



**ETUDES TECHNIQUES POUR L'ALIMENTATION EN  
EAU POTABLE DES VILLAGES DE DIOB, NDOFFANE ET  
MBEDAP ET LE QUARTIER NGOL DANS LA COMMUNE  
DE FISSEL - SENEGAL**

**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU  
MASTER D'INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT  
OPTION : EAU ET ASSAINISSEMENT**

---

Présenté et soutenu publiquement le 24 octobre 2016 par :

**Saliou SECK**

**Travaux dirigés par :**

- **Monsieur Moussa FAYE**, Enseignant à 2iE
- **Monsieur Joseph Alphonse Sathiébo NDIAYE**, Ingénieur du Génie Rural,  
Directeur pays Eau Vive Sénégal

Jury d'évaluation du mémoire :

Président : Dr Yacouba KONATE

Membres et correcteurs : M. Bega OUEDRAOGO

M. Moussa FAYE

**Promotion [2015/2016]**



## **DEDICACE**

*Je dédie ce mémoire de fin d'études à mes parents et à toute ma famille.*

## **REMERCIEMENTS**

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont soutenu tout au long de mon mémoire de fin d'études.

Je remercie tout le personnel de l'ONG Eau Vive de m'avoir accueilli au sein de cette structure et également de m'avoir permis de réaliser ce mémoire.

Je remercie en particulier :

- ✚ Monsieur **Joseph Alphonse S. NDIAYE**, Directeur pays Eau Vive Sénégal, mon maître de stage, qui malgré son temps chargé, m'a encadré tout au long de cette étude. Un grand merci pour ses conseils précieux, son soutien indéfectible, sa modestie appréciée par tous et pour la peine qu'il s'est donné tout au long de ce travail afin de faire de ce document ce qu'il représente ;
- ✚ Monsieur **Moussa FAYE**, Enseignant à la fondation 2iE, pour l'encadrement dont j'ai bénéficié, pour l'attention, la disponibilité dont il a fait preuve, ainsi que le suivi pendant la période de stage ;
- ✚ Monsieur **Farba DIOUF**, Assistant technique à Eau Vive et tout le personnel d'Eau Vive pour leur appui généreux et leur collaboration ;
- ✚ Monsieur **Fallou NDAO**, Directeur de la SEOH et son équipe, pour leur collaboration et pour leur soutien permanent ;
- ✚ Monsieur **Mohamed Talla CISSE**, Professeur à Université de Thiès, pour ses conseils, son enseignement et pour son soutien multiforme ;
- ✚ Tout le personnel enseignant de la fondation 2iE, pour la qualité de la formation reçue au cours de ces années;
- ✚ L'**UEMOA**, pour m'avoir permis par son programme de bourses, de pouvoir intégrer 2iE;
- ✚ Tous mes amis et frères sénégalais au Burkina Faso et de l'association AESB, pour leur soutien moral ;
- ✚ Tous mes camarades de Master Eau et Assainissement de la promotion 2015-2016 de 2iE ;
- ✚ Le Président du jury et tous les membres du jury, d'avoir accepté de participer à l'évaluation de ce travail.

Que Dieu, le tout puissant, le Miséricorde vous laisse le plus longtemps à nos côtés afin que nous vous témoignions toujours notre reconnaissance.

## **RESUME**

L'eau, en tant que ressource indispensable à la vie, reste inaccessible pour une portion non négligeable de la population du Sénégal en général et celle du milieu rural en particulier. La commune de Fissel où se situe la zone d'étude possède un potentiel économique important mais l'accès à l'eau potable en qualité suffisante constitue un grand handicap dans la vie socio-économique des habitants. La présente étude qui s'intitule "***Etudes techniques pour l'alimentation en eau potable des villages de Diob, Ndoffane et Mbédap et le quartier Ngol dans la commune de Fissel au Sénégal***" entre dans le cadre de l'optimisation de l'approvisionnement en eau potable de Fissel, par extension du réseau Notto Diosmone Palmarin (NDP) qui alimente une partie de la population de Fissel. En effet, l'étude donne en détails les besoins en eau de chaque localité concernée, les dimensions des réseaux à l'horizon 2036, les résultats d'une simulation des réseaux sur Epanet et des plans d'exécutions avec les différentes pièces. Au terme de cette étude, il a été prévu un réseau d'extension du NDP à partir de Mbampana vers Diob en passant à Ngol et un réseau d'extension du NDP à partir de Fissel Sérère vers Ndoffane et Mbédap. Les réseaux feront au total 13 250 ml de canalisation en PVC, permettant d'alimenter en eau potable environ 2 625 personnes en 2016 à travers 14 bornes fontaines mais aussi 2 branchements communautaires pour desservir 444 élèves. Le coût global du projet est estimé à **79 756 646 F CFA TTC**.

### Mots Clés:

---

- 1 - Adduction d'eau potable
- 2 - Simulation hydraulique
- 3 - Hydraulique villageoise
- 4 - Fissel (Sénégal)
- 5 - Réseau Notto Diosmone Palmarin

## **ABSTRACT**

Water, as a resource essential to life, remains inaccessible to a significant portion of the population of Senegal in general and the rural area in particular. Fissel commune where the study zone is located has significant economic potential but the access to drinkable water in sufficient quantity is a major handicap to the social-economic life of the population. This study, entitled “*Technical Studies for Drinkable Water Supply for Diob, Ndoffane, and Mbédap villages as well as the district of Ngol, in the communal area of Fissel in Senegal*” is part of the optimization of the drinkable water Fissel, by extending the Notto Diosmone Palmarin (NDP) network which supplies a part of the population of Fissel. Indeed, the study gives in detail the water needs of each locality, the sizing of the networks in 2036 horizon, the results of a simulation of networks with Epanet and the executions plans with different machines. At the end of this study, an expansion of the NDP network has been planned from Mbampana to Ngol and Diob, and a network expansion of the NDP from Fissel Serere to Ndoffane and Mbédap. The networks will make a total of 13 250 meter of PVC pipe, for supplying drinkable water to about 2 625 people in 2016 through 14 standpipes but also 2 community connections to serve 444 students. The overall project cost is estimated **79,756, 646 F CFA all taxes included**.

Key words:

---

- 1 - Supply water potable
- 2 - Hydraulic simulation
- 3 - Villager hydraulic
- 4 - Fissel (Senegal)
- 5 - Notto Diosmone Palmarin network

## **LISTE DES ABREVIATIONS ET SIGLES**

<b>2iE :</b>	Institut International Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
<b>AEP :</b>	Adduction d'Eau Potable
<b>AG :</b>	Acier Galvanisé
<b>ANSD :</b>	Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie
<b>BF :</b>	Borne-fontaine
<b>BC :</b>	Branchement Communautaire
<b>CILSS :</b>	Comité Inter-états de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel
<b>CUG :</b>	Consommation Unitaire et Globale
<b>DN :</b>	Diamètre Nominal
<b>GEAUR :</b>	Générale des Eaux et de l'Assainissement Urbain et Rural
<b>GREEN :</b>	Groupe de Recherche et d'Etudes Environnementales
<b>IRE :</b>	Inspection Régionale de l'Elevage
<b>mCE :</b>	Mètre de Colonnes d'Eau
<b>NDP :</b>	Notto-Diosmone-Palmarin
<b>OFOR :</b>	Office des Forages Ruraux
<b>OMS :</b>	Organisation Mondiale de la Santé
<b>ONG :</b>	Organisation Non Gouvernementale
<b>OMD :</b>	Objectifs du Millénaire pour le Développement
<b>PEPAM :</b>	Programme d'Eau Potable et d'Assainissement du Millénaire
<b>PN :</b>	Pression Nominale
<b>PVC :</b>	Polychlorure de vinyle
<b>RGPH :</b>	Recensement Général de la Population et de l'Habitat
<b>SEOH :</b>	Société d'Exploitation d'Ouvrages Hydrauliques
<b>SONES :</b>	Société Nationale des Eaux du Sénégal
<b>UB :</b>	Unité de Bétail

## SOMMAIRE

DEDICACE.....	i
REMERCIEMENTS .....	ii
RESUME.....	iii
ABSTRACT .....	iv
LISTE DES ABREVIATIONS ET SIGLES .....	v
SOMMAIRE .....	1
LISTE DES TABLEAUX.....	4
LISTE DES FIGURES.....	5
I. INTRODUCTION.....	6
II. PRESENTATION DES COMPOSANTES DE L'ETUDE .....	8
a. Présentation de Eau Vive .....	8
b. Problématique de l'étude.....	8
c. Objectif de l'étude.....	9
d. Méthodologie de conduite de l'étude .....	9
i. <i>Revue documentaire</i> .....	9
ii. <i>Travaux de terrain (visite de site, levés topographiques, entretien avec les autorités locales, populations, etc.)</i> .....	9
iii. <i>Traitement des données et dimensionnement</i> .....	10
e. Cadre institutionnel .....	10
III. CARACTÉRISATION DE LA ZONE DU PROJET .....	11
a. Localisation de la commune du projet .....	11
b. Données socio-démographiques et socio-économiques .....	12
i. <i>Démographie</i> .....	12
ii. <i>Agriculture</i> .....	13
iii. <i>Elevage</i> .....	13
iv. <i>Commerce</i> .....	14
v. <i>Infrastructures</i> .....	15
c. Données climatiques .....	15
d. Données hydrogéologiques .....	15
e. Sols et Végétation.....	16

f.	Relief et hydrographie .....	17
g.	Situation de la desserte en eau.....	17
IV.	ETUDES TECHNIQUES .....	20
a.	Topographie .....	20
b.	Etablissements des tracés en plan et des profils en long .....	20
i.	<i>Tracés en plan</i> .....	20
ii.	<i>Profils en long</i> .....	21
c.	Estimation de la population et du cheptel à l'horizon du projet.....	22
i.	<i>Estimation de la population</i> .....	22
ii.	<i>Estimation du cheptel</i> .....	23
d.	Calcul des besoins en eau et de la demande journalière de pointe.....	24
i.	<i>Estimation des besoins en eau de la population et du cheptel à l'horizon du projet</i> 24	
ii.	<i>Détermination du coefficient de pointe saisonnière (Cps)</i> .....	26
iii.	<i>Détermination du coefficient de pointe journalière (Cpj)</i> .....	26
iv.	<i>Détermination du coefficient de pointe horaire (Cph)</i> .....	26
v.	<i>Détermination du rendement du réseau (<math>\eta_r</math>)</i> .....	27
vi.	<i>Calcul des débits de dimensionnement (<math>Q_{dim}</math>)</i> .....	27
e.	Dimensionnement des réseaux d'extension .....	28
i.	<i>Source d'adduction</i> .....	28
ii.	<i>Calcul des débits, des diamètres et des vitesses aux tronçons</i> .....	28
iii.	<i>Calcul des pertes de charge aux tronçons et des pressions aux nœuds</i> .....	30
V.	MODELISATION DES RESEAUX AVEC LE MODELE EPANET .....	34
a.	Présentation du logiciel Epanet 2.0.Fr .....	34
b.	Méthodologie .....	34
c.	Résultats de la simulation.....	35
i.	<i>Réseau d'extension de Mbampana vers Ngol et Diob</i> .....	35
ii.	<i>Réseau d'extension de Fissel Sérère vers Ndoffane et Mbédap</i> .....	37
VI.	IDENTIFICATION DES PIECES SPECIFIQUES ET ETABLISSEMENT DU CAHIER DES NŒUDS .....	39
a.	Pièces spéciales et accessoires hydrauliques de BF .....	39
b.	Raccordement de la BF au réseau de distribution .....	39
c.	Ventouses et vidanges .....	39
d.	Cahier des nœuds .....	39
VII.	OUVRAGES GENIE CIVIL .....	40

a.	Spécifications techniques de la borne fontaine .....	40
b.	Spécifications techniques des Regards de ventouses et vannes de sectionnement .....	40
c.	Pose des canalisations .....	41
VIII.	EVALUATION FINANCIERE DU PROJET .....	41
IX.	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS .....	42
X.	BIBLIOGRAPHIE .....	43
XI.	ANNEXES .....	I
	<i>Annexe I</i> : Coordonnées géographiques de l'emplacement des BF/BC .....	I
	<i>Annexe II</i> : Vue en plan du réseau d'extension de Mbampana vers Ngol et Diob .....	II
	<i>Annexe III</i> : Vue en plan du réseau d'extension de Fissel Sérère vers Ndoffane et Mbédap .....	III
	<i>Annexe IV</i> : Cahier des nœuds du réseau d'extension de Mbampana vers Ngol et Diob .....	IV
	<i>Annexe V</i> : Cahier des nœuds du réseau d'extension de Fissel Sérère vers Ndoffane et Mbédap .....	VII
	<i>Annexe VI</i> : Profils en long du réseau d'extension de Mbampana vers Ngol et Diob .....	XI
	<i>Annexe VII</i> : Profils en long du réseau d'extension de Fissel Sérère vers Ndoffane et Mbédap .....	XVIII
	<i>Annexe VIII</i> : Résultats des mesures de pression .....	XXVIII
	<i>Annexe IX</i> : Vue en plan borne fontaine à 2 robinets .....	XXIX
	<i>Annexe XI</i> : Vue en plan du regard de ventouse et de vanne de sectionnement .....	XXX
	<i>Annexe XII</i> : Vue en plan du vidange .....	XXXI
	<i>Annexe XIII</i> : Vue en plan de la pose conduite .....	XXXII
	<i>Annexe XIV</i> : Devis estimatif de l'AEP des villages de Ngol et Diob .....	XXXIII
	<i>Annexe XV</i> : Devis estimatif de l'AEP des villages de Ndoffane et Mbédap .....	XXXV

## LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1</i> : Caractéristiques démographiques de la Commune de Fissel .....	12
<i>Tableau 2</i> : Evolution de la population de 2016 à l'horizon 2036 .....	23
<i>Tableau 3</i> : Evolution du cheptel de 2016 à l'horizon 2036 .....	23
<i>Tableau 4</i> : Evaluation des besoins en eau des localités .....	25
<i>Tableau 5</i> : Estimation des coefficients de point horaire des localités .....	27
<i>Tableau 6</i> : Estimation des débits de dimensionnement .....	27
<i>Tableau 7</i> : Récapitulatif des résultats du dimensionnement du réseau de Mbampana-Ngol-Diob .....	32
<i>Tableau 8</i> : Récapitulatif des résultats du dimensionnement du réseau de Fissel Sérère-Ndoffane-Mbédap .....	33
<i>Tableau 9</i> : Résultats de l'état des tronçons après simulation du réseau d'extension de Mbampana-Ngol-Diob à 18 h .....	36
<i>Tableau 10</i> : Résultats de l'état des nœuds après simulation du réseau d'extension de Mbampana-Ngol-Diob à 18 h .....	36
<i>Tableau 11</i> : Résultats de l'état des tronçons après simulation du réseau d'extension de Fissel Sérère-Ndoffane-Mbédap à 18 h .....	38
<i>Tableau 12</i> : Résultats de l'état des nœuds après simulation du réseau d'extension de Mbampana-Ngol-Diob à 18 h .....	38

## **LISTE DES FIGURES**

<i>Figure 1</i> : Carte de situation de la commune de Fissel, Thiès .....	12
<i>Figure 2</i> : Répartition du cheptel de la Commune de Fissel.....	14
<i>Figure 3</i> : Carte de situation de la desserte en eau de la commune de Fissel .....	18
<i>Figure 4</i> : Tracé des réseaux sur Google Earth .....	21
<i>Figure 5</i> : Résultats de la simulation du réseau d'extension de Mbampana vers Ngol et Diob .....	35
<i>Figure 6</i> : Résultats de la simulation du réseau d'extension de Fissel Sérère vers Ndoffane et Mbédap.....	37

## **I. INTRODUCTION**

L'eau est une denrée indispensable dans la vie de tous les êtres vivants. Elle constitue aussi un moteur fondamental de développement, sous toutes ses formes, en particulier pour l'agriculture et la santé. Elle est donc un élément essentiel à tout individu ; sa maîtrise et sa disponibilité en quantité suffisante et en qualité doivent être une première préoccupation d'une quelconque agglomération (Julien 2006).

En effet, disposer de l'eau potable en quantité suffisante demeure une inquiétude en Afrique de l'Ouest et plus particulièrement dans les pays sahéliens. La croissance démographique galopante, l'insuffisance des infrastructures hydrauliques et la mauvaise gestion des ouvrages hydrauliques existants sont les principaux facteurs des pénuries d'eau dans ces pays comme dans le monde. Selon le rapport 2015 des OMD, 68% de la population d'Afrique subsaharienne utilise une source d'eau potable améliorée en 2015, contre 48% en 1990. Le problème est plus financier que technique car les techniques d'adduction sont relativement maîtrisées et le potentiel hydraulique est très favorable à la satisfaction des besoins en eau des populations (Frailé 2006; Barbier et al. 2009).

Le Sénégal ne fait pas l'exception, l'accès à l'eau potable dans ce pays demeure un problème pour certaines populations, en particulier celles des quartiers pauvres et irréguliers ainsi que celles des zones rurales. Cette situation est soutenue par une forte croissance démographique ; avec une population qui passe de 10 967 568 à 13 508 715 habitants entre 2004 et 2013 (ANSD, 2013). Selon le rapport de la revue annuelle conjointe 2010 du PEPAM, le taux d'accès global en eau potable au Sénégal est estimé à 84% en fin 2009 contre 76,5% en 2004. Ce taux est passé à 87,2 % en 2015 d'après la revue annuelle conjointe 2016 du PEPAM. Malgré la disponibilité des ressources en eau et les efforts consentis par le gouvernement du Sénégal, les ONG et les agences de coopération pour atteindre les OMD, les besoins en eau des populations ne sont toujours pas totalement couverts. Le taux de couverture global en eau montre bien le besoin de réaliser de nouveaux ouvrages d'AEP pour combler le déficit qui risque de s'accroître avec l'augmentation rapide de la population. C'est dans ce sens que le Conseil communal de Fissel a entrepris l'action d'optimiser l'approvisionnement en eau potable de la commune de Fissel, en vue d'améliorer les conditions de vie des habitants.

Le présent mémoire de fin d'études porte sur le thème "*Etudes techniques pour l'alimentation en eau potable des villages de Diob, Ndoffane, Mbédap et le quartier Ngol dans la commune de Fissel au Sénégal* ", sous la direction de l'ONG Eau Vive. Dans les

lignes qui suivront, nous présenterons les composantes de l'étude, ainsi que la zone d'étude. Ensuite, nous ferons une présentation de la démarche, des moyens et méthodes utilisées pour la collecte des données nécessaires pour faire l'étude avant de traiter du dimensionnement des réseaux et de déterminer les différentes pièces spéciales des réseaux d'extension sur une échéance de vingt (20) ans. Enfin, nous évaluerons le coût du projet et formulerons des recommandations pour le bon fonctionnement des réseaux futurs.

## **II. PRESENTATION DES COMPOSANTES DE L'ETUDE**

### **a. Présentation de Eau Vive**

Eau Vive est une association française de solidarité internationale fondée en 1978. Elle intervient dans sept (7) pays du sahel qui sont : le Burkina Faso, le Mali, la Mauritanie, le Niger, le Sénégal, le Tchad et le Togo. Eau Vive accompagne les collectivités locales et les communautés villageoises dans la préparation et la mise en œuvre de leurs projets de développement à travers un appui conseil, technique et des compléments de financement. Elle articule son intervention essentiellement autour de l'eau, l'assainissement, la santé, l'éducation et les activités génératrices de revenus et d'allègement des travaux domestiques avec une grande importance accordée au renforcement des capacités des acteurs locaux.

Depuis une vingtaine d'années, Eau Vive coopère avec la commune de Fissel, comme avec d'autres communes du Sénégal. Face à une multitude de demandes d'appui sans cesse croissante des collectivités locales, Eau Vive a été agréée en qualité d'ONG par le gouvernement du Sénégal par l'arrêté N° 005540/MEFF/SDC du 15 juin 1995. Dans ce cadre, le Conseil communal de Fissel a sollicité l'appui de Eau Vive pour l'alimentation en eau potable des localités Diob, Ngol, Ndoffane et Mbédap qui fait l'objet de notre étude. Ainsi, Eau Vive est la structure qui nous a accueillis durant notre période de stage de fin d'études.

### **b. Problématique de l'étude**

Une bonne partie de la commune de Fissel est confrontée à un problème d'approvisionnement en eau potable. Selon le site du PEPAM, le taux d'accès en eau de la commune de Fissel est de 70% en 2014 dont 55 % par adduction d'eau potable, en dessous du taux d'accès au niveau national (87,2 %) en 2015. D'après les enquêtes effectuées au près des ménages, dans la même période, 78% des ménages s'approvisionnent encore en eau à partir des puits et le taux de branchements individuels demeure encore très faible avec seulement 22% des ménages qui utilisent les points d'eau, rapporte Eau Vive. Les distances entre les habitations et les points d'eau potable sont souvent très importantes. Une partie non négligeable de la commune de Fissel s'alimente en eau à partir des puits traditionnels ou d'autres sources inadéquates et utilise des moyens difficiles pour s'en procurer (exemple : le puisage manuel et le transport de l'eau sur de longues distances) surtout chez les femmes et les enfants. Les habitants des villages de Diob, Ngol, Ndoffane et Mbédap n'ont pas accès à l'eau par adduction d'eau potable mais plutôt par quelques puits traditionnels dont l'eau est saumâtre avec une teneur en sel assez importante. L'eau est souvent fluorée avec 8 mg/l, soit 5 fois la limite admissible

selon l'OMS. Ces villageois consomment une eau insalubre et mettent ainsi en péril leur santé, en particulier celle de leurs enfants, plus vulnérables aux maladies d'origine hydrique. Devant un pareil contexte, la mise en place de stratégies adéquates permettant de contrecarrer ce problème, est d'une importance capitale.

### **c. Objectif de l'étude**

La problématique ainsi définie conduit dans une large mesure aux objectifs de cette étude. La finalité de l'étude est d'améliorer l'accès l'eau potable de la commune par extension du réseau Notto-Diosmone-Palmarin (NDP) vers les localités de Diob, Ngol, Ndoffane et Mbédap de la commune de Fissel, avec la construction de quatorze (14) bornes-fontaines et de deux (2) branchements communautaires.

Il s'agira spécifiquement de:

- diagnostiquer le réseau Notto-Diosmone-Palmarin ;
- identifier l'emplacement des bornes fontaines afin de tracer le réseau ;
- dimensionner les réseaux d'extension à l'horizon 2036

### **d. Méthodologie de conduite de l'étude**

#### ***i. Revue documentaire***

La revue documentaire a consisté à collecter des données sur la zone d'étude, en particulier sur les villages d'intervention du projet. La documentation a abouti sur :

- une collecte de données relative à l'adduction d'eau potable de Fissel à travers le document de projet au niveau d'Eau Vive et à travers le site du PEPAM ;
- une collecte de données statistiques de la démographie à travers le rapport du dernier recensement de l'ANSD en 2002 ;
- des données par rapport à la consommation spécifique de la population et du cheptel.

Les recherches ont également fait l'objet de consultations de quelques articles sur Google scholar et sur certains sites internet pour complément d'informations.

#### ***ii. Travaux de terrain (visite de site, levés topographiques, entretien avec les autorités locales, populations, etc.)***

Les travaux de terrain ont permis :

- d'observer les sources d'approvisionnement en eau existantes (puits traditionnels) et de bien appréhender la zone d'étude;
- d'identifier et de prendre les coordonnées géographiques de l'emplacement des futurs bornes-fontaines et les points de piquages les plus favorables avec un Gps ;
- de réaliser les levés topographiques par nivellement direct avec une distance maximale de 100 m entre deux points successifs et de placer les bornes avec un piquet en acier 10 et de raccord orange, cimentées pour chaque profil;
- de faire les mesures de pression par intervalle de 30 minutes sur une période de 12 heures pour chaque point de raccordement des réseaux d'extension;
- de s'entretenir avec les autorités locales et les populations pour recueillir leurs attentes sur les études à entreprendre.

### ***iii. Traitement des données et dimensionnement***

Pour traiter des données, les logiciels Google Earth, Global Mapper v 15.0 et ArcView GIS 3.2a ont été utilisés pour faire les cartes de localisation et du relief de la zone.

Les coordonnées géographiques de l'emplacement des BF, des BC et des points de piquage ont été traduites sur Google Earth pour tracer les réseaux et de déterminer les longueurs des tronçons.

Le logiciel AutoCAD a été également utilisé pour faire les schémas des réseaux et les profils en long.

Le Microsoft Office Excel a été utilisé pour effectuer les calculs d'estimation de la population et du cheptel de chaque village par la méthode d'estimation à croissance géométrique, les calculs de besoins en eau à l'horizon du projet et du dimensionnement des réseaux.

Le logiciel EPANET a aidé à faire la modélisation des réseaux et Microsoft Office Word a servi pour la rédaction du présent document.

### **e. Cadre institutionnel**

- Maître d'ouvrage du projet : Conseil communal de Fissel ;
- Maître d'œuvre du projet : ONG Eau Vive ;
- Supervision des travaux : Division régionale de l'hydraulique de Thiès et Société d'Exploitation d'Ouvrages Hydrauliques (SEOH) ;
- Encadreurs du mémoire de fin d'études : ONG Eau Vive en collaboration avec 2iE.

### **III. CARACTÉRISATION DE LA ZONE DU PROJET**

#### **a. Localisation de la commune du projet**

La communauté rurale de Fissel est née de la réforme de l'administration territoriale de 1972 (*loi n°72-225 du 19 Avril 1972 créant les communautés rurales*) et est devenue commune suite à l'Acte III de la décentralisation en 2014. Elle se situe au centre Ouest du bassin arachidier dans la région de Thiès, département de Mbour, arrondissement de Fissel. Elle est à 17 km l'Est de la route nationale N°1 à partir de Thiadiaye. Elle s'étend sur une superficie de 330 km<sup>2</sup> et compte 28 villages. Elle est limitée :

- à l'Est par les communes de Ndongol et Ngayokhème ;
- à l'Ouest par la commune de Ndiagianiao ;
- au Nord par la commune de Dièyène Sirakh ;
- et au Sud par les communes de Sessene et Diarrère.

