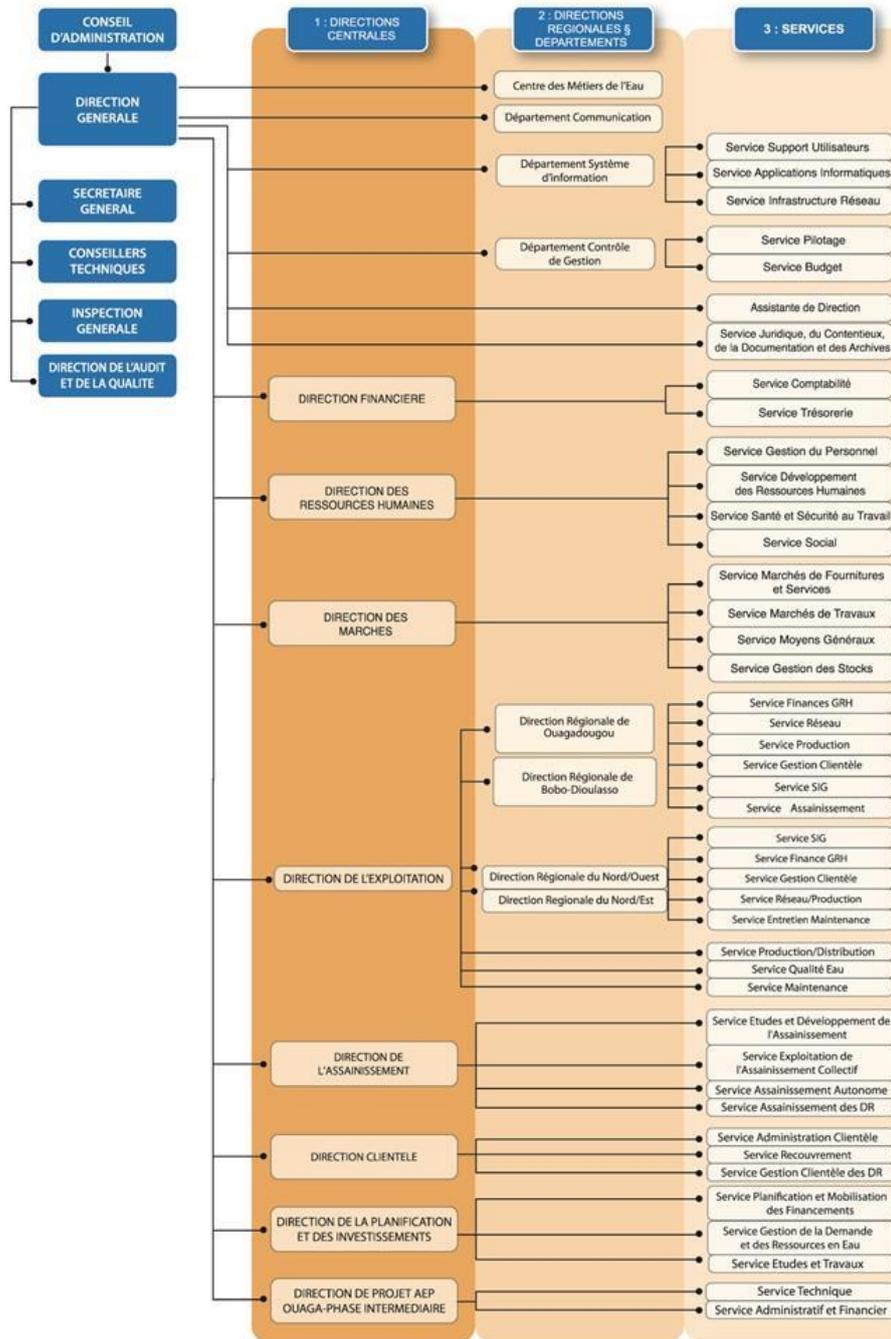


Figure 9: Organigramme de l'ONEA

XI.2 ANNEXE 2: ETATS DES LIEUX



Figure 10: Plan cadastral



Figure 11: Tête de forage F6



(a) *Vue de l'ensemble*



(b) *Les plaques solaires*



(c) *Vue des batteries*

Figure 12: Forage solaire F15

(b) tête de forage de F17



(b) Vue d'ensemble

Figure 13: Forage F17



Figure 14: By-pass au niveau du château de l'ONEA



Figure 15: By-pass au niveau du château d'eau de l'hôpital



Figure 16: Piquage sur la conduite principale de refoulement pour l'injection du chlore