Les coordonnées géographiques du village de Fissel, chef lieu de la commune sont :

- longitude 16° 32' 29'' Nord
- latitude 14° 36' 52'' Ouest
- altitude 11 m

La figure suivante représente la situation de la commune de Fissel.

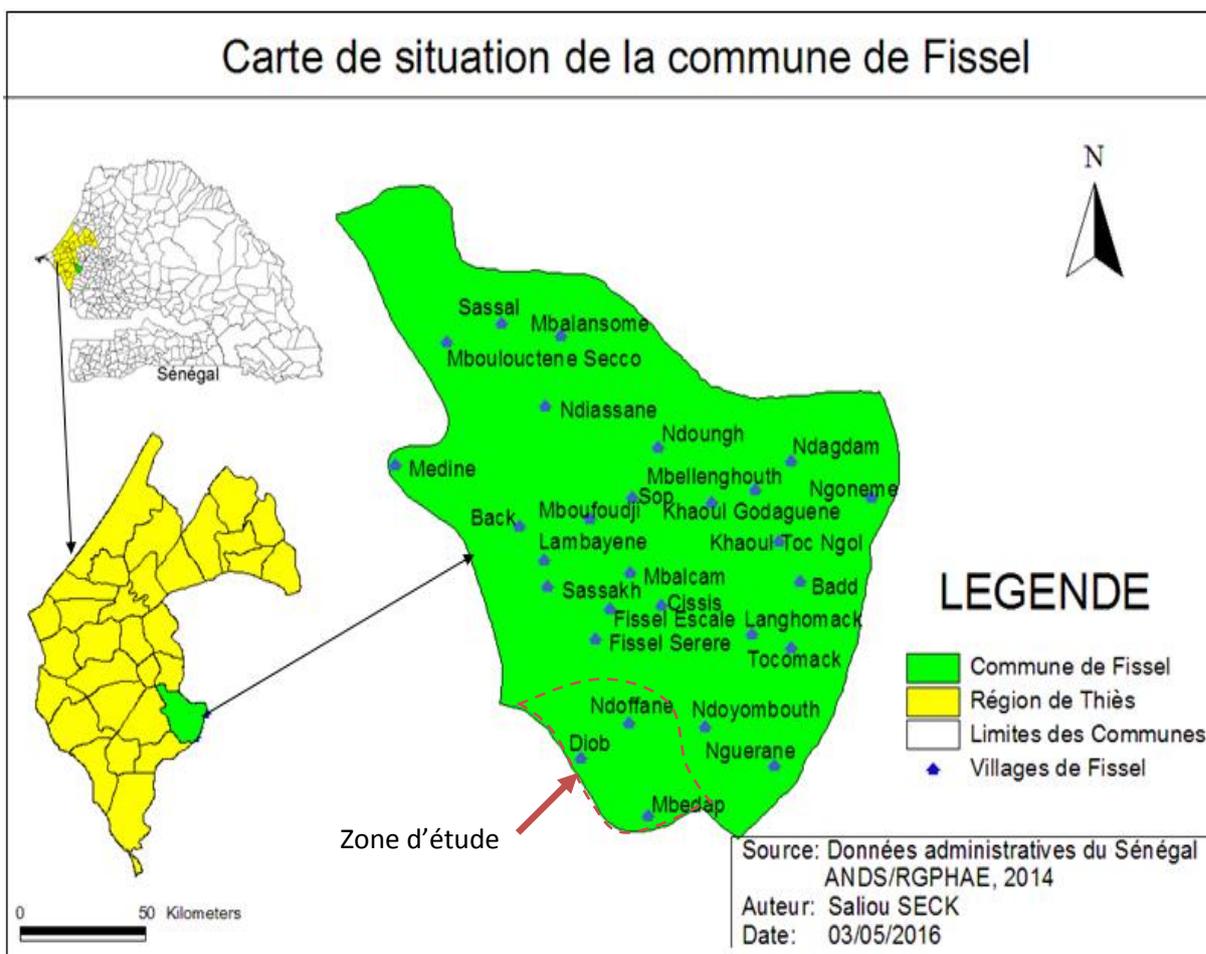


Figure 1 : Carte de situation de la commune de Fissel, Thiès

## b. Données socio-démographiques et socio-économiques

### i. Démographie

Les résultats du troisième recensement démographique de la commune de Fissel faisaient état de 27 196 habitants (RGPH 2002). La population est formée en majorité par l'ethnie Sérère (90 %) et les jeunes constituent un segment important de la population. Les moins de 20 ans représentent 53 % de la population. Suivant le genre, la tranche des femmes est dominante (52,3 %). La projection de la population de 2003 tirée du dernier RGPH, avec un taux de croissance de 2,16% donne 35190 personnes en 2015, soit une densité de 106 habitants/km<sup>2</sup>. Le tableau suivant résume les résultats de la projection de la population de 2002 en 2015.

Tableau 1 : Caractéristiques démographiques de la Commune de Fissel

Démographie	2002	Est. 2010	Est. 2015
Populations	27 196	31 623	35 190

Populations 2002, 2010 et 2015 = données du RGPH III, projections -Taux de croissance : 2,16%

## ***ii. Agriculture***

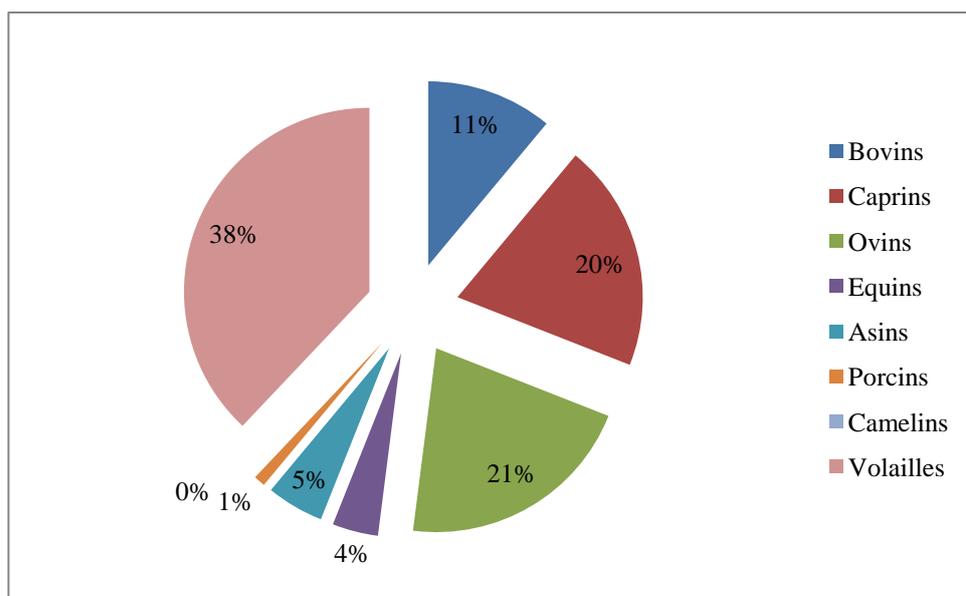
L'Agriculture est la principale activité économique dans la commune de Fissel. Ainsi une bonne pratique agricole est transmise par génération d'agriculteurs. Ce savoir faire acquis au fil des années est une opportunité pour augmenter la production agricole dans la commune. De plus la diversité des spéculations et l'existence de terres cultivables sont aussi des atouts pour l'agriculture. Il faut noter que la quasi-totalité de la production est tirée de l'exploitation familiale surtout pendant la saison des pluies. Et ceci montre que la production est tributaire des pluies. Par ailleurs les superficies par ménage sont faibles, la vétusté et l'obsolescence du matériel agricole rendent la production beaucoup moins importante. D'où la nécessité de promouvoir une culture intensive. Il s'y ajoute le vieillissement de la population agricole en raison de l'exode massif des jeunes vers les centres urbains (Mbour, Thiès, Dakar). Cette situation peut à terme compromettre la production agricole. En effet, on note que la majorité des producteurs dispose de petites superficies (5 ha) ; ceci implique la nécessité d'intensifier les techniques de production pour améliorer les rendements agricoles qui sont estimés pour le mil à 663 Kg/Ha, l'arachide 351 Kg/Ha, le sorgho 333 Kg/Ha et le niébé 187 Kg/Ha (CADL Ndiaganiao, 2009).

La culture maraichère est très présente dans la commune. Il y a un atout majeur pour le maraichage, à travers les nombreuses mares et bas fonds qui se trouvent dans les zones. Par ailleurs, les routes qui sont difficilement praticables ne facilitent pas l'acheminement des produits agricoles vers les marchés autres que celui de Mbafaye où une quantité importante de la production est vendue.

## ***iii. Elevage***

L'élevage est la seconde activité économique pratiquée dans la commune de Fissel. Elle est la plupart du temps couplée à l'agriculture. En plus pour les paysans pasteurs l'élevage constitue une activité génératrice de revenus importante. Il concerne les bovins, les asins, les caprins, les ovins, les équins, les porcins et la volaille.

A défaut de statistiques officielles sur le cheptel au niveau de la commune, des enquêtes ont été menées par GREEN Sénégal pour faire ressortir les effectifs par catégorie comme le montre cette figure.



*Figure 2 :* Répartition du cheptel de la Commune de Fissel

Les données attestent une prédominance dans le cheptel des petits ruminants avec 20% pour les ovins et 21% pour les caprins. Aussi l'on note une forte présence de la volaille avec 38%.

Par ailleurs une des difficultés réside dans le fait que l'élevage est pratiqué de manière extensive, entraînant la divagation des animaux et concomitamment, des vols de bétail et des maladies animales. Aussi l'extension des superficies agricoles entraînent une réduction tendancielle des pâturages sous l'effet conjugué de la sécheresse. Ce phénomène est à l'origine des conflits récurrents entre éleveurs et agriculteurs.

#### *iv. Commerce*

Le commerce occupe une place prépondérante dans les activités économiques grâce à la culture fruitière avec, notamment, la production de mangues, de papayes, etc. Pour les producteurs, cette activité favorise la génération de revenus variant entre 600 000 et 1 000 000 FCFA par an (selon les enquêtes), ce qui contribue à l'amélioration de leurs conditions de vie. Le village de Mbafaye constitue un haut lieu de rendez-vous commercial du fait de son marché hebdomadaire très rayonnant, qui se tient tous les jeudis. Ce lieu d'échange entre les populations des différents villages de Fissel et d'autres contrées fait la part belle aux produits locaux, agricoles, artisanaux, phytosanitaires, vêtements, friperies, vaisselles, ustensiles, accessoires et au bétail.

## **v. Infrastructures**

Les infrastructures scolaires sont composées de :

- ✓ 35 Ecoles élémentaires,
- ✓ 02 CEM
- ✓ 01 Lycée,
- ✓ 01 Centre de formation professionnelle ;
- ✓ 01 Centre de formation agro-pastorale ;
- ✓ 01 Centre expérimental d'enseignement moyen pratique ;
- ✓ 28 Case de tous petits ;
- ✓ 78 Classes coraniques.

Les infrastructures sanitaires sont composées de :

- ✓ 02 Postes de santé ;
- ✓ 24 Cases de santé ;
- ✓ 01 Maternité.

## **c. Données climatiques**

Le climat est de type soudano-sahélien, marqué par l'alternance de deux saisons :

- Une saison longue et sèche d'octobre à juin au cours de laquelle la zone est soumise d'une part à l'alizé maritime humide issu de l'anticyclone des Açores et d'autre part à l'harmattan caractérisé par la prédominance des vents chauds et secs venant de l'Est. Les températures au cours de cette saison varient entre 18 et 30°C.
- Une saison des pluies qui s'étend de juillet à septembre caractérisée par la période pluvieuse. La température varie entre 25 et 31°C.

Dans cette zone, la pluviométrie a connu une évolution marquée par une certaine irrégularité au cours des dernières décennies. Cette irrégularité est traduite par les déficits compris entre 100,4 et 166,7 mm par rapport à la normale qui se situe à 450 mm. Tandis que la pluviométrie annuelle à l'échelle du département de Mbour varie de 500 à 800 mm avec une humidité relative assez constante (METEO MSN, 2009).

## **d. Données hydrogéologiques**

La commune de Fissel est traversée par plusieurs nappes phréatiques dont la plus importante est le maestrichtien. Il s'étend sur la quasi-totalité du bassin sédimentaire Sénégalais et

constitue la réserve d'eau la plus importante du pays avec une bonne qualité. Elle est la source d'alimentation des différents forages. La nappe du maestrichtien est captée par la presque totalité des forages réalisés dans la zone. Elle se situe entre 250 et 450 m avec des débits assez importants (50 m<sup>3</sup>/h) mais le taux de fluor est parfois excessif (entre 4 et 5 mg/l). La nappe du paléocène est surexploitée. Le niveau statique de la nappe a baissé de 12 m par rapport aux années 1960. La qualité de l'eau y est très variable. L'eau est de mauvaise qualité avec une salinité supérieure à 0,3 g/l et des charges en fer ou en fluor notées dans la zone de Fissel-Ndiagianiao. La profondeur de la nappe se situe à 10 m dans la zone de bas fonds et entre 15 et 35 m dans la zone du plateau.