Figure 17: Bac de 500l pour le mélange du chlore



Figure 18: Nouveau château d'eau



Figure 19: Château d'eau de l'ONEA

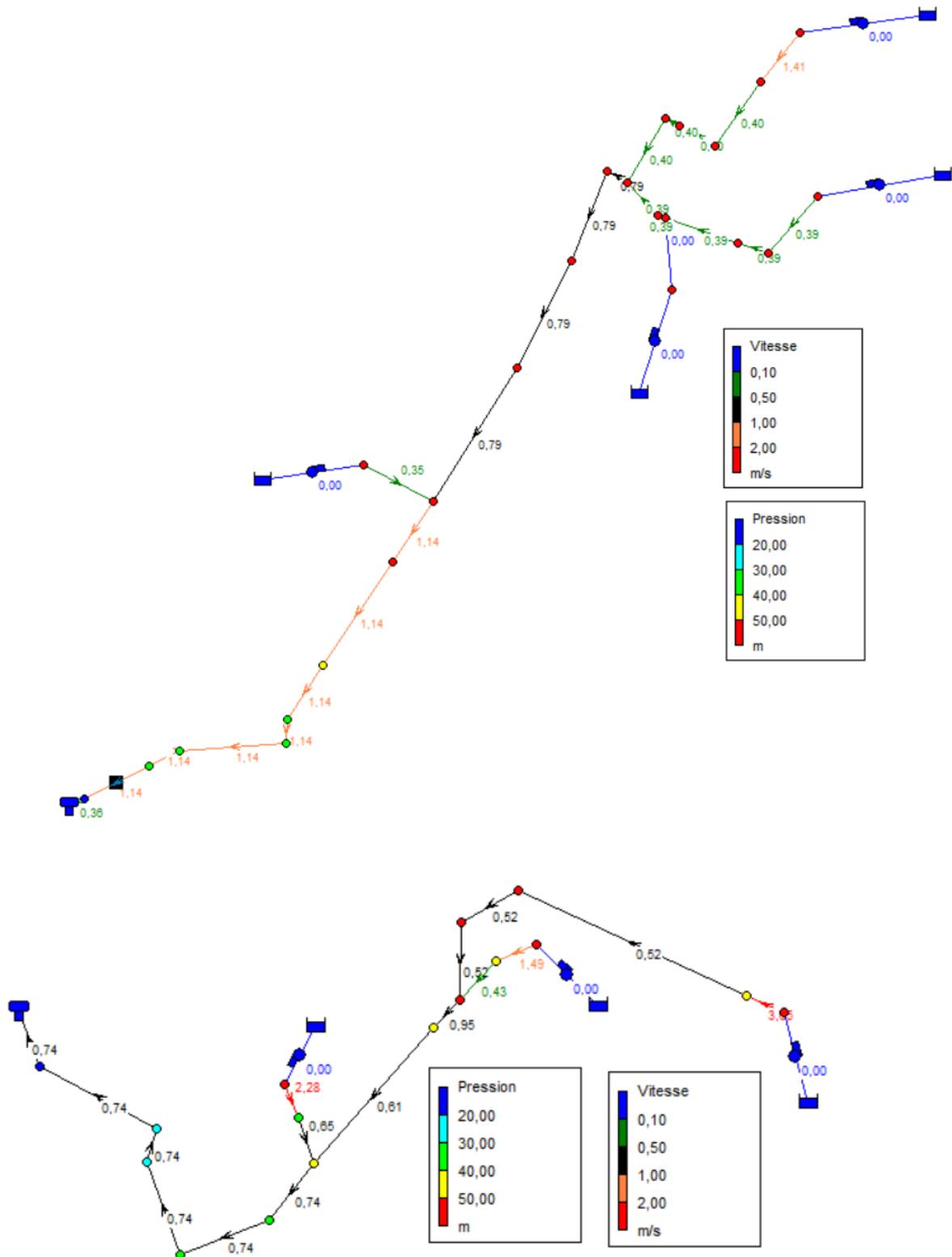


Figure 20: Local de la station de pompage



Figure 21: Vue de dessus de la bache

XI.3 ANNEXE 3: DIAGNOSTIC



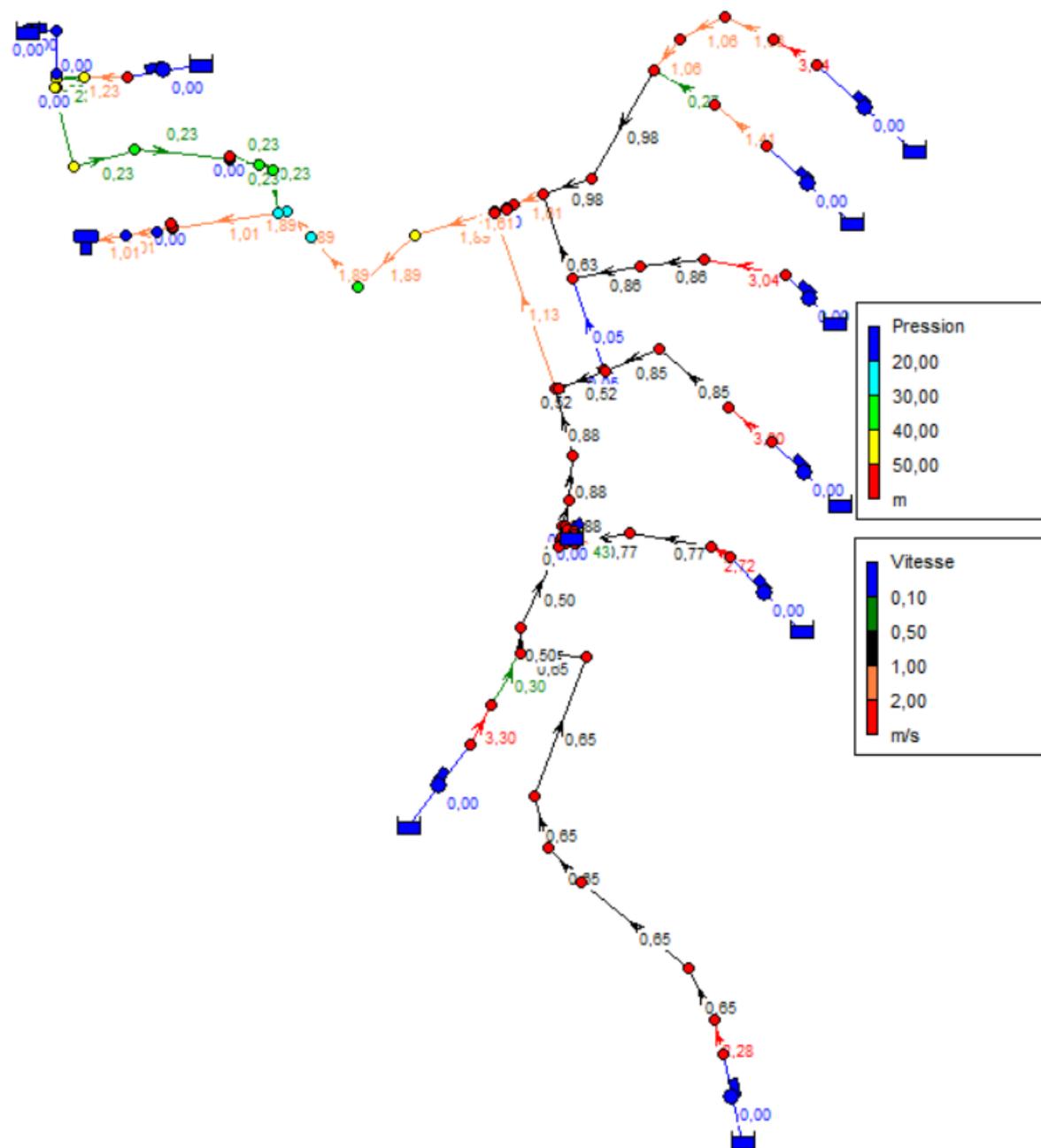


Figure 22: vérification des vitesses dans les conduites

Tableau 23 : Résultat de la qualité de l'eau réalisé par le Laboratoire National de Santé public

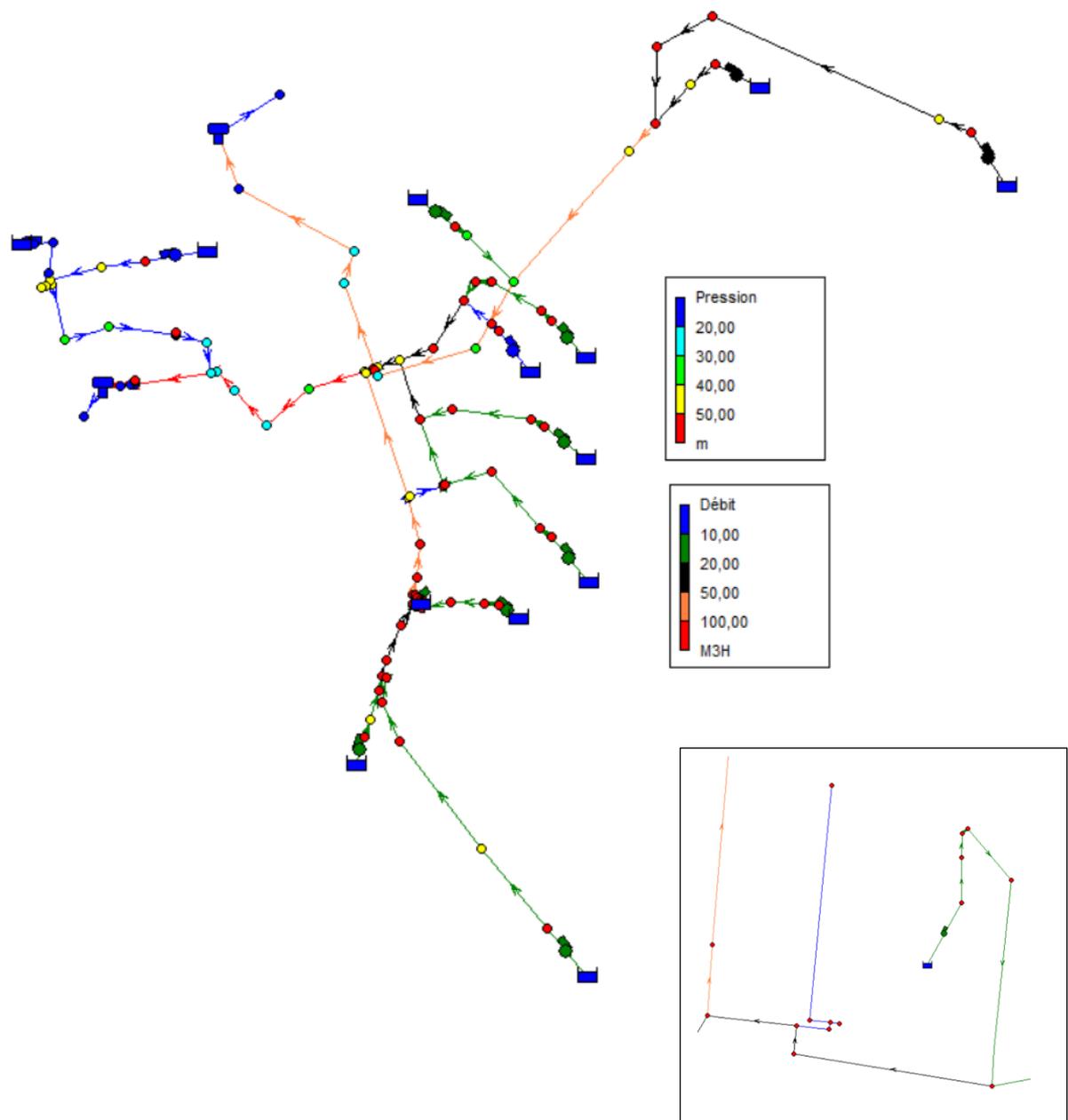
Valeurs mesurées par le Laboratoire National de Santé Publique			
Point de prélèvement	pH	Chlore libre (mg/l)	Turbidité (NTU)
BF22	6,9	0,6	0,98
BF28	6,8	0,5	0,68
BF14	6,4	0,1	0,62
BF5	6,4	0,6	0,56
BF16	6,3	0,05	0,30
BF01	6,4	0,05	0,31
BF39	6,8	0,05	0,19
BF34	6,4	0,05	0,14
Normes de qualité de l'OMS	6,5-8,5	≤ 5	≤ 5

Tableau 24 : Rapport mensuel d'analyse de la qualité de l'eau par l'ONEA

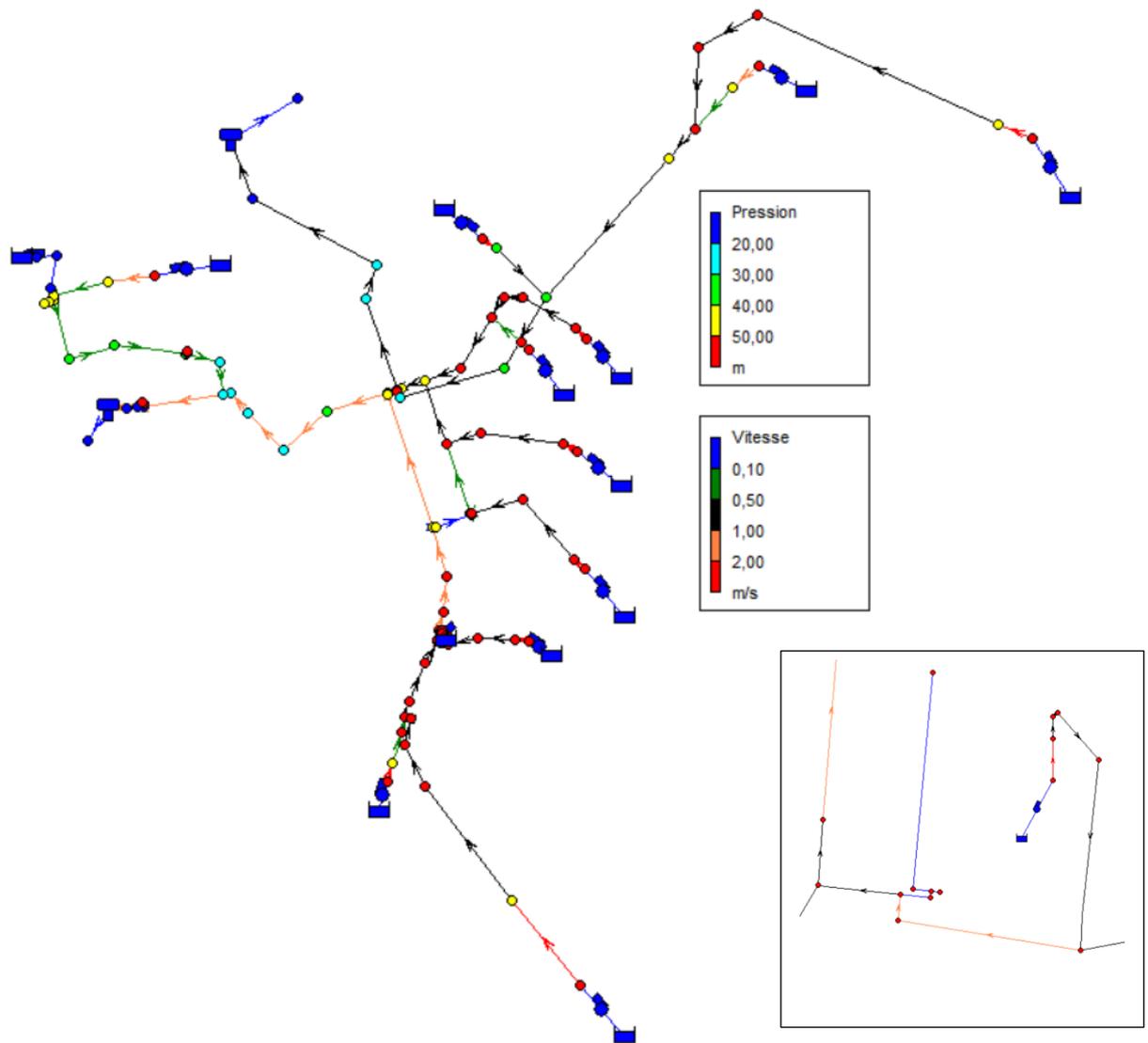
Paramètres	Rapport d'analyses de L'ONEA du mois de juin 2020														
	CHR			Gouvernorat			Château de 300 m ³			BF 51			Abattoir		
	Min	Moyenne	Max	Min	Moyenne	Max	Min	Moyenne	Max	Min	Moyenne	Max	Min	Moyenne	Max
PH	6,4	6,7	7	6,4	6,6	6,9	6,4	6,7	7,2	6,3	6,6	6,9	6,1	6,6	6,9
Chlore libre (mg/l)	0,5	0,55	0,6	0,5	0,63	0,8	0,5	0,62	0,8	0,2	0,56	1	0,4	0,57	0,8

XI.4 ANNEXE 4: RESTRUCTURATION

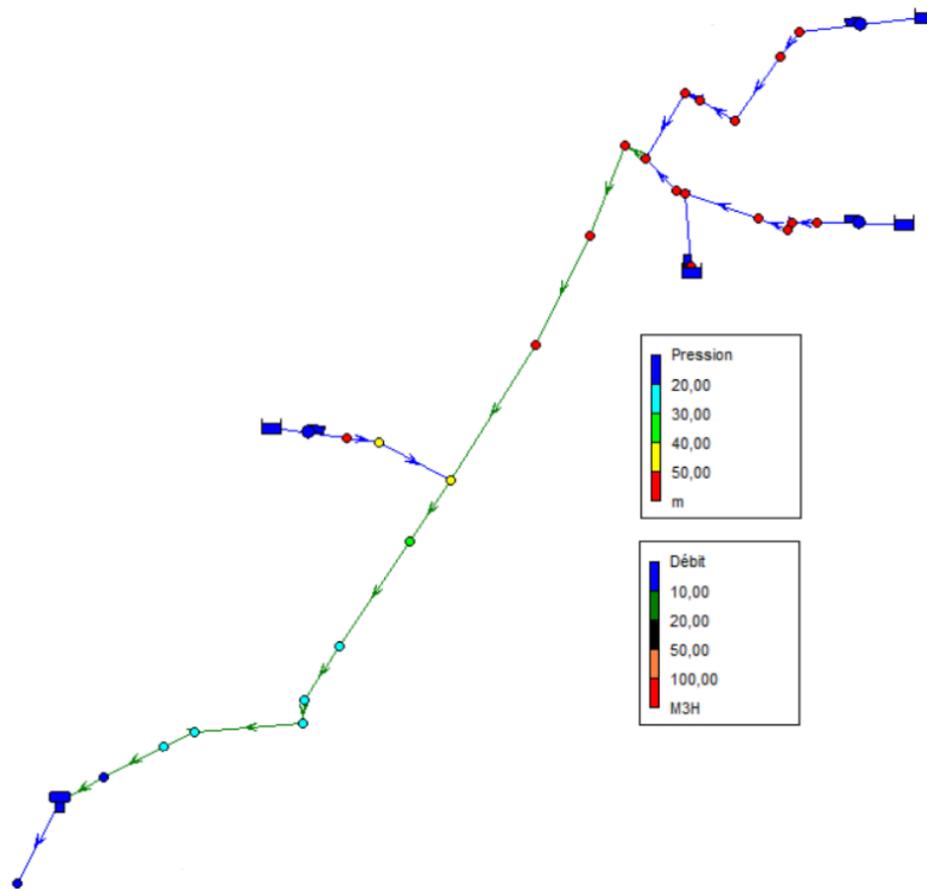
- Changement des diamètres des conduites