#### e. Sols et Végétation

Les sols de la zone dérivent des sédiments sableux et sablo-argileux et sont répartis sous trois catégories aux proportions différentes:

- **Les sols « diors »** (60%) sont des sols de texture sableuse, à sesquioxyde de fer avec une faible teneur en matière organique. Leur non lessivage s'explique par la faiblesse des précipitations dans ce milieu.
- **Les sols decks** (10%). Ils sont localisés dans la zone de Mbellenghout Ngonème dans la partie Est de la Communauté Rurale, le long du bas-fond prolongeant la vallée du Diobass ainsi que sur l'axe allant de Tocomack au Sud de Langhomack. L'évolution de ces sols est liée à l'importance de la production végétale mais surtout à la nappe phréatique qui provoque un engorgement total ou partiel, permanent ou temporaire de leur profil en rapport avec leur disposition topographique. Ces sols sont très riches en matière organique et en humus en raison de l'accumulation des détritux.
- **Les sols deck - diors** (30%). Ils couvrent la zone longitudinale allant de Mbalcam, Sop à Ndiassane. Ce sont des sols à hydromorphie partielle de profondeur ou des sols de sommet de pente caractérisés par une texture sableuse en surface, un horizon humifère peu riche, une certaine capacité de rétention d'eau et une faible teneur en matière organique (2%). Ce sont des sols de couleur gris-foncé ou gris-brun situés sur les pentes douces des cuvettes *dior* et les sols à hydromorphie totale.

Source : GREEN SENEGAL, 2011

La végétation est essentiellement composée de trois strates :

- **La strate herbacée** qui est saisonnière. Elle est fonction de la pluviométrie qui s'étant de juillet en octobre avec des associations à *Digitaria abyssinica* et d'autres variétés. Cette strate est très utile pour la localité car constituant une source d'alimentation du bétail.
- **La strate arbustive** qui offre d'énormes potentialités fourragères aux animaux pendant la période des soudures et elle contribue aussi à la restauration de la fertilité des sols. Elle est essentiellement composée de *Guiera senegalensis* " Nger " et de *Combretum glutinosum* " Ratt " et *Calotropis procera*.
- **La strate arborée** est faiblement représentée. Les espèces dominantes dans cette strate sont : l'*Adansonia digitata* "Baobab", *Azadirachta indica* "Niime", le *Balanites aegyptiaca* " Sump ", le *Newtonia* " Néo ", l'*Acacia albida* "Cadd", et l'*Eucalyptus alba*

La végétation arbustive est devenue très dense et a atteint des hauteurs assez impressionnantes à certains endroits de la commune. Malgré ces différentes formations végétales, la commune est dépourvue de formation forestière.

#### **f. Relief et hydrographie**

Le relief est relativement plat. La zone est caractérisée par une pénéplaine, les dénivelés sont très faibles et les altitudes varient entre 5 et 15 m.

L'hydrographie est caractérisée par l'absence de cours d'eau permanents. Le bassin versant est constitué de quelques cours d'eau temporaires et des affluents. On note aussi la présence de mares qui peuvent garder les eaux pendant 6 mois après la saison pluvieuse et de bas fonds qui entourent la commune dans le sens Nord-Ouest. L'écoulement des eaux de surface tend vers le Sud de la zone.

#### **g. Situation de la desserte en eau**

La Commune de Fissel compte trois (3) châteaux localisés à Fissel Sérère, Mbalamsone et Tocomack, alimentés par trois (3) forages qui se trouvent respectivement à Khaoul Godaguène, Mboulouctène et à Sob. Sur les trois (3) châteaux seul celui de Mbalamsone est fonctionnel et désert les quatre villages que sont Mbafaye, Ndiassane, Sassal et Mboulouctène secco. Les réalisations du projet du DNP ont permis d'améliorer l'accès à l'eau potable de la commune.

Le projet du NDP est une réalisation de l'Etat du Sénégal achevée en 2012. Il a pour objectif l'approvisionnement en eau potable à près de 300 mille personnes de près de 300 localités dans les régions de Thiès et de Fatick. En 2014, l'Office des Forages Ruraux (OFOR) a été mis en place par l'Etat pour contrôler, gérer, réhabiliter et déléguer l'exploitation du patrimoine hydraulique rurale à travers le pays. Pour une bonne gestion des réseaux du NDP, un contrat d'affermage entre l'OFOR et la SEOH a été signé pour une durée de 10 ans. Depuis juillet 2015, la SEOH qui est un consortium, composé des entreprises Aquanet (hollandaise), Aquavingura (rwandaise) et GEAUR (sénégalaise) et très expérimentée dans le domaine de l'exploitation et de distribution de l'eau, assure la gestion technique et financière des réseaux d'eau potable du NDP.

Selon le site du PEPAM, la commune de Fissel a un taux d'accès de 70% dont 55 % par AEP et 14 % par puits moderne en 2014. Tandis que selon le rapport de la revue sectorielle de mai 2016 du PEPAM, le taux d'accès amélioré global à l'eau potable en milieu rural s'établit en 2015 à 86,66 %. D'après nos enquêtes effectuées en juin 2016 auprès du conseil municipal et de la SEOH, 15 localités sur 28 sont alimentées par AEP à travers des bornes fontaines. La figure ci-dessous montre la situation de desserte en eau de Fissel.

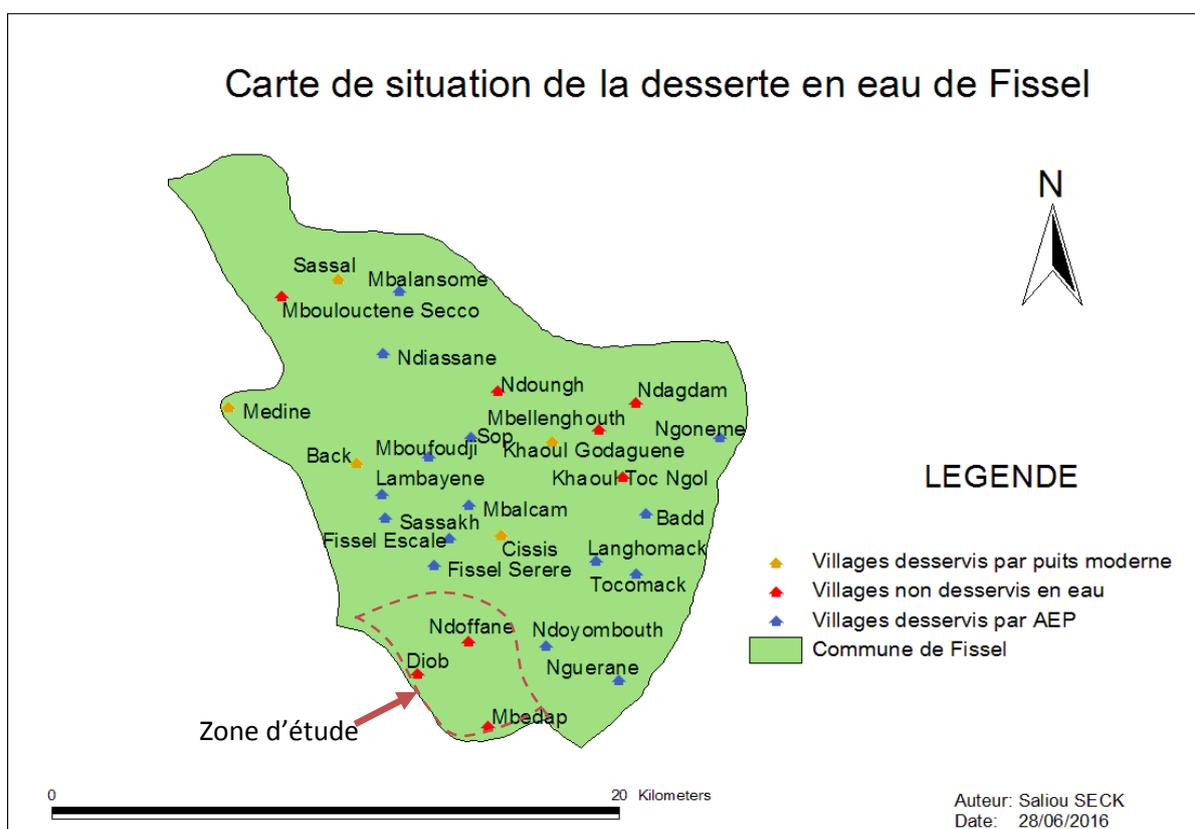


Figure 3 : Carte de situation de la desserte en eau de la commune de Fissel

En outre, la réalisation de ce projet permettra d'augmenter le taux d'accès en eau potable de Fissel à 78 % en 2016. Les localités desservies passeront de 15 à 19 sur 28 localités et 2 625 personnes auront accès à l'eau potable contre 15 836 personnes non desservies.

## **IV. ETUDES TECHNIQUES**

### **a. Topographie**

La topographie est d'une importance capitale dans la conception des réseaux d'AEP. Elle a pour objectifs principaux de permettre l'établissement de cartes et de plans graphiques sur lesquels sont représentées sous forme symbolique les informations ayant trait à la topologie du terrain et de ses détails naturels et artificiels.

Les levés topographiques ont été réalisés à l'aide d'un niveau et deux mires pour effectuer les lectures qui ont permis de déterminer les dénivelés des points visés. Etant donné que l'altitude du point de départ et du point d'arrivée n'étaient pas connues, on a procédé par cheminement pour calculer les cotes fictives du terrain en prenant 100 m comme altitude de référence. Les cotes fictives montrent que le relief de la zone est accidenté. De plus, les levés topographiques ont permis de réaliser les profils en long. Nous pouvons voir les valeurs des cotes fictives en *annexe VI* sur les profils en long.

### **b. Etablissements des tracés en plan et des profils en long**

#### ***i. Tracés en plan***

Le tracé du réseau consiste à relier les points de raccordement et les points de desserte de la façon la plus économique et la plus simple possible. Les réseaux d'extension ont été tracés sur Google Earth après avoir marqué l'emplacement des bornes fontaines et des points de piquage. Le tracé passe aussi le plus proche possible des maisons pour faciliter les branchements individuels en cas de besoins et ainsi nous avons deux réseaux ramifiés (voir la figure ci-dessous).

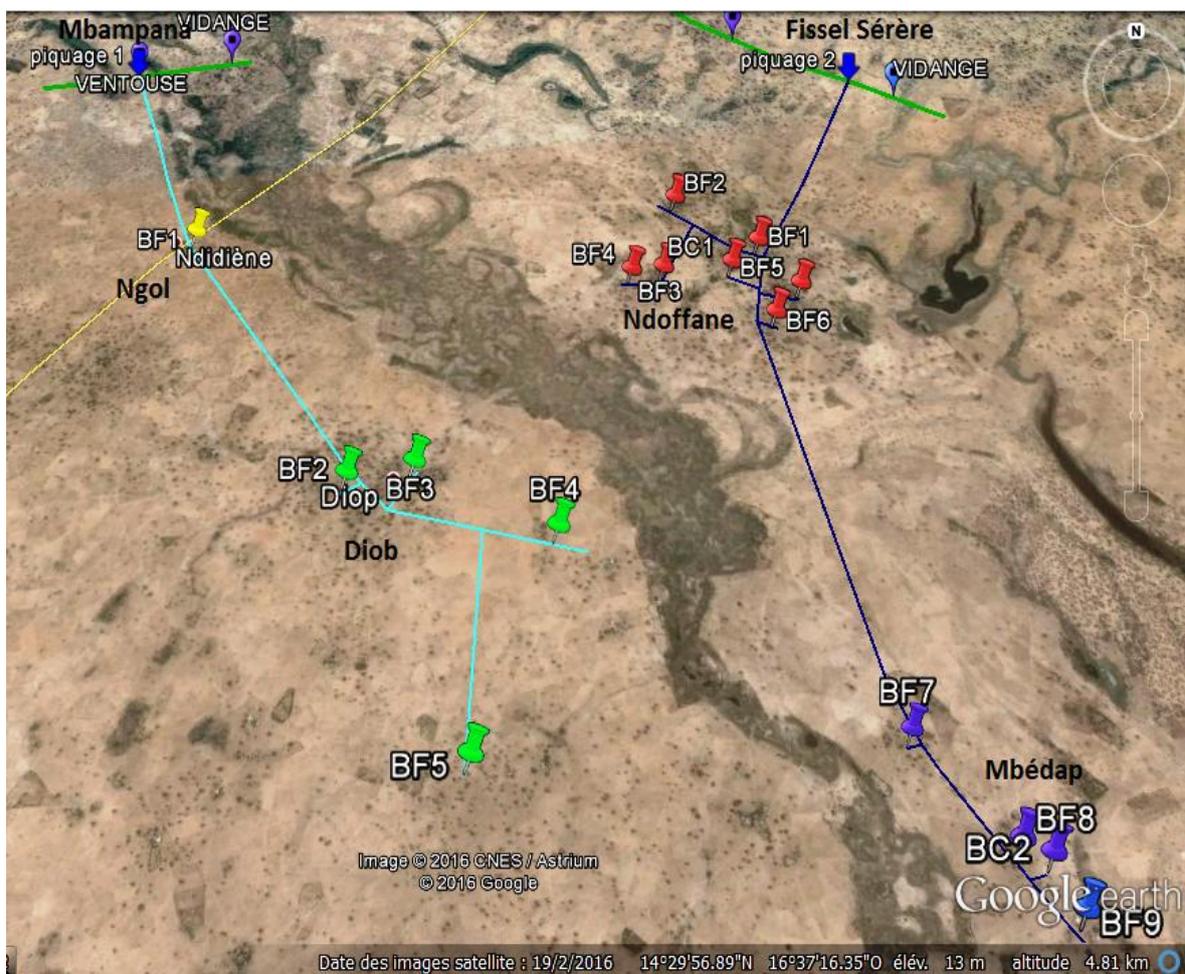


Figure 4 : Tracé des réseaux sur Google Earth

Le tracé théorique en plan ci-dessus nous a permis d'avoir un aperçu global des réseaux. De plus, nous sommes descendus sur le terrain et avons parcouru tous les tracés à pieds, en rectifiant, en fonction de la topographie locale, les tracés qui ne paraissent pas judicieux. On arrive ainsi à obtenir des tracés réels de canalisations à la fois bien adaptés au terrain et aussi plus proches que possible de l'optimum économique (voir les plans des réseaux en *annexe II et III*).