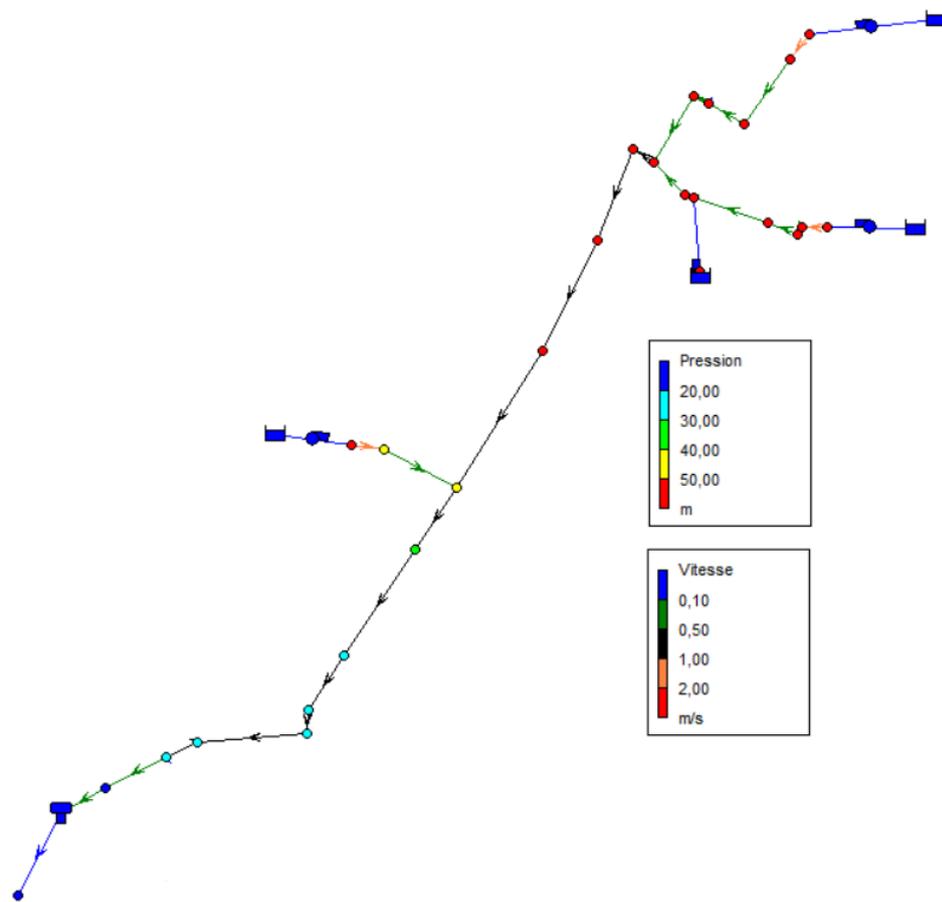
(a) Débits et pressions



(a) Vitesses et pressions



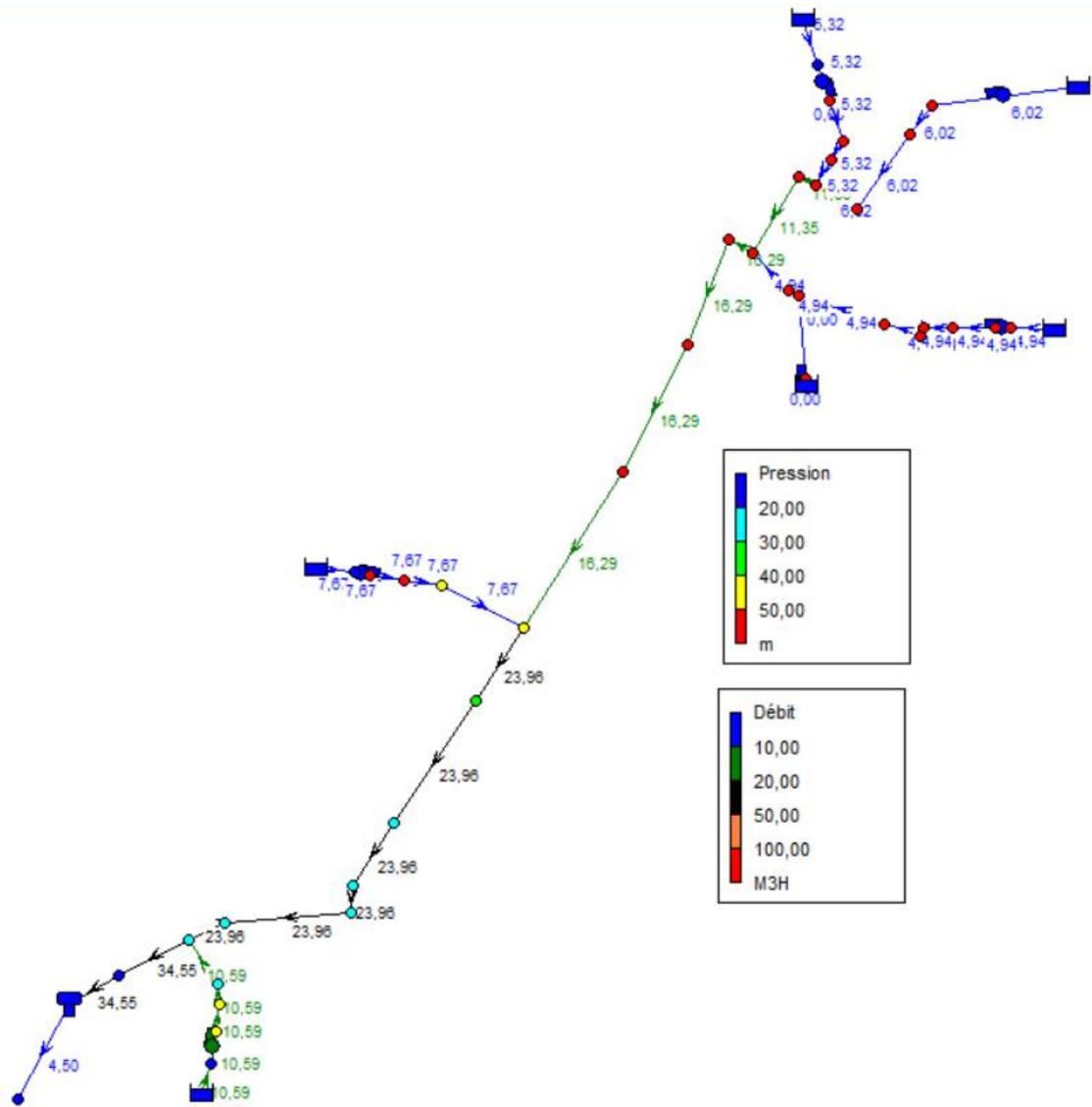
(b) Débits et pressions



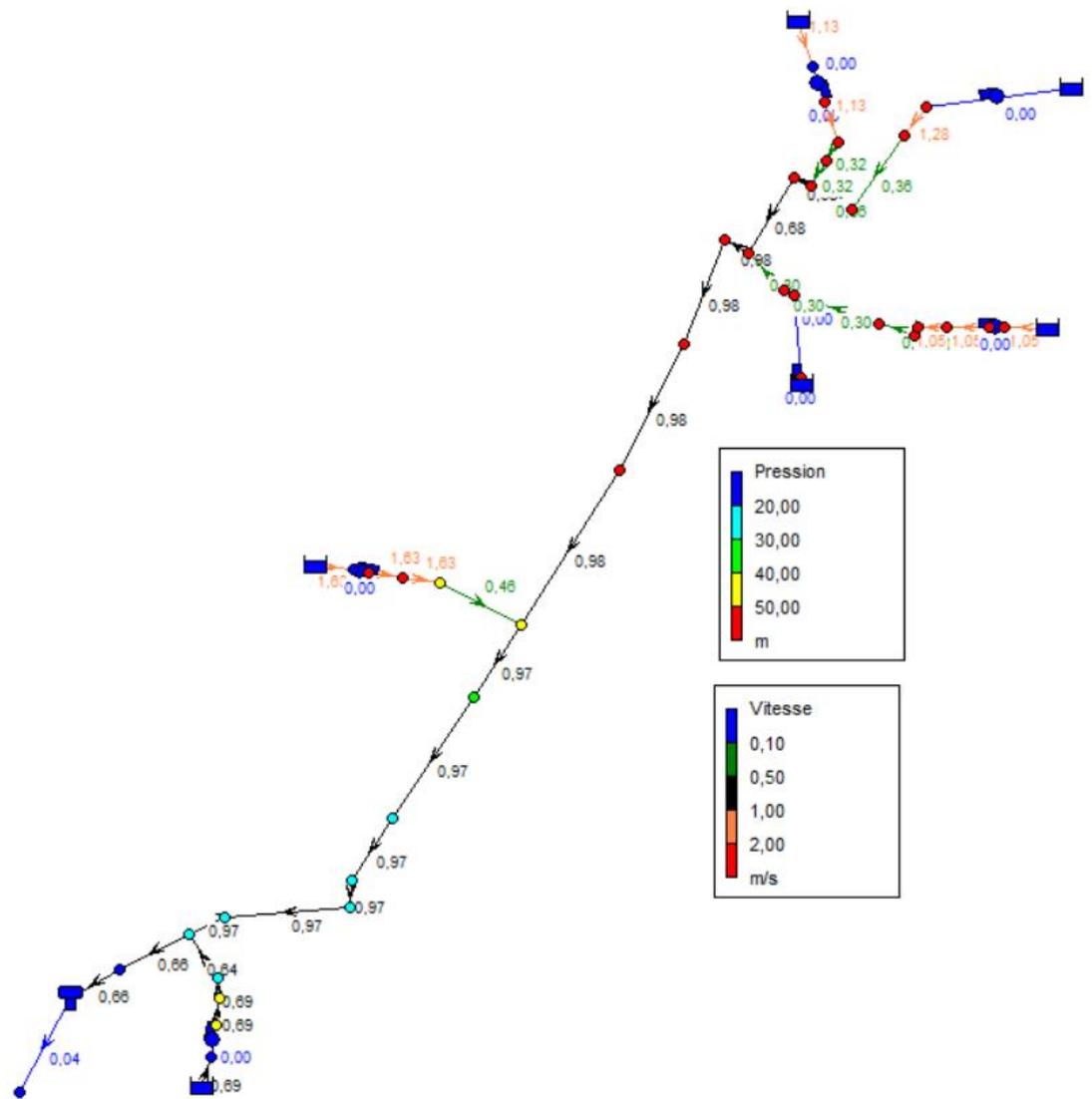
(c) Vitesses et pressions

Figure 23: Vérification des vitesses dans les conduites avec les nouveaux diamètres

- Raccordement des deux Forages F20 et F21



(a) Débits et pressions



(b) Vitesse et pressions

Figure 24: Simulation du raccordement des deux forages au réseau

	Année	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2028	2030	2035
	Population	45 865	47 608	49 417	51 295	53 245	55 268	59 548	64 160	77 312
	Taux de dessert (%)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Population desservie	45 865	47 608	49 417	51 295	53 245	55 268	59 548	64 160	77 312
Bornes Fontaines	taux de croissance des BF (%)	32%	31%	30%	29%	28%	28%	26%	24%	20%
	Population desservie par les BF	14 554	14 709	14 853	14 988	15 111	15 222	15 403	15 520	15 462
	Nombre de personnes par BF	285	300	300	300	300	300	300	300	300
	Nombre total de BF	51	49	50	50	50	51	51	52	52
	Cs [l/j/hbt]	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	Cons_totale des BF [m³/j]	364	368	371	375	378	381	385	388	387
Branchement privé	taux de croissance des BP (%)	68%	69%	70%	71%	72%	72%	74%	76%	80%
	Population desservie par les BP (abonnés actifs)	4 473	4 700	4 938	5 187	5 448	5 721	6 306	6 948	8 836
	Nombre de personnes par BP	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	Nombre total de BP (actifs)	31 311	32 900	34 564	36 307	38 133	40 046	44 145	48 639	61 850
	Consommation spécifique [l/j/hbt]	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	Cons totale des BP [m³/j]	1566	1645	1728	1815	1907	2002	2207	2432	3092
Besoins domestiques [m³/j]		1929	2013	2 100	2190	2284	2383	2592	2820	3479
Besoins non domestiques [m³/j]		309	403	420	438	457	477	518	564	696

Besoin moyen total [m ³ /j]	2238	2415	2 519	2628	2741	2859	3111	3384	4175
Rendement du réseau	84%	88%	90%	95%	97%	98%	98%	98%	98%
Besoin moyen journalier	2664	2745	2799	2766	2826	2918	3174	3453	4260
Pertes	426	329	280	138	85	58	63	69	85
Facteur saisonnier	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Besoins max par jour [m ³ /j]	3 197	3 294	3 359	3 320	3 391	3 501	3 809	4 144	5112
Volume à stocker	959	988	1 008	996	1017	1050	1143	1243	1534
Capacité de stockage	750	750	750	750	750	750	750	750	750
Volume supp à stocker	209	238	258	246	267	300	393	493	784
Production actuelle	2 466	2 466	2 466	2 466	2 466	2 466	2 466	2 466	2466
Déficit	731	828	893	854	925	1 035	1 343	1 678	2646