## ii. Profils en long

Le tracé des profils en long a permis de bien localiser les points hauts et les points bas où seront installés les pièces comme les purgeurs d'air et les vidanges. Au niveau des points hauts, on installe des ventouses permettant d'évacuer l'air qui sera accumulé dans les canalisations. La présence de poches d'air dans les conduites peut créer des bouchons qui entravent le libre écoulement de l'eau. Au niveau des points bas seront placés des vidanges pour évacuer les matières qui seront déposées dans les conduites (voir les profils en long en *annexe VI*).

## c. Estimation de la population et du cheptel à l'horizon du projet

### i. Estimation de la population

La population des villages bénéficiaires du projet est estimée à 2 625 personnes dont (850 à Diob, 100 à Ngol, 1 053 à Ndoffane et 622 à Mbédap) en 2016. Dans cette étude, on considère que le taux d'accroissement (2,16%) en 2002, reste toujours le même et l'accroissement de la population se poursuivra selon le même rythme au cours des 20 prochaines années. La population de Fissel est jeune et en pleine croissance. Ce qui nous a permis d'appliquer la méthode d'estimation de croissance géométrique pour évaluer la population à l'horizon 2036.

Dans cette méthode, le taux d'accroissement est proportionnel à la population.

$$\text{Donc : } \frac{dP}{dt} = KP$$

- ✓ dP : Accroissement de la population
- ✓ dt : Accroissement du temps
- ✓ K: Taux de croissance
- ✓ P : Population

$$\text{Si } \frac{dP}{dt} = KP$$

$$\text{Alors : } K = \frac{\ln P_n - \ln P_0}{t_n - P_0}$$

$$\text{D'où : } P_n = P_0 e^{K(t_n - t_0)}$$

Avec :

- ✓ P<sub>n</sub> : Population à l'horizon
- ✓ P<sub>0</sub> : Population actuelle
- ✓ K = 2,16 %
- ✓ t<sub>n</sub> = 2036
- ✓ t<sub>0</sub> = 2016

Le tableau ci-dessous représente les résultats de l'évolution de la population de 2016 à l'horizon 2036.

**Tableau 2** : Evolution de la population de 2016 à l'horizon 2036

<b>Localités</b>	<b>Est. population en 2016</b>	<b>Est. population en 2036</b>
Diob	850	1 310
Ngol	100	154
Ndoffane	1 053	1 622
Mbédap	622	958
<b>TOTAL</b>	<b>2 625</b>	<b>4 044</b>

*ii. Estimation du cheptel*

Le cheptel des villages d'intervention du projet est estimé à 1 701 UB d'après nos enquêtes. Il est constitué essentiellement d'asins, de bovins, d'équins, de caprins et d'ovins. La variété des espèces et des taux de croissance positifs (2,5 % asins, 3 % bovins, 2 % équins, 6 % caprins/ovins) constituent des atouts certains dans une perspective d'intensification. Source : IRE/Thiès, 2005

Le tableau ci-dessous présente en détail l'estimation des têtes de bétail en 2016 et les résultats de projection des UB à l'horizon 2036 avec la méthode d'estimation à croissance géométrique, suivant leurs différents taux de croissance.

**Tableau 3** : Evolution du cheptel de 2016 à l'horizon 2036

<b>localités</b> <i>Espèces</i>	<b>Estimation du cheptel en 2016</b>					<b>Estimation du cheptel en 2036</b>				
	Diob	Ngol	Ndoffane	Mbédap	<b>Total</b>	Diob	Ngol	Ndoffane	Mbédap	<b>Total</b>
<i>Asins</i>	92	10	52	21	<b>175</b>	152	16	86	35	<b>289</b>
<i>Bovins</i>	265	8	174	130	<b>577</b>	483	15	317	237	<b>1052</b>
<i>Equins</i>	38	4	22	24	<b>88</b>	57	6	33	36	<b>132</b>
<i>Caprins/ovins</i>	380	60	236	185	<b>861</b>	1262	199	784	614	<b>2859</b>
<b>Total</b>	<b>775</b>	<b>82</b>	<b>484</b>	<b>360</b>	<b>1701</b>	<b>1954</b>	<b>236</b>	<b>1220</b>	<b>922</b>	<b>4332</b>

#### d. Calcul des besoins en eau et de la demande journalière de pointe

##### i. Estimation des besoins en eau de la population et du cheptel à l'horizon du projet

Les besoins en eau varient selon les conditions de consommations, chaque catégorie de besoins en eau dépend de nombreux paramètres dont l'évolution dans le temps est très difficile à cerner. En général, les besoins en eau potable à satisfaire sont évalués par appréciation des consommations unitaires actuelles. La consommation unitaire et globale (CUG), appelée aussi consommation moyenne *per capita* est l'hypothèse de base de l'évaluation des besoins en eau. Elle est donnée par le rapport entre production moyenne journalière et la population desservie.

$$\text{CUG} = \frac{\text{Production moyenne journalière}}{\text{Population desservie}}$$

CUG en litre par jour par habitant (l/j/hbts)

Au Sénégal, en milieu rural la CUG est estimée à **35 l/j/hbts**, ce qui répond aux normes de l'OMS. Au niveau des écoles sans internat, on considère **5 l/j/élève** (source : Eau Vive).

Le Comité Inter-états de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS) considère dans l'estimation des besoins en eau pour le bétail les valeurs suivantes :

- ✓ Bovins/Equins : 40 l/j/tête
- ✓ Ovins/Caprins : 5 l/j/tête
- ✓ Asins : 20 l/j/tête
- ✓ Camelins : 50 l/j/tête
- ✓ Porcins : 10 l/j/tête
- ✓ Volailles : 0,1 à 0,2 l/j/tête

**Consommation globale = Effectifs x Consommation unitaire globale**

Le tableau suivant donne l'évaluation des besoins globaux en eau à l'horizon 2036.

**Tableau 4:** Evaluation des besoins en eau des localités

Localités	Désignations	Effectifs	Consommation unitaire (l/j/tête)	Consommation globale (l/j)
<b>Diob</b>	personnes	1310	35	45 850
	Asins	152	20	3 040
	Bovins	483	40	19 320
	Equins	57	40	2 280
	Caprins/Ovins	1262	5	6 310
	<b>Sous total</b>			
<b>Ngol</b>	personnes	154	35	5 390
	Asins	16	20	320
	Bovins	15	40	600
	Equins	6	40	240
	Caprins/Ovins	199	5	995
	<b>Sous total</b>			
<b>Ndoffane</b>	personnes	1622	35	56 770
	Elèves	269	5	1 345
	Asins	86	20	1 720
	Bovins	317	40	12 680
	Equins	33	40	1 320
	Caprins/Ovins	784	5	3 920
	<b>Sous total</b>			
<b>Mbédap</b>	personnes	958	35	33 530
	Elèves	175	5	875
	Asins	18	20	360
	Bovins	102	40	4 080
	Equins	18	40	720
	Caprins/Ovins	289	5	1 445
	<b>Sous total</b>			
<b>TOTAL</b>				<b>203 110</b>

La consommation journalière moyenne totale en eau des villages concernés par le projet à l'horizon 2036 est estimée à **203 110 l/j**, soit **203,11 m<sup>3</sup>/j**. La consommation journalière moyenne des humains (143,76 m<sup>3</sup>/j) représente les 70,78 % de la consommation moyenne journalière totale.

## *ii. Détermination du coefficient de pointe saisonnière (Cps)*

Ce coefficient influence par les périodes de forte chaleur, la consommation en eau des personnes. Il est le rapport sur l'année de la consommation journalière maximale de pointe ( $Q_{j \max p}$ ) sur la consommation journalière moyenne ( $Q_{j \text{ moy}}$ ).

$$C_{ps} = \frac{Q_{j \max p}}{Q_{j \text{ moy}}}$$

Il prend en compte les variations saisonnières qui ont une grande influence sur la demande globale et les dimensions du système. La valeur typique du Cps en zone sahélienne est **1,2**.

Source : Cours d'AEP 2iE, Roland O. Yonaba, Avril 2015

## *iii. Détermination du coefficient de pointe journalière (Cpj)*

Ce coefficient est indépendant du coefficient de pointe saisonnière. Le Cpj est le rapport de la consommation journalière de pointe ( $Q_{jp}$ ) sur la consommation journalière moyenne du mois de pointe ( $Q_{jmp}$ ).

$$C_{pj} = \frac{Q_{jp}}{Q_{jmp}}$$

Il prend en compte les variations hebdomadaires et exprime le retour cyclique du comportement des usagers au cours de la semaine. Ces valeurs sont évaluées entre 1,05 et **1,15**. La valeur retenue pour notre étude est **1,1**.

## *iv. Détermination du coefficient de pointe horaire (Cph)*

Il traduit les habitudes du consommateur au cours de la journée. Il est déterminé de manière statistique ou par le biais des relations empiriques du génie rural.

$$\text{Formule du génie rural : } C_{ph} = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_{mh}}}$$

$$\text{Consommation moyenne horaire } [Q_{mh} (\text{m}^3/\text{h}) = \frac{Q_{mj} (l/j)}{1000 \times 24}]$$

Tableau 5: Estimation des coefficients de pointe horaire des localités

Localités	consommation moyenne journalière (l/j)	Consommation moyenne horaire (m <sup>3</sup> /h)	Cph
Diob	76 800	3,200	<b>2,90</b>
Ngol	7 545	0,314	<b>5,96</b>
Ndoffane	77 755	3,240	<b>2,89</b>
Mbédap	41 010	1,709	<b>3,41</b>

Le coefficient de pointe horaire dépend de la taille de la population, plus la population est grande, plus le coefficient est faible.

*v. Détermination du rendement du réseau ( $\eta_r$ )*

Le rendement est évalué à partir des pertes d'eau du réseau par les fuites du fait de la nature des conduites, de la viscosité de l'eau, le manque d'entretien et de maintenance. Elles sont fréquentes en période de faible consommation. Les pertes d'eau sont estimées entre 5 et 10 % des besoins de consommation en eau pour un réseau neuf et entre 15 et 20 % pour les anciens réseaux. Etant dans une zone rurale où le niveau de vie de la population est faible et du point de vue de la maintenance du réseau attendue, nous estimons une perte d'eau de 20 % c'est-à-dire un rendement ( $\eta_r$ ) de 80 %.

*vi. Calcul des débits de dimensionnement (Q dim)*

Les réseaux seront dimensionnés sur la base des débits de pointe horaire (Qph en m<sup>3</sup>/h).

$$Q \text{ dim} = Q \text{ ph} = \frac{Q_{mj} \times C_{ps} \times C_{pj}}{\eta_r \times 24} \times C_{ph}$$

Tableau 6: Estimation des débits de dimensionnement

Localités	Consommation moyenne journalière (m <sup>3</sup> /j)	Cps	Cpj	Cph	$\eta_r$	Q dim (m <sup>3</sup> /h)
Diob	76,800	1,2	1,1	2,9	0,8	<b>15,299</b>
Ngol	7,545			5,96		<b>3,091</b>
Ndoffane	77,755			2,89		<b>15,443</b>
Mbédap	41,010			3,41		<b>9,621</b>
<b>TOTAL</b>	<b>203,110</b>					<b>43,455</b>

## e. Dimensionnement des réseaux d'extension

### i. Source d'adduction (réseau Notto-Diosmone-Palmarin)

L'alimentation en eau potable de ces villages se fera par piquage sur le réseau Notto Diosmone Palmarin (NDP). L'AEP du NDP est un réseau de près de 800 km de conduites permettant de desservir plus de 262 500 personnes dans 175 localités des régions de Thiès et Fatick. Le système du NDP est composé d'une batterie de 4 forages avec une production totale de 836 m<sup>3</sup>/h et 2 réservoirs de 5 000 m<sup>3</sup> au total, situé sur une colline à une cote topographique de 80 m, assurant une charge suffisante pour le transit de l'eau jusqu'au bout du réseau sans nécessiter de pompage intermédiaire. Le dimensionnement de base du réseau du NDP a pris en compte tous les villages situés sur le champ du réseau. C'est ainsi qu'une ligne de connexion est partie des ouvrages de Tassette pour aboutir à Sandiara, une autre de Tassette à Fissel et une troisième de Tassette à Fimela.