Tableau 25 : projection à l'horizon 2035 de la demande en eau

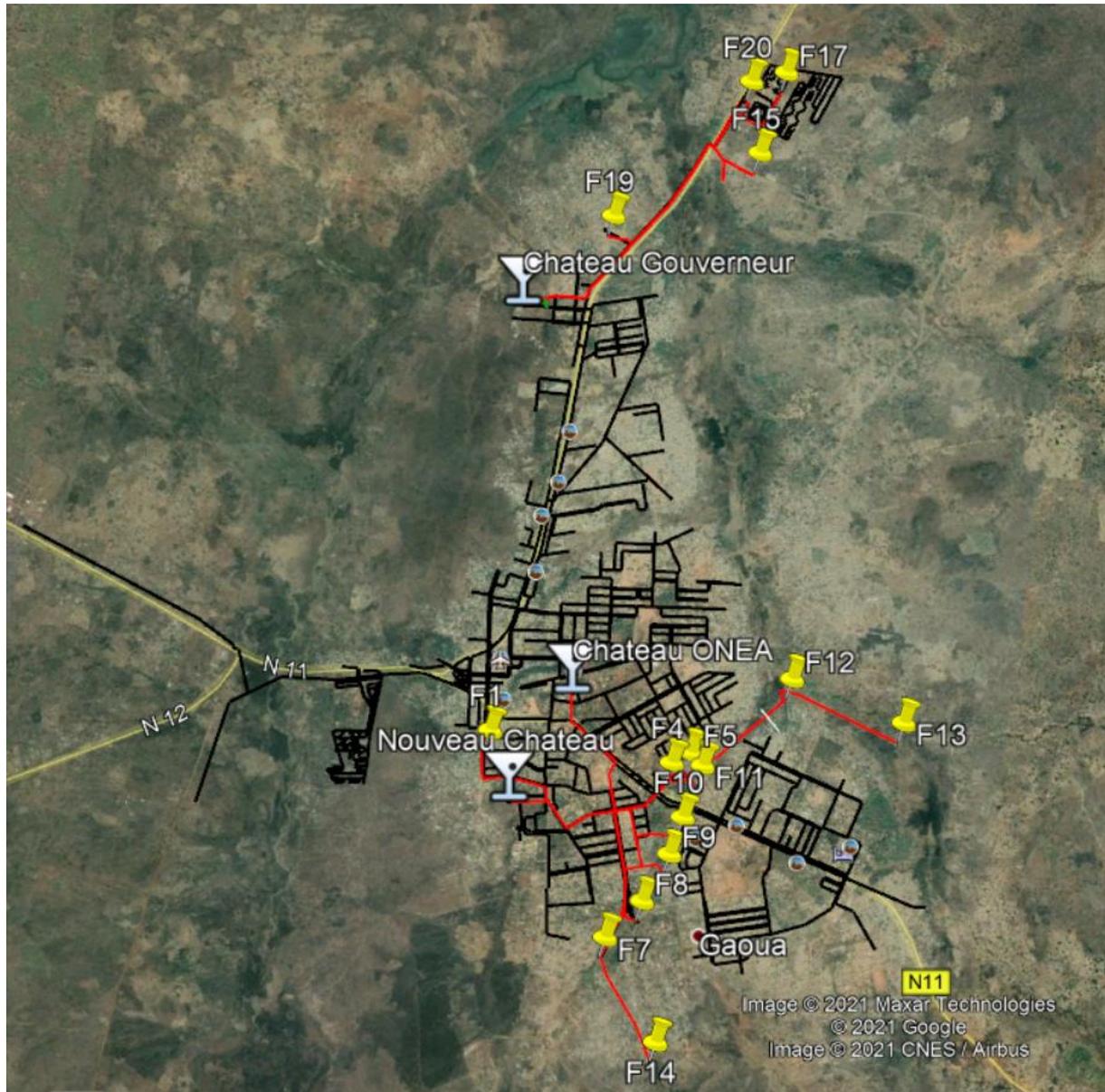


Figure 25: Vue satellitaire du réseau



Figure 26: Vue satellitaire

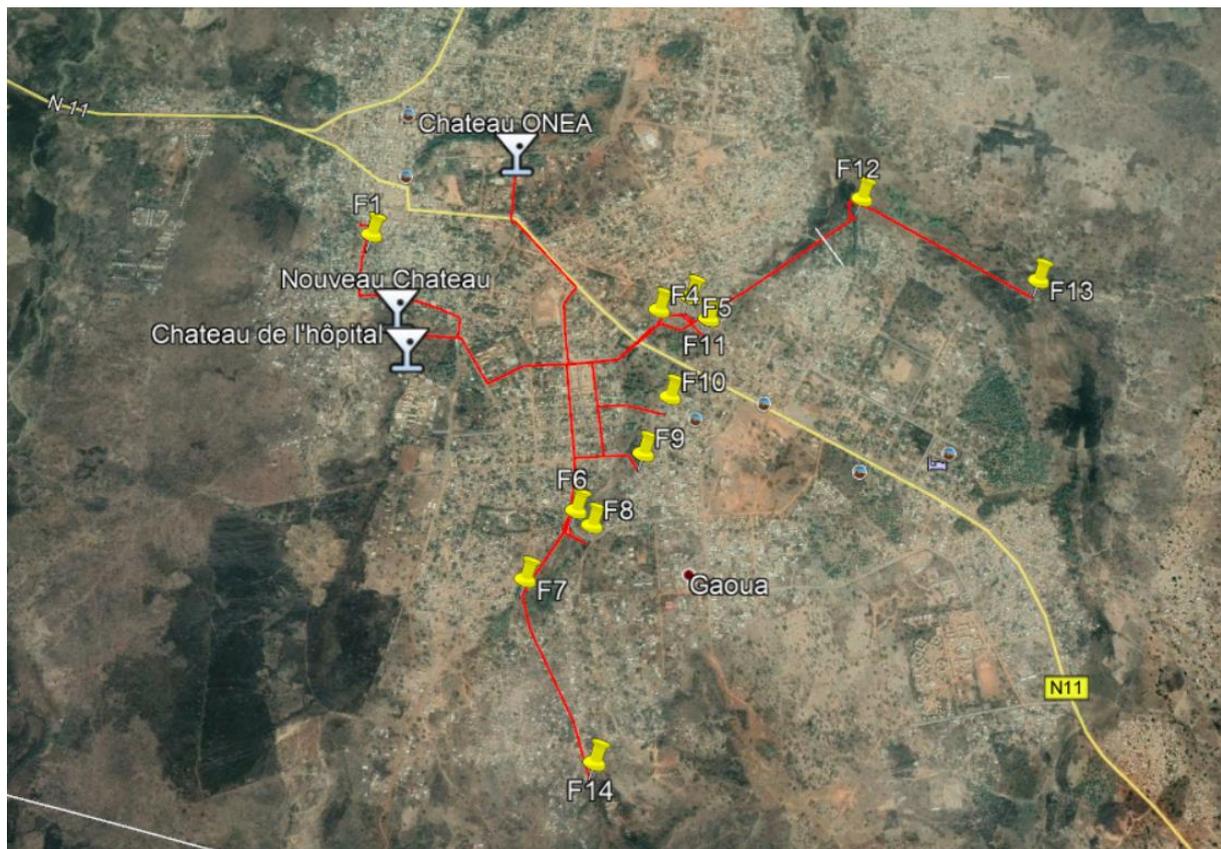
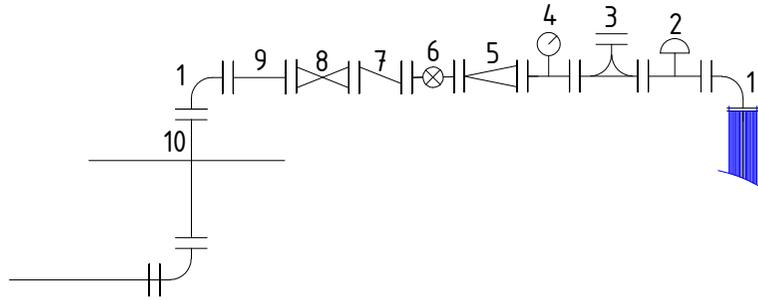


Figure 27: Image satellitaire

Pièces Hydrauliques du FORAGE F20 et F21



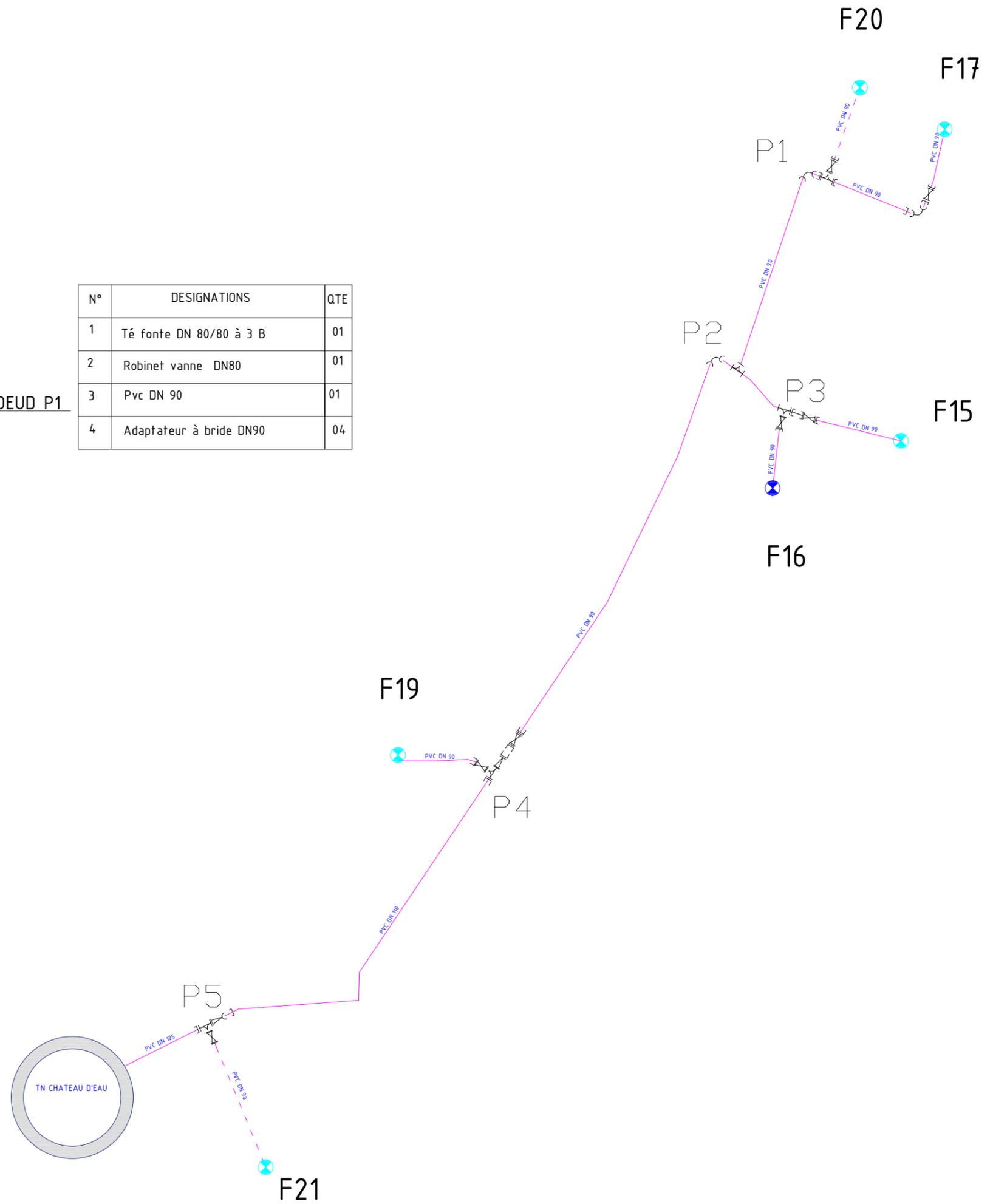
N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude dn 80	02
2	Ventouse (té sortie vers le haut 80/50)	01
3	Té robinet 80/50	01
4	Manomètre (Té 80/50)	01
5	Cone dn 80/50	01
6	Compteur dn 50	01
7	Clapet de non-retour à 2 brides	01
8	Robinet vanne dn 50	01
9	Manchette dn 80	01
10	Tuyau fonte dn 80	01