Le village de Diob et le quartier Ngol seront alimentés à partir de la conduite PVC de diamètre 160 mm d'arrivée à Fissel, au point localisé à Mbampana, de coordonnées 14° 31' 39,34'' N ; 16° 38' 29,17'' W et d'altitude 11 m avec une pression de 18 mCE à 18h 30 mn (heure de pointe). L'adduction d'eau des villages de Ndoffane et Mbédap se fera à partir du village de Fissel Sérère sur une conduite PVC de diamètre 110 mm, au point de coordonnées 14° 31' 37,56'' N ; 16° 35' 19,86'' W et d'altitude 14 m avec une pression de 24 mCE à 18h 30 mn (heure de pointe). Les pressions mesurées sur les deux conduites peuvent monter jusqu'à 42 mCE. Ces pressions ont été mesurées sur le terrain en septembre 2016 (voir les mesures de pression en *annexe VIII*).

### ii. Calcul des débits, des diamètres et des vitesses aux tronçons

Les débits de dimensionnement aux tronçons ont été évalués sur la base des débits de pointes horaires aux points de services. Le débit aux points de service est obtenu en faisant le rapport entre le débit global de pointe de la localité et le nombre de bornes fontaines dans chaque localité. Pour assurer la continuité de service, la loi des nœuds a été appliquée de l'aval vers l'amont pour déterminer les débits de chaque tronçon.

$$Q_{BF} = \frac{Q_{ph}}{NBF}$$

Avec :  $Q_{BF}$  : Débit d'une borne fontaine (m<sup>3</sup>/h)

$Q_{ph}$  : Débit de point horaire (m<sup>3</sup>/h)

NBF : Nombre de bornes fontaines

Une borne fontaine est un branchement qui compte 1 à 4 robinets à des débits de 0,2 à 0,5 l/s. Le type de borne fontaine est choisi en fonction du mode de gestion. Les bornes fontaines seront implantées dans les zones habitées. Il conviendra cependant de définir un nombre minimum d'habitants justifiant l'implantation d'une borne fontaine. Généralement au Sénégal, le nombre de personnes desservies par une borne fontaine est égal à 300 au maximum. Pour déterminer le nombre de bornes fontaines, il a été utilisé la formule suivante :

$$\mathbf{NBF} = \frac{\mathbf{Nbre\ d'hbts}}{\mathbf{300}}$$

Pour le projet, des bornes fontaines à 2 robinets seront adoptées pour chaque localité.

Les tuyaux des réseaux seront en PVC de la classe PN 10, un tuyau de PN 10 peut résister à une pression interne de 10 bar ou 100 m. Dans les projets d'AEP, on utilise en général la classe PN 10. On ne descend pas en dessous de cette classe même si la pression maximale de service reste inférieure. Le diamètre des tuyaux appelé aussi diamètre nominal correspond au diamètre usuel qui est au dessus du diamètre théorique calculé à partir de la formule suivante :

$$\mathbf{D_{th}} = \sqrt{\frac{\mathbf{4 \times Q}}{\pi \times \mathbf{U\ idéale}}}$$

Avec :  $D_{th}$  : diamètre théorique (en m)

Q : débit du tronçon (en m<sup>3</sup>/s)

$U_{idéale}$  : vitesse fixée à 1 m/s

Pour tous les tronçons, nous avons vérifié que la vitesse limite n'est pas atteinte. Une vitesse trop importante engendre des fortes pertes de charges et une vitesse trop faible occasionne des dépôts dans la conduite. Ainsi, on admet très souvent des vitesses comprises entre 0,3 et 1,2 m/s compte tenu des surpressions et de la fragilité des réseaux d'AEP. Les vitesses réelles obtenues dans cette étude sont acceptables. Elles ont été vérifiées par la formule ci-dessous :

$$\mathbf{U} = \frac{\mathbf{4 \times Q}}{\pi \mathbf{D}^2}$$

Avec : U = vitesse réelle (en m/s)

Q = débit au tronçon (en m<sup>3</sup>/s)

D = diamètre nominal (en m)

### iii. Calcul des pertes de charge aux tronçons et des pressions aux nœuds

#### ➤ Pertes de charge

Les pertes de charges sont des pertes d'énergie pendant l'écoulement de l'eau. Elles sont dues à la viscosité moléculaire et turbulente de l'eau en mouvement. On distingue deux aspects des pertes de charge :

- ✓ Les pertes de charge linéaires provoquées par le frottement de l'eau sur la longueur de canalisation de diamètre constant. La formule de Hazen-Williams est l'une des formules établie pour calculer les pertes de charge linéaires. Elle s'écrit :

$$J = \frac{10,675 Q^{1,852}}{C_{HW}^{1,852} D^{4,87}}$$

Le coefficient  $C_{HW}$  dit coefficient de Hazen-Williams dépend de la géométrie de la conduite et de la nature de ses parois. Pour les conduites en PVC,  $C_{HW}$  est égal à 150.

- ✓ Les pertes de charge singulières se produisent quant il y a perturbation de l'écoulement normal aux endroits où il y a un changement de sections ou de direction de la conduite. Elles sont déterminées par la formule suivante :

$$\Delta H_s = K \frac{U^2}{2g} = K \frac{8 Q^2}{g \pi^2 D^4}$$

Où  $K$  est le coefficient de perte de charge propre à chaque singularité et  $U$  la vitesse moyenne.

L'estimation des pertes de charge totales n'est rien d'autre que la somme des pertes de charge linéaires et des pertes de charge singulières.

$$\Delta H = \Delta H_L + \Delta H_s$$

Or  $\Delta H_L = J \times L$

$J$  est la perte de charge par unité de longueur [m/m] et  $L$  est la longueur de canalisation [m].

Dans cette étude, les pertes de charge singulière sont évaluées à 10 % des pertes de charge linéaires.

Alors :  $\Delta H = \Delta H_L + 10 \% \Delta H_L = 110 \% \Delta H_L$

D'où :  $\Delta H = 1,1 \frac{10,675 Q^{1,852}}{C_{HW}^{1,852} D^{4,87}} L$

### ➤ Pressions aux nœuds

Les conduites doivent rester en pression pour maintenir l'étanchéité des joints et pour éviter l'ovalisation des conduites. La pression ne doit pas être aussi excessive pour éviter des fuites importantes dans les joints et les fissures. Dans les réseaux d'AEP, les pressions doivent être de l'ordre de 10 à 100 mètres de colonne d'eau (mCE). En général, la pression au point de puisage des bornes fontaines est comprise entre 3 et 40 mCE. Connaissant la pression en amont du réseau (au point de piquage), on effectue des calculs d'amont en aval afin de retrouver les pressions aux nœuds en appliquant le théorème de Bernoulli qui est une application de la conservation de l'énergie au cas des fluides en mouvement. Un certain travail est fourni au fluide lorsqu'il passe d'un point à un autre et ce travail est égal à la variation d'énergie mécanique.

Appliquons le théorème de Bernoulli entre l'amont(i) et l'aval(j) à chacun des tronçons (i - j).

On a :

$$\frac{P_i}{\rho g} + \frac{U_i^2}{2g} + Z_i = \frac{P_j}{\rho g} + \frac{U_j^2}{2g} + Z_j + \Delta H_{ij}$$

Il revient à :

$$\frac{P_j}{\rho g} = \frac{P_i}{\rho g} + \left( \frac{U_i^2}{2g} - \frac{U_j^2}{2g} \right) + (Z_i - Z_j) - \Delta H_{ij}$$

Or: 
$$\frac{U_i^2}{2g} - \frac{U_j^2}{2g} \approx 0$$

Donc :

$$\frac{P_j}{\rho g} = \frac{P_i}{\rho g} + (Z_i - Z_j) - \Delta H_{ij}$$

Avec:  $\frac{P}{\rho g} = P$  (mCE),  $Z$  (m) et  $\Delta H$  (m)

Les tableaux suivants donnent une récapitulation des résultats du dimensionnement des réseaux d'extension.

**Tableau 7** : Récapitulatif des résultats du dimensionnement du réseau de Mbampana-Ngol-Diob

Tronçons	Longueurs (m)	Débits (l/s)	Diamètres théoriques (mm)	Diamètres nominaux (mm)	Vitesses (m/s)	$\Delta Z$ (m)	$\Delta H$ (m)	Pressions	
								Amont (mCE)	Aval (mCE)
N1 - N2	1580	5,108	80,6	125	0,42	-7,73	2,47	18,00	7,80
N2 - N3	1900	4,250	73,6	125	0,35	6,26	2,11	7,80	11,95
N3 - N4	200	3,187	63,7	110	0,34	0,94	0,24	11,95	12,65
N4 - N5	400	2,125	52,0	90	0,33	-6,87	0,61	12,65	5,17
N5 - N6	400	1,062	36,8	63	0,34	1,85	0,96	5,17	6,06
N3 - N9	100	1,062	36,8	63	0,34	-0,6	0,24	11,95	11,11
N4 - N8	200	1,062	36,8	63	0,34	0,14	0,48	12,65	12,31
N5 - N7	1175	1,062	36,8	90	0,17	0,15	0,50	5,17	4,83

Pour les tronçons N1 – N2 et N2 – N3, nous avons adopté le DN 125 à la place du DN 90 pour diminuer les pertes de charge. De même que pour les tronçons N4 – N5 et N5 – N7, nous avons adopté le DN 90 à la place du DN 63 pour diminuer aussi les pertes de charge. Ce qui a fait que la vitesse du tronçon N5 – N7 est inférieure à 0,3 m/s, du fait aussi de son débit est faible. L’augmentation des diamètres de ces tronçons ont permis de corriger les pressions négatives et d’avoir des pressions admissibles aux points de services.

**Tableau 8** : Récapitulatif des résultats du dimensionnement du réseau de Fissel Sérère-Ndoffane-Mbédap

Tronçons	Longueur (m)	Débits (l/s)	Diamètres théoriques (mm)	Diamètres Nominiaux (mm)	Vitesses (m/s)	$\Delta Z$ (m)	$\Delta H$ (m)	Pressions	
								Amont (mCE)	Aval (mCE)
N1 - N2	1700	6,962	94,2	110	0,73	-2,68	8,78	24,00	12,54
N2 - N3	175	4,511	75,8	110	0,47	0,96	0,40	12,54	13,10
N3 - N4	25	3,898	70,5	110	0,41	0,42	0,04	13,10	13,48
N4 - N5	200	3,285	64,7	110	0,35	-1,35	0,26	13,48	11,87
N5 - N6	2400	2,673	58,3	110	0,28	0,3	2,10	11,87	10,07
N6 - N7	510	2,004	50,5	90	0,32	-6,03	0,70	10,07	3,34
N7 - N8	75	1,336	41,2	90	0,21	0,39	0,05	3,34	3,68
N8 - N9	250	0,668	29,2	63	0,21	1,13	0,25	3,68	4,56
N2 - N19	50	2,451	55,9	90	0,39	0,82	0,10	12,54	13,26
N19 - N18	400	1,838	48,4	90	0,29	0,42	2,65	13,26	11,04
N19 - N17	175	0,613	27,9	63	0,20	0,78	0,15	11,04	11,67
N18 - N16	500	1,226	39,5	90	0,19	-0,79	0,27	11,04	9,97
N16 - N15	200	0,613	27,9	63	0,20	-0,56	0,17	9,97	9,24
N3 - N14	200	0,613	27,9	63	0,20	0,71	0,17	13,10	13,64
N4 - N13	115	0,613	27,9	63	0,20	0,82	0,10	13,48	14,20
N5 - N12	100	0,613	27,9	63	0,20	0,64	0,09	11,87	12,42
N6 - N11	100	0,668	29,2	63	0,21	-0,21	0,10	10,07	9,75
N8 - N10	75	0,668	29,2	63	0,21	0,16	0,08	3,68	3,76

Nous avons adopté le DN 110 à la place des diamètres usuels qui sont au dessus des diamètres théoriques des tronçons N2-N3, N3-N4, N4-N5 et N5-N6 pour augmenter les pressions aux nœuds en diminuant les pertes de charge. Les DN 90 aussi ont été adoptés à la place des DN 63 des tronçons N6-N7, N7-N8, N2-N19, N19-N18 et N18-N16 pour corriger les pressions.