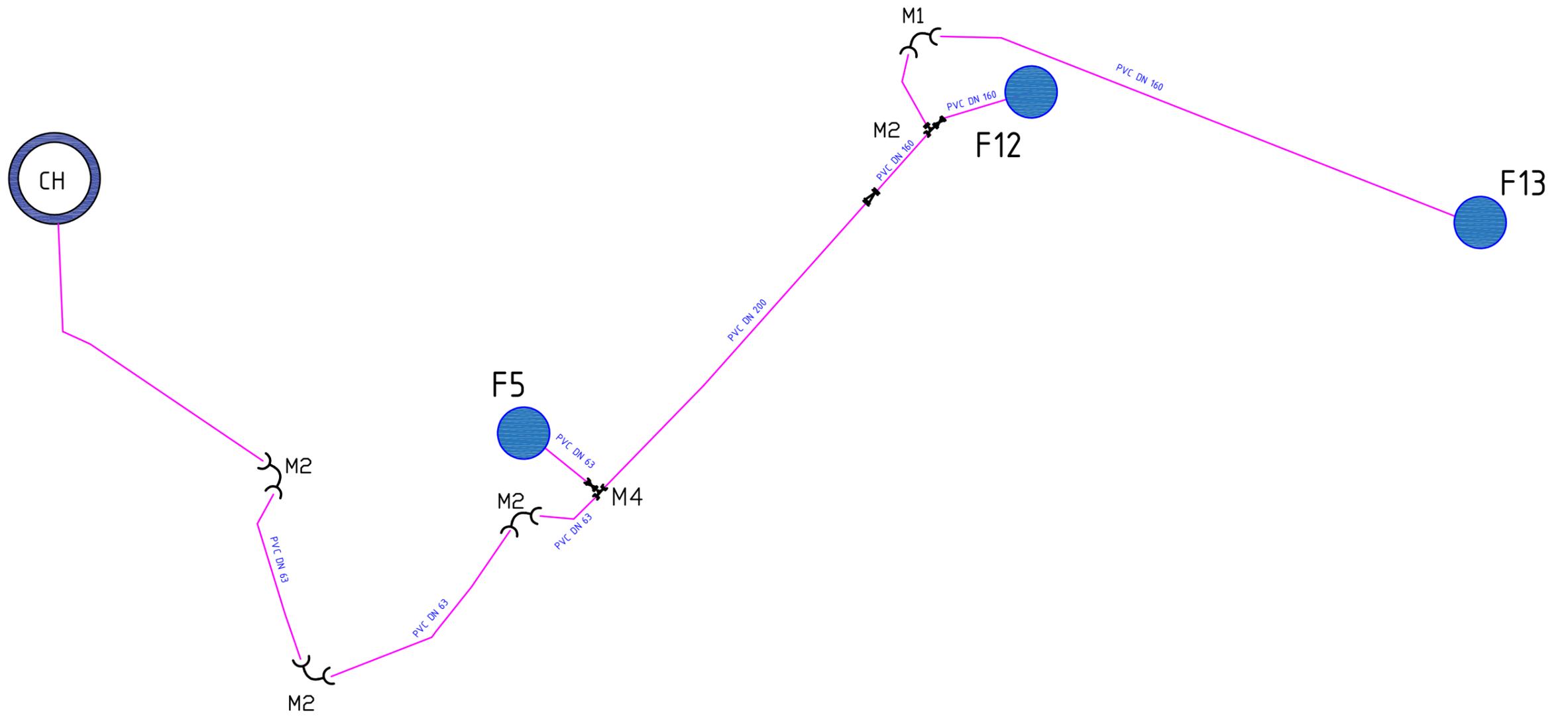
NOEUD P5

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Adaptateur à bride DN125	01
2	Té réduit fonte DN 100/80 à 3 B	01
3	Cone fonte 100/80 à 2B	01
4	Robinet vanne DN80	01
5	Adaptateur à bride DN90	02
6	Pvc DN 90	01
7	Pvc DN 125	01

NOEUD P1

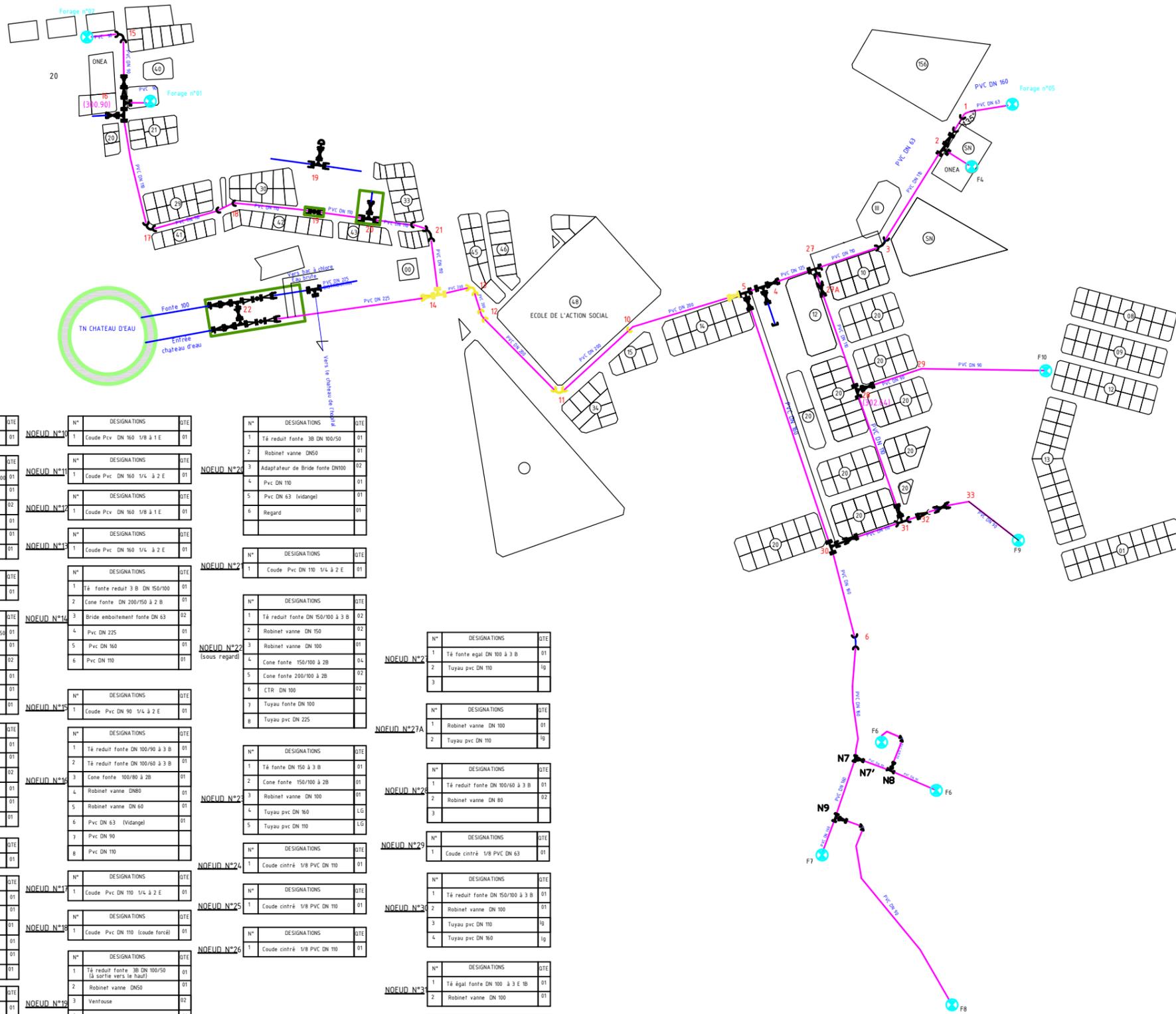
N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Té fonte DN 80/80 à 3 B	01
2	Robinet vanne DN80	01
3	Pvc DN 90	01
4	Adaptateur à bride DN90	04





NOEUD N°11

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude Pvc DN 160 1/4 à 2 E	01



N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude pvc 63 1/8	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Té fonte réduit 3 B DN 100/60/100	01
2	Cone fonte 100/63 à 2B	01
3	Bride emboitement fonte DN 63	02
4		01
5		01
6		01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude pvc 110 1/8	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Té fonte réduit 3 B DN 150/100/150	01
2	Cone fonte 150/100 à 2B	01
3	Robinet vanne DN100	02
4	Bouchon DN100	01
5	Pvc DN 110	01
6	Pvc DN 160	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Té égal fonte DN 150 à 3 B	01
2	Robinet vanne DN50	01
3	Pvc DN 110	02
4	Pvc DN 160	01
5		01
6		01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude Fonte DN 100 1/8 à 2 E	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Té égal fonte DN 150 à 3 B	01
2	Cone fonte 150/100 à 2B	01
3	Robinet vanne DN100	01
4	Robinet vanne DN50	01
5	Pvc DN 110	01
6	Pvc DN 160	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude Pvc DN 110 1/4 à 2 E	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Té réduit fonte DN 100/90 à 3 B	01
2	Té réduit fonte DN 100/60 à 3 B	01
3	Cone fonte 100/80 à 2B	01
4	Robinet vanne DN80	01
5	Robinet vanne DN 60	01
6	Pvc DN 63 (Vidangel)	01
7	Pvc DN 90	
8	Pvc DN 110	

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude Pvc DN 110 1/4 à 2 E	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude Pvc DN 110 (coude forcé)	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Té égal fonte DN 150 à 3 B	01
2	Cone fonte 150/100 à 2B	01
3	Robinet vanne DN100	01
4	Robinet vanne DN50	01
5	Pvc DN 110	01
6	Pvc DN 160	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude Pvc DN 110 (coude forcé)	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Té réduit fonte 3B DN 100/50 (à sortie vers le haut)	01
2	Robinet vanne DN50	01
3	Ventouse	02
4	Pvc DN 110	01
5	Pvc DN 160	01
6	Adaptateur de Bride fonte DN100	01
	Regard	

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude Fonte DN 150 1/8 à 2 E	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude Pvc DN 160 1/8 à 1 E	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude Pvc DN 160 1/4 à 2 E	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude Pvc DN 160 1/8 à 1 E	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude Pvc DN 160 1/4 à 2 E	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Té fonte réduit 3 B DN 150/100	01
2	Cone fonte DN 200/150 à 2 B	01
3	Bride emboitement fonte DN 63	02
4	Pvc DN 225	01
5	Pvc DN 160	01
6	Pvc DN 110	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude Pvc DN 90 1/4 à 2 E	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Té réduit fonte DN 100/90 à 3 B	01
2	Té réduit fonte DN 100/60 à 3 B	01
3	Cone fonte 100/80 à 2B	01
4	Robinet vanne DN80	01
5	Robinet vanne DN 60	01
6	Pvc DN 63 (Vidangel)	01
7	Pvc DN 90	
8	Pvc DN 110	

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude Pvc DN 110 1/4 à 2 E	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Té réduit fonte DN 100/90 à 3 B	01
2	Té réduit fonte DN 100/60 à 3 B	01
3	Cone fonte 100/80 à 2B	01
4	Robinet vanne DN80	01
5	Robinet vanne DN 60	01
6	Pvc DN 63 (Vidangel)	01
7	Pvc DN 90	
8	Pvc DN 110	

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude Pvc DN 110 (coude forcé)	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude Pvc DN 110 1/4 à 2 E	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Té réduit fonte 3B DN 100/50 (à sortie vers le haut)	01
2	Robinet vanne DN50	01
3	Ventouse	02
4	Pvc DN 110	01
5	Pvc DN 160	01
6	Adaptateur de Bride fonte DN100	01
	Regard	

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude Pvc DN 110 1/4 à 2 E	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Té réduit fonte 3B DN 100/50 (à sortie vers le haut)	01
2	Robinet vanne DN50	01
3	Ventouse	02
4	Pvc DN 110	01
5	Pvc DN 160	01
6	Adaptateur de Bride fonte DN100	01
	Regard	

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude Pvc DN 110 1/4 à 2 E	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Té réduit fonte 3B DN 100/50	01
2	Robinet vanne DN50	01
3	Adaptateur de Bride fonte DN100	02
4	Pvc DN 110	01
5	Pvc DN 63 (vidangel)	01
6	Regard	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude Pvc DN 110 1/4 à 2 E	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude Pvc DN 110 1/4 à 2 E	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude Pvc DN 110 1/4 à 2 E	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Té réduit fonte DN 150/100 à 3 B	02
2	Robinet vanne DN 150	02
3	Robinet vanne DN 100	01
4	Cone fonte 150/100 à 2B	04
5	Cone fonte 200/100 à 2B	02
6	CTR DN 100	02
7	Tuyau fonte DN 100	
8	Tuyau pvc DN 225	

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Té fonte DN 150 à 3 B	01
2	Cone fonte 150/100 à 2B	01
3	Robinet vanne DN 100	01
4	Tuyau pvc DN 160	1G
5	Tuyau pvc DN 110	1G

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude cintré 1/8 PVC DN 110	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Té fonte DN 150 à 3 B	01
2	Cone fonte 150/100 à 2B	01
3	Robinet vanne DN 100	01
4	Tuyau pvc DN 160	1G
5	Tuyau pvc DN 110	1G

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude cintré 1/8 PVC DN 110	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude cintré 1/8 PVC DN 110	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude cintré 1/8 PVC DN 110	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude cintré 1/8 PVC DN 110	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude cintré 1/8 PVC DN 110	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Té égal fonte DN 100 à 3 E 1B	01
2	Robinet vanne DN 100	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Té égal fonte DN 100 à 3 E 1B	01
2	Robinet vanne DN 100	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Reduction PVC DN 110/90 1B et 1E	01
	Robinet vanne à bride DN 80	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude cintré 1/8 PVC DN 90	
2		

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Té fonte égal DN 100 à 3 B	01
2	Tuyau pvc DN 110	19
3		

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Robinet vanne DN 100	01
2	Tuyau pvc DN 110	19

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Robinet vanne DN 100	01
2	Tuyau pvc DN 110	19

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Té réduit fonte DN 150/100 à 3 B	01
2	Robinet vanne DN 80	02
3	Robinet vanne DN 80	01
4	Tuyau pvc DN 110	1G
5	Tuyau pvc DN 160	1G

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude cintré 1/8 PVC DN 110	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Té égal fonte DN 100 à 3 E 1B	01
2	Robinet vanne DN 100	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Té égal fonte DN 100 à 3 E 1B	01
2	Robinet vanne DN 100	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Reduction PVC DN 110/90 1B et 1E	01
	Robinet vanne à bride DN 80	01