## V. MODELISATION DES RESEAUX AVEC LE MODELE EPANET

### a. Présentation du logiciel Epanet 2.0.Fr

Epanet est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et qualitatif de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression. Du point de vue hydraulique, Epanet calcule le débit et la vitesse dans chaque tuyau, la pression à chaque nœud, le niveau de l'eau dans les réservoirs et la concentration en substances chimiques dans les différentes parties du réseau, au cours d'une durée de simulation divisée en plusieurs étapes. Le logiciel a pour objectif une meilleure compréhension de l'écoulement et de l'usage de l'eau dans les systèmes de distribution. Il peut être utilisé pour différents types d'applications dans l'analyse des systèmes de distribution.

De plus Epanet nous permet de vérifier si les réseaux d'extension remplissent ou pas leurs fonctions principales conformément aux exigences en vigueur à savoir desservir de l'eau avec une pression requise. Elle permet également de détecter les zones de fonctionnement déficitaire et le dimensionnement de travaux d'amélioration du réseau ou d'extension.

Disponible sous Windows, Epanet fournit un environnement intégré pour l'édition de données de réseau, pour l'exécution de simulations hydrauliques et de simulations qualité et pour l'affichage des résultats sous plusieurs formats (des cartes avec des codes couleurs, des tableaux et des graphiques).

### b. Méthodologie

Le modèle a été conçu à partir du plan dessiné sur Autocad (enregistré sous format *dxf*), converti en format *inf* à l'aide du logiciel de conversion Epacad pour pouvoir importer le schéma du réseau sur Epanet. Nous avons ensuite renseigné le modèle en saisissant les propriétés des nœuds (altitude en m et demande en eau en l/s), les propriétés des tuyaux du réseau (longueur en m, diamètre en mm et rugosité) et la charge de la bâche en m. Avant de lancer la simulation, un ensemble d'options de simulation ont été sélectionnées. Il s'agit:

- ✓ la formule des pertes de charge : Hazen Williams ;
- ✓ l'unité de débit : litre par seconde ;
- ✓ la durée de simulation : 24 heures.

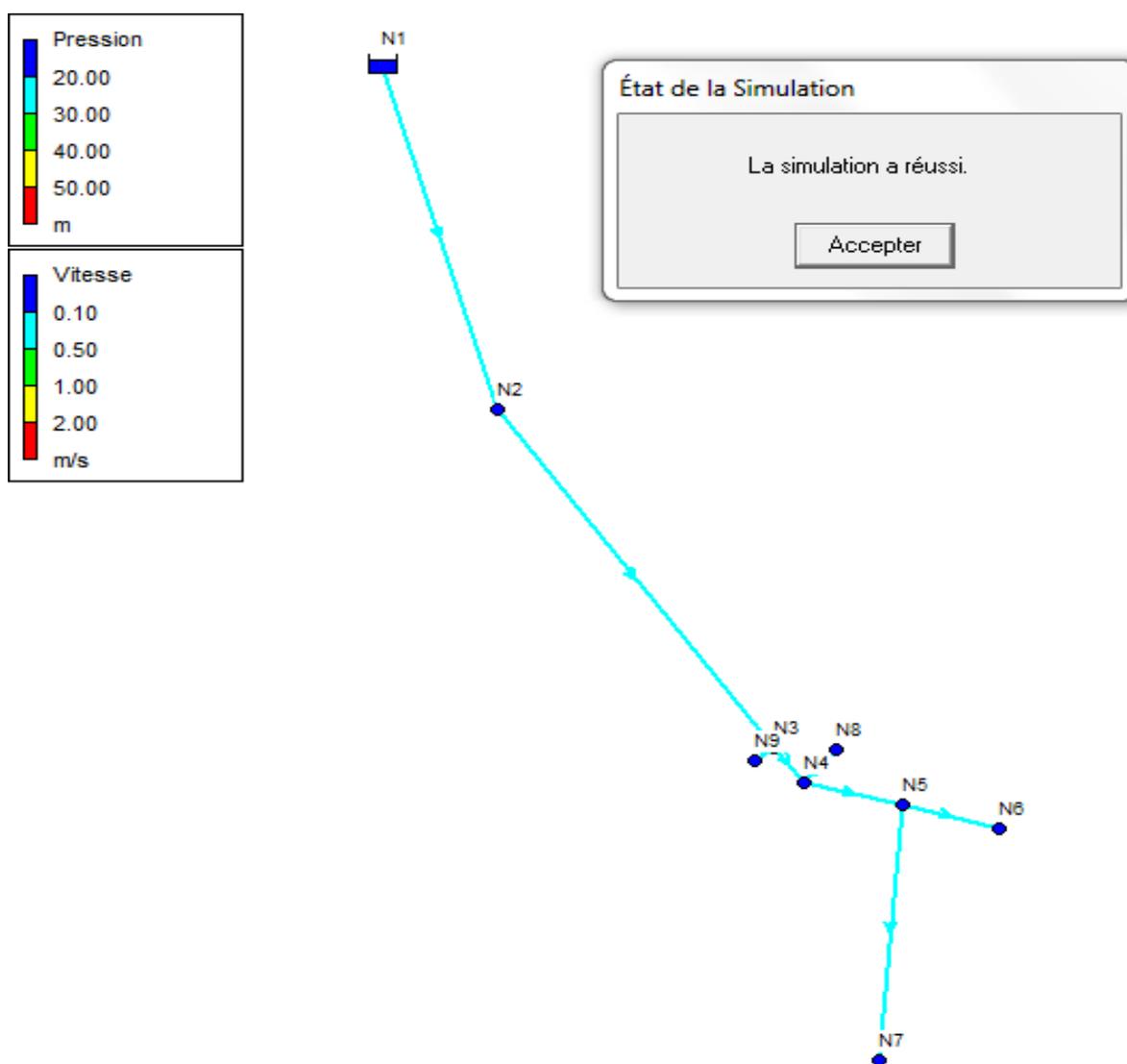
### c. Résultats de la simulation

Les résultats calculés à chacun des intervalles de temps d'une simulation sont :

- ✓ la charge hydraulique aux nœuds (en m) ;
- ✓ la pression au niveau des nœuds (en m) ;
- ✓ le débit des conduites (en l/s) ;
- ✓ la vitesse de l'écoulement de l'eau dans les conduites (en m/s) ;
- ✓ la perte de charge (en m).

#### i. Réseau d'extension de Mbampana vers Ngol et Diob

La faisabilité technique doit être vérifiée à différents niveaux. Après la saisie des données sur Epanet, on a lancé la simulation ; la figure ci-dessous montre le résultat.



**Figure 5 :** Résultats de la simulation du réseau d'extension de Mbampana vers Ngol et Diob à 18 h

L’approvisionnement en eau potable des localités de Ngol et Diob constituant le réseau ci-dessus est stable, fonctionnel et performant en termes de desserte. Les pressions sont admissibles en période de forte consommation. Tous les nœuds ont une pression comprise entre 5 et 12,8 mCE, et 88 % des conduites ont une vitesse comprise entre 0,3 et 1,2 m/s. Les tableaux suivants montrent en détails les résultats de la simulation.

**Tableau 9** : Résultats de l’état des tronçons après simulation du réseau d’extension de Mbampana-Ngol-Diob à 18 h

État des Arcs du Réseau à 18:00 Heures						
ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km	État
Tuyau N2-N3	1900	125	4.25	0.35	1.07	Ouvert
Tuyau N3-N4	200	110	3.19	0.34	1.19	Ouvert
Tuyau N4-N5	400	90	2.13	0.33	1.51	Ouvert
Tuyau N5-N6	400	63	1.06	0.34	2.45	Ouvert
Tuyau N3-N9	100	63	1.06	0.34	2.45	Ouvert
Tuyau N4-N8	200	63	1.06	0.34	2.45	Ouvert
Tuyau N5-N7	1175	90	1.06	0.17	0.45	Ouvert
Tuyau N1-N2	1580	125	5.11	0.42	1.49	Ouvert

**Tableau 10** : Résultats de l’état des nœuds après simulation du réseau d’extension de Mbampana-Ngol-Diob à 18 h

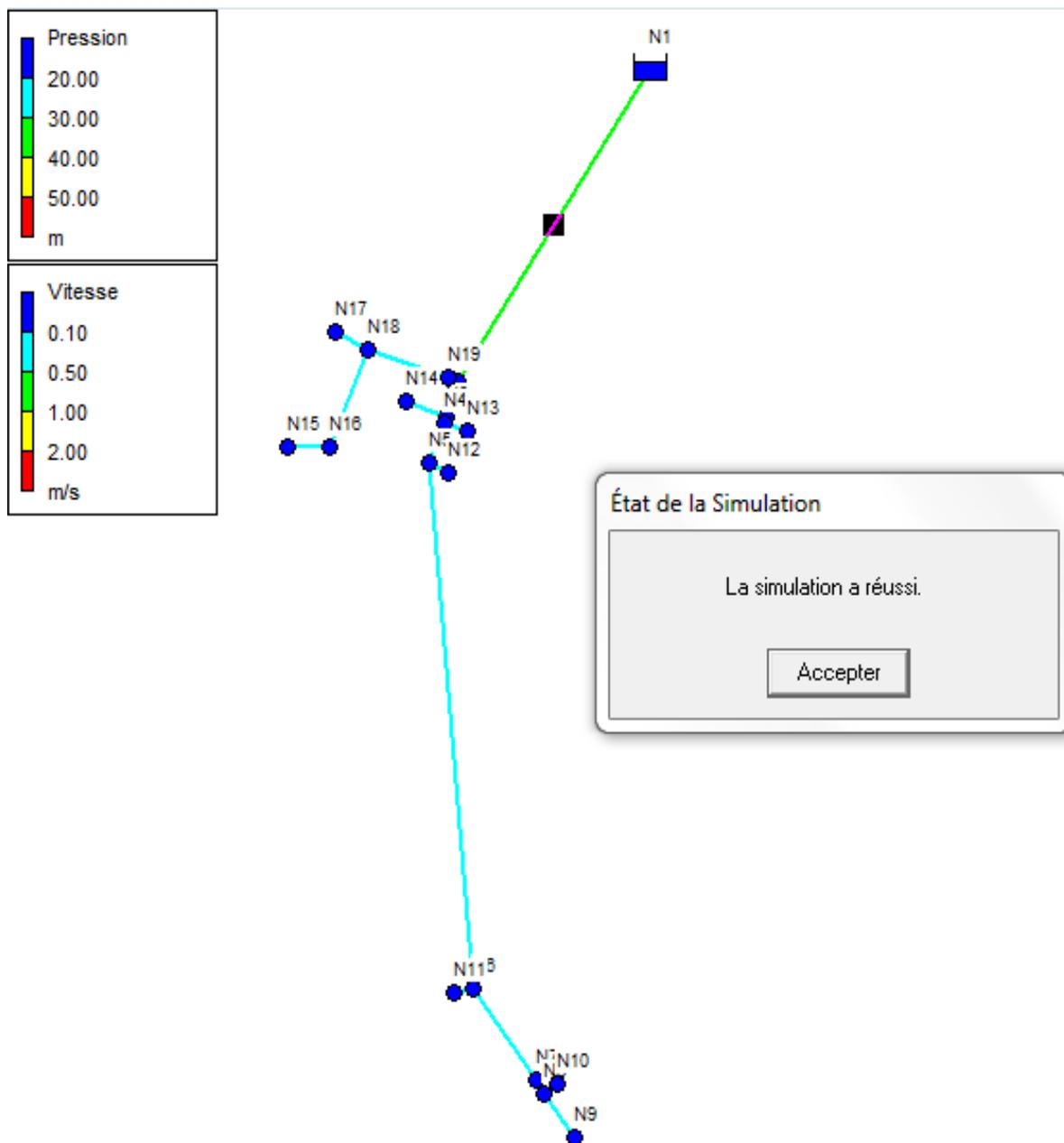
État des Nœuds du Réseau à 18:00 Heures

ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Noeud N2	106.73	0.859	114.64	7.91
Noeud N3	100.47	0	112.60	12.13
Noeud N4	99.53	0	112.37	12.84
Noeud N5	106.4	0	111.76	5.36
Noeud N6	104.55	1.063	110.78	6.23
Noeud N9	101.07	1.063	112.36	11.29
Noeud N8	99.39	1.063	111.88	12.49
Noeud N7	106.25	1.063	111.24	4.99
Bâche N1	117	Sans Valeur	117.00	0.00

Les résultats de la modélisation du réseau confirment que le dimensionnement du réseau ci-dessus (sur Excel) est convenable.

### ii. Réseau d'extension de Fissel Sérère vers Ndoffane et Mbédap

La figure ci-dessous révèle aussi que la simulation du réseau a réussi. Les pressions sont admissibles en période de forte consommation. Tous les nœuds ont une pression comprise entre 3 et 15 mCE, et les vitesses d'écoulement sont admissibles.