N°	DESIGNATIONS	QTE
1	Coude cintré 1/8 PVC DN 90	
2		

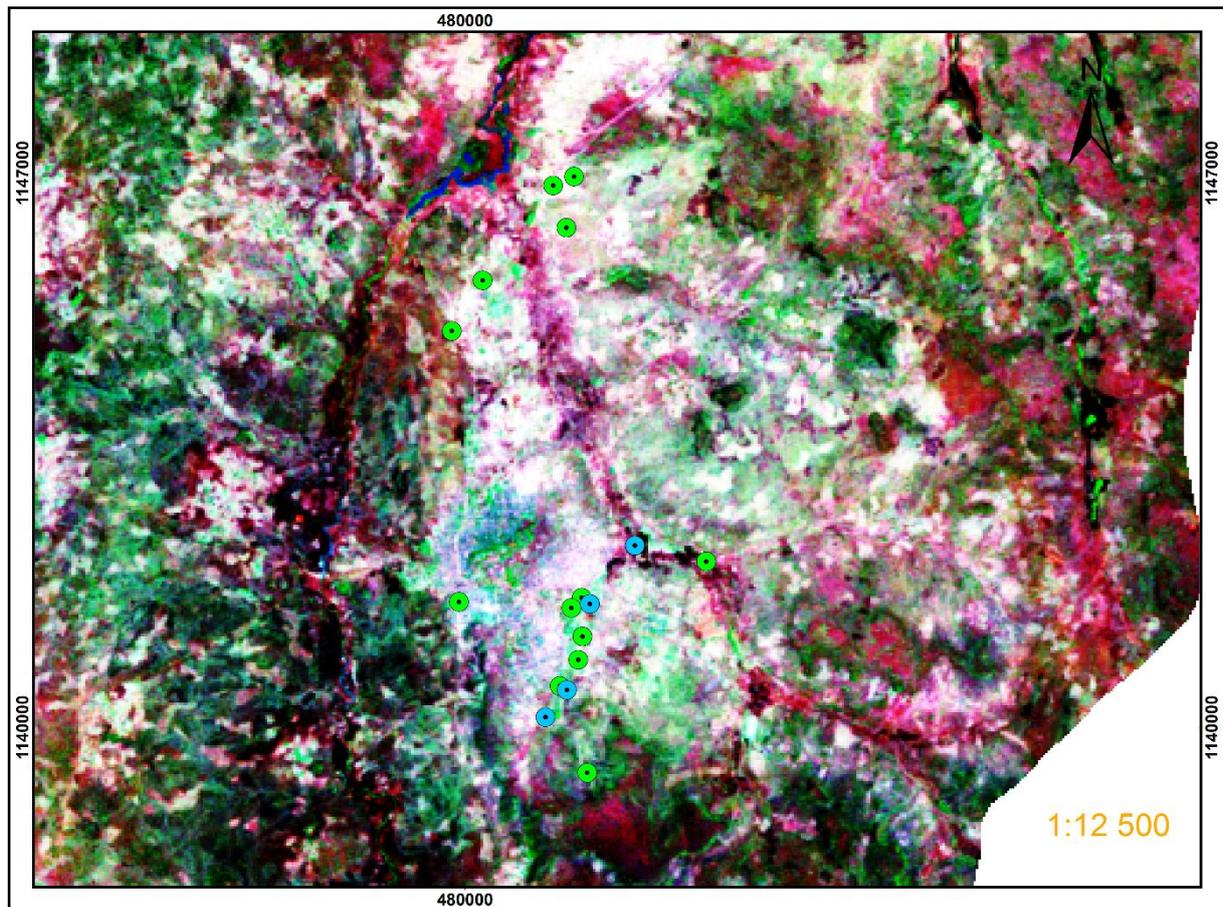


Figure 30 : Composition colorée

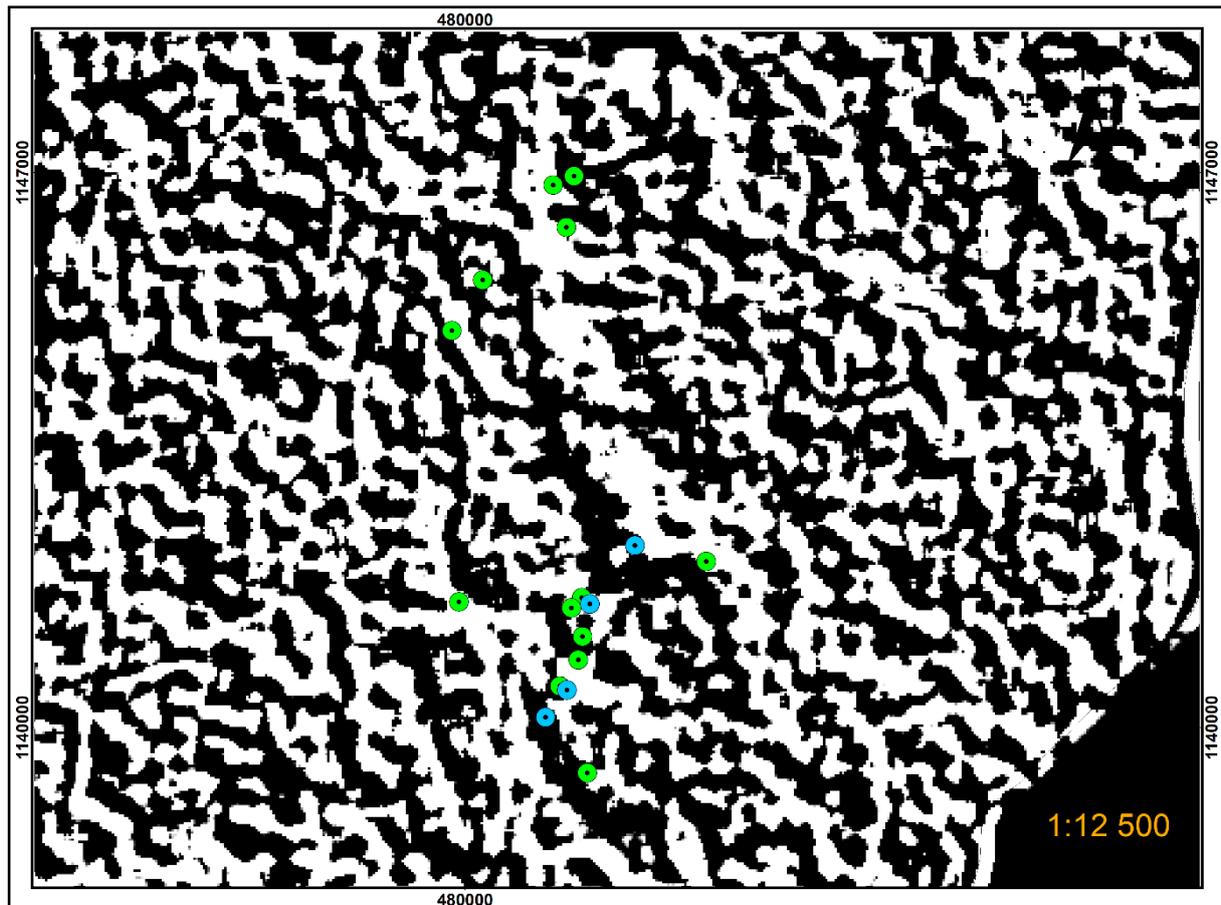


Figure 31 : Filtre nord 135°

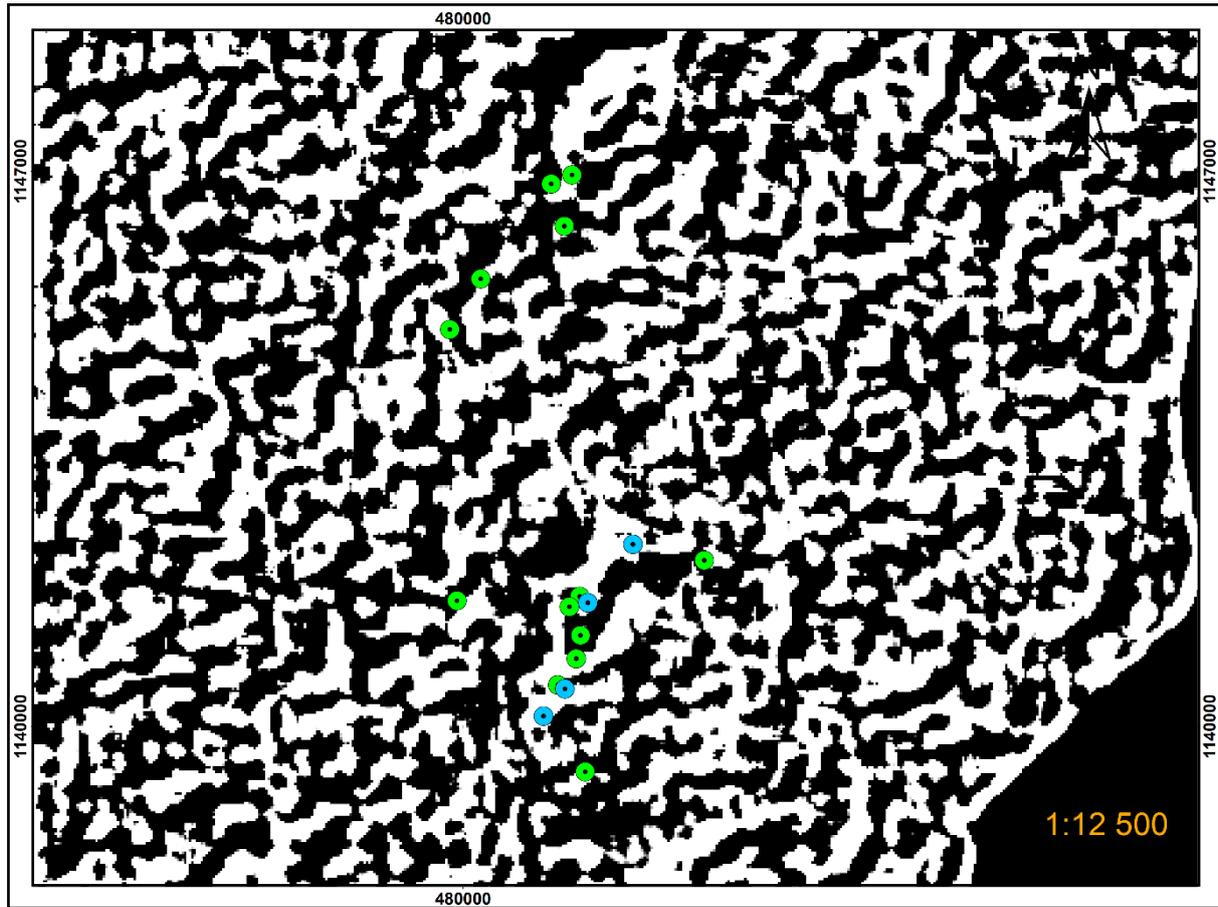


Figure 32 : Filtre nord 45°

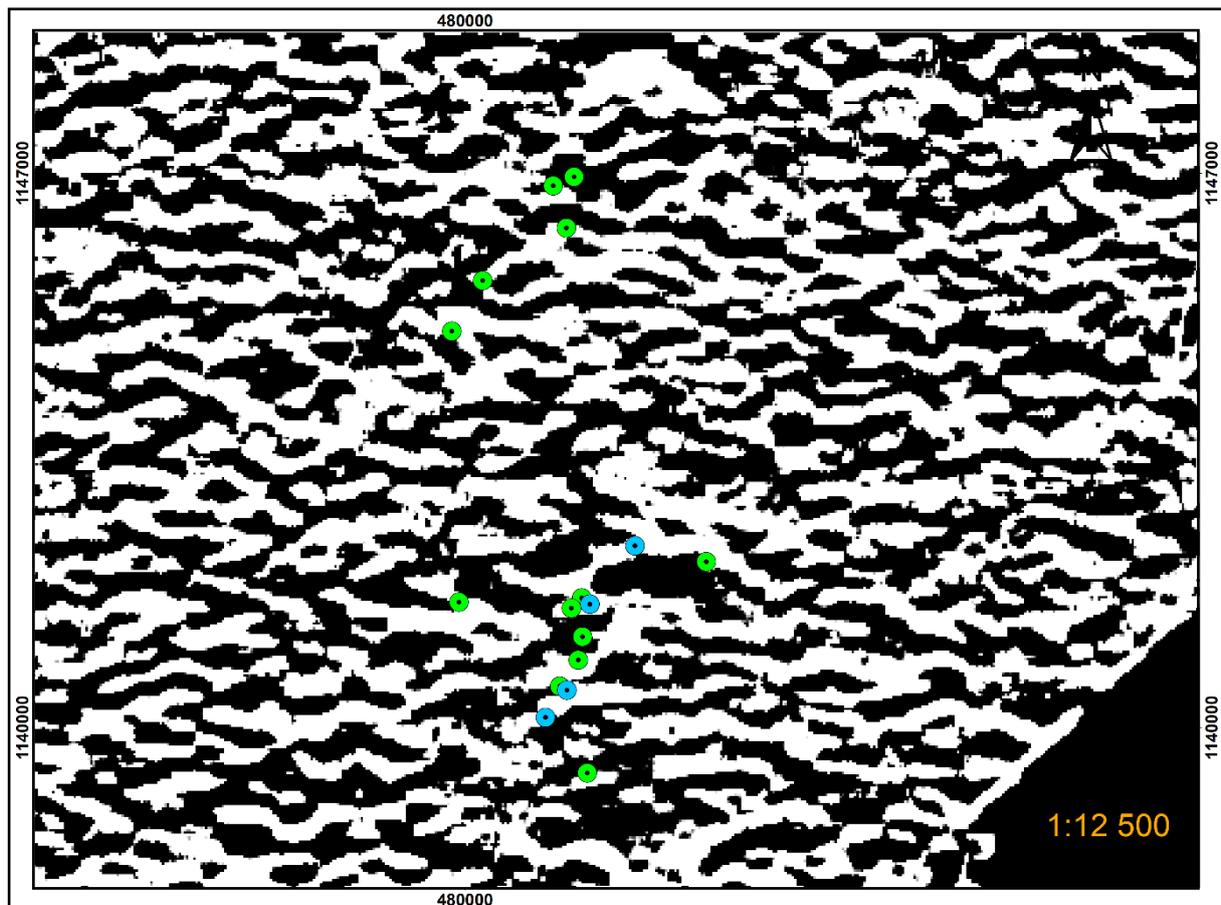


Figure33 : Filtre nord 90

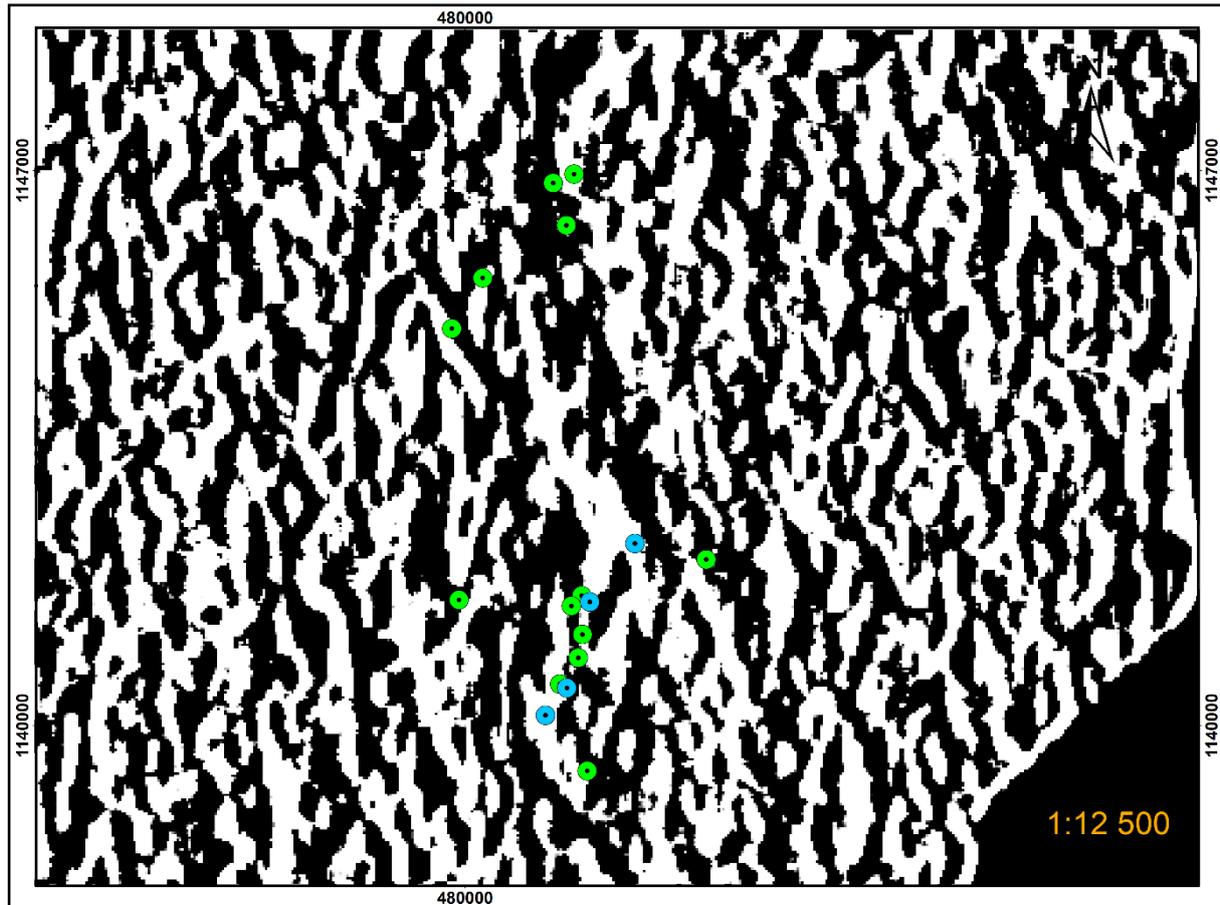


Figure 34 : Filtre nord 0°

XI.5 ANNEXE 5: PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL

Tableau 26 : Plan de gestion environnemental et social

Activités sources d'impacts		Construction			Exploitation		
		Effets négatifs	Effets positifs	Effet nul	Effets négatifs	Effets positifs	Effet nul
Création d'un camp vie + équipements de forages	Aménagement et Terrassement						
	Réalisation des structures						
	Finition						
	Equipement						
	Occupation des bâtiments						
Piste d'accès à aux forages et fouille pour canalisation	Travaux préparatoire	Installation du chantier					
		Abattage d'arbres					
	Aménagement et Terrassement	Déblais					
		Remblais					
	Ouvrages annexes (regard de tête de forage...)						
	Signalisation						
	Mise en circulation						