**Figure 6:** Résultats de la simulation du réseau d'extension de Fissel Sérère vers Ndoffane et Mbédap à 18 h

Les tableaux suivants montrent en détails les résultats de la simulation du réseau.

**Tableau 11** : Résultats de l'état des tronçons après simulation du réseau d'extension de Fissel Sérère-Ndoffane-Mbédap à 18 h

État des Arcs du Réseau à 18:00 Heures						
ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Etat	
Tuyau N2-N3	175	110	4.51	0.47	Ouvert	
Tuyau N3-N4	25	110	3.90	0.41	Ouvert	
Tuyau N4-N5	200	110	3.28	0.35	Ouvert	
Tuyau N5-N6	2400	110	2.67	0.28	Ouvert	
Tuyau N6-N7	510	90	2.00	0.32	Ouvert	
Tuyau N7-N8	75	90	1.34	0.21	Ouvert	
Tuyau N8-N9	250	63	0.67	0.21	Ouvert	
Tuyau N2-N19	50	90	2.45	0.39	Ouvert	
Tuyau N19-N18	400	90	1.84	0.29	Ouvert	
Tuyau N18-N17	175	63	0.61	0.20	Ouvert	
Tuyau N18-N16	500	90	1.23	0.19	Ouvert	
Tuyau N16-N15	200	63	0.61	0.20	Ouvert	
Tuyau N3-N14	200	63	0.61	0.20	Ouvert	
Tuyau N4-N13	115	63	0.61	0.20	Ouvert	
Tuyau N5-N12	100	63	0.61	0.20	Ouvert	
Tuyau N6-N11	100	63	0.67	0.21	Ouvert	
Tuyau N8-N10	75	63	0.67	0.21	Ouvert	
Tuyau N1-N2	1700	110	6.96	0.73	Ouvert	

**Tableau 12** : Résultats de l'état des nœuds après simulation du réseau d'extension de Mbampana-Ngol-Diob à 18 h

État des Nœuds du Réseau à 18:00 Heures

ID Nœud	Altitude m	Demande Base LPS	Charge m	Pression m
Nœud N2	101.68	0	114.80	13.12
Nœud N3	100.72	0	114.42	13.70
Nœud N4	100.3	0	114.38	14.08
Nœud N5	101.65	0	114.13	12.48
Nœud N6	101.35	0	112.04	10.69
Nœud N7	107.38	0.668	111.35	3.97
Nœud N8	107.15	0	111.30	4.15
Nœud N9	106.25	0.668	111.03	4.78
Nœud N19	100.86	0.613	114.71	13.85
Nœud N18	100.44	0	114.24	13.80
Nœud N17	99.66	0.613	114.08	14.42
Nœud N16	101.23	0.613	113.95	12.72
Nœud N15	101.79	0.613	113.77	11.98
Nœud N14	100.01	0.613	114.23	14.22
Nœud N13	99.48	0.613	114.27	14.79
Nœud N12	101.01	0.613	114.03	13.02
Nœud N11	101.56	0.668	111.94	10.38
Nœud N10	106.99	0.668	111.22	4.23
Bâche N1	123	Sans Valeur	123.00	0.00

## VI. IDENTIFICATION DES PIÈCES SPECIFIQUES ET ETABLISSEMENT DU CAHIER DES NŒUDS

### a. Pièces spéciales et accessoires hydrauliques de BF

La borne fontaine comprend les pièces spéciales et accessoires hydrauliques suivants :

- ✓ un embout fileté PE DN32/AG DN20 ;
- ✓ des éléments de tube AG (acier galvanisé) DN 20 (¾ pouce) entre l'entrée de la borne-fontaine et les robinets de puisage ;
- ✓ un té AG DN 20 et deux mamelons F/F AG DN 20 pour montage des robinets de puisage ;
- ✓ une vanne d'arrêt ¼ tour DN 20 ;
- ✓ un compteur d'eau DN 20 en montage vertical avec des raccords unions ;
- ✓ deux robinets de puisage DN 20, type ¼ de tour à obturateur à boule.

### b. Raccordement de la BF au réseau de distribution

Le raccordement de la borne-fontaine au réseau de distribution est à réaliser par tube PE DN 32 au moyen des accessoires hydrauliques suivants :

- ✓ un robinet de prise en charge DN 32 sur conduite de distribution PVC DN 63, muni d'un embout fileté PE pour raccordement du tube PE DN 32 ;
- ✓ une section de tube PE DN 32 PN10 de longueur maximale 3 m.

### c. Ventouses et vidanges

Les ventouses seront du modèle RND 60, de pression minimale PN10 et de gabarit de raccordement des brides GN 10. Les ventouses seront installées dans un regard conforme au plan type SONES.

Les vidanges seront composées de té en fonte, de RVR DN 80, de coude sous bouche à clé et de tubulure en acier de diamètre 200 mm conformément au plan type SONES.

### d. Cahier des nœuds

Le cahier des nœuds de chacun des réseaux d'extension est joint en *annexe IV et V*.

## **VII. OUVRAGES GENIE CIVIL**

### **a. Spécifications techniques de la borne fontaine**

Les bornes fontaines sont d'un modèle unique à deux (2) robinets et à réaliser suivant les plans types en annexe.

La borne-fontaine comprendra les éléments de construction suivants :

- ✓ une dalle anti-bourbier en béton armé de 1,80 m x 1,50 m (dimensions extérieures), d'épaisseur 0,15 m, reposant sur un lit de sable compressé. Deux pentes et un muret périphérique sont aménagés sur l'aire assainie pour guider les eaux usées vers une bouche d'évacuation de 0,25 m x 0,25 m de profondeur 0,40 m recouverte d'une grille métallique. La dalle anti-bourbier et la borne-fontaine sont enduites d'une couche de chape ;
- ✓ un muret en béton armé de hauteur 0,80 m, épaisseur 0,20 cm sera construit en bordure de la dalle suivant la longueur. Deux robinets seront fixés sur ce mur. La tuyauterie en acier galvanisé devra être coulée dans le muret en béton armé. Un regard accolé au muret de dimensions intérieures 0,8 m x 0,3 m x 0,5 m (L x l x P) abritera la vanne d'arrêt et le compteur. Il sera muni d'un couvercle métallique avec un cadenas de fermeture.
- ✓ une conduite d'évacuation en PVC DN90 PN6, reliant la bouche d'évacuation au puisard et dotée d'une pente suffisante pour l'écoulement de l'eau vers le puisard ; sa longueur est au minimum de 5 m.
- ✓ un puisard pour la collecte des eaux usées ; il est réalisé en maçonnerie, rempli de blocs de roches concassées et busées jusqu'à hauteur de 0,5 m au-dessous de la limite supérieure. Ses dimensions sont de 1,00 m x 1,00 m, profondeur 1,50 m. Il est couvert par une dalle en béton armé d'épaisseur 10 cm comme indiqué dans les plans en annexe.

### **b. Spécifications techniques des Regards de ventouses et vannes de sectionnement**

Ils sont au nombre de seize (16). Les vannes, les ventouses et les accessoires de purge seront placés dans des regards spécifiques en agglomérés de ciment. Des butées en béton armé viennent supporter les pièces spéciales présentes dans le regard dont les caractéristiques sont les suivantes :

- ✓ la section est de 1,20 m x 1,20 m ;
- ✓ la profondeur sera de 1,80 m ;
- ✓ le fond du regard est recouvert d'une couche de béton de propreté d'épaisseur 10 cm reposant sur un lit de sable compressé ;
- ✓ le regard est recouvert par une dalle en béton armé épaisseur 7 cm avec un cadre en cornière acier 3 cm.

### c. Pose des canalisations

Nous admettons une profondeur moyenne de 1 m ( $h = 1$  m) pour la fouille et qui oscille entre 0,8 et 1,2 m selon les zones (voir les profondeurs de canalisations sur les profils en long en annexe). La largeur de tranchée sera égale à 40 cm. Les tuyaux seront placés en fond de fouille et reposeront sur un lit de pose constitué de sable de 10 cm d'épaisseur. Le remblai se fera avec du tout venant.

## VIII. EVALUATION FINANCIERE DU PROJET

L'évaluation financière est faite sur la base des prix appliqués sur des marchés similaires en 2014 - 2015. Le total général du projet s'élève à soixante dix neuf millions sept cent cinquante six mille six cent quarante six francs CFA toutes taxes comprises (**79 756 646 F CFA TTC**).

L'AEP des localités de Ngol et Diob s'évalue au montant de trente six millions cinq cent quarante et un mille cent soixante cinq francs CFA toutes taxes comprises (**36 541 165 F CFA TTC**).

L'AEP des localités de Ndoffane et Mbédap s'évalue au montant de quarante trois millions deux cent quinze mille quatre cent quatre vingt et un francs CFA toutes taxes comprises (**43 215 481 F CFA TTC**).

Les tableaux d'évaluation financière du projet sont joints en *annexe XXXIII*.

## **IX. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS**

Les études techniques détaillées pour l'alimentation en eau potable montre qu'il est bien possible d'étendre le réseau d'AEP du Notto Diosmone Palmarin (NDP) vers les villages de Diob, Ndoffane et Mbédap et le quartier Ngol de la commune de Fissel n'ayant pas accès à l'eau potable. La réalisation de ce projet permettra de desservir près de 2 625 personnes en 2016 jusqu'à 4 044 personnes en 2036 et d'augmenter de 8 % le taux d'accès en eau potable de la commune. Elle permettra aussi de soulager les populations de la commune dans la corvée d'eau qui est une tâche souvent réservée aux femmes et aux enfants, de réduire les maladies d'origine hydrique et de contribuer au développement socio-économique de Fissel.

Les études techniques ont permis de décrire les caractéristiques des équipements à mettre en œuvre pour chaque réseau d'extension et de décrire les spécifications techniques des pièces, matériels et des procédés de réalisation. Les plans d'exécution sont joints en annexes du présent document.

Enfin, des recommandations suivantes sont formulées :

- ✓ un plaidoyer qui visera à inciter les partenaires financiers à œuvrer pour la réalisation diligente du projet afin de mettre fin aux difficultés que rencontrent les populations des localités de Diob, Ndoffane, Mbédap et Ngol pour s'approvisionner en eau ;
- ✓ un contrôle permanent des travaux en phase d'exécution ;
- ✓ un suivi rigoureux de la maintenance et du contrôle des ouvrages (étanchéité des vannes, des robinets, etc.) en phase de fonctionnement. Ce travail doit être effectué par la SEOH ;
- ✓ une bonne implication des services locaux de la commune dans le système de gestion de l'eau potable ;
- ✓ un nettoyage des bornes fontaines et ses environs ;
- ✓ des campagnes de sensibilisation permettront de changer positivement le comportement de la population de Fissel vis-à-vis de l'usage de l'eau. Leur rôle est d'apprendre l'utilisation de la borne fontaine aux usagers, de leur expliquer le bien fondé de l'opération et les conséquences qui résulteraient d'une mauvaise utilisation ;
- ✓ l'éducation sanitaire est également nécessaire pour expliquer les conséquences néfastes de certaines pratiques sur la propreté de l'environnement des bornes fontaines et leur incidence sur la santé des utilisateurs (dépôt d'ordure autour de la borne fontaine, dépôt de sable ou d'objets risquant de boucher la canalisation de drainage des eaux, etc.).

## X. BIBLIOGRAPHIE

### Ouvrages et articles

- Backiny-Yetna, Prosper, Mayacine Camara, Djibril Ndoye, Papa Thiecouta Ndiaye, Clarence Tsimpo, and Quentin Wodon. 2010. "Progress under the Growth and Poverty Reduction Strategy of Senegal." *Perspective Africaine* 5 (1-3): 1–27.
- Barbier, Bruno, Hama Yacouba, Amadou Hama Maïga, Gil Mahé, and Jean-Emmanuel Paturel. 2009. "Le Retour Des Grands Investissements Hydrauliques En Afrique de l'Ouest: Les Perspectives et Les Enjeux." *Géocarrefour* 84 (1-2): 31–41.
- Frailé, Inès. 2006. "L'Eau En Afrique. Le Financement Des Investissements." *Annales Des Mines. Responsabilité & Environnement, Numéro Spécial, L'eau En Afrique: Fatalités Géographiques, Enjeux Politiques*, 99–110.
- Jaglin, Sylvie. 2010. "Gouvernance Des Réseaux et Accés Des Pauvres A L'eau Potable Dans Les Villes d'Afrique Subsaharienne." *Gouvernance et Appropriation Locale Du Développement: Au-Delà Des Modèles Importés*, 107–35.
- Julien, Frédéric. 2006. "Maîtrise de L'eau et Développement Durable En Afrique de L'ouest: De La Nécessité D'une Coopération Régionale Autour Des Systèmes Hydrologiques Transfrontaliers." *Vertigo-La Revue Électronique En Sciences de L'environnement* 7 (2).
- Lasserre, Frédéric. 2006. "Le Partage de L'eau Dans Le Monde: Un Enjeu Majeur Du Xxe Siècle." *Mélanges de La Casa de Velázquez. Nouvelle Série*, no. 36-2: 171–83.
- Reine, Bohbot. 2008. "L'accès À L'eau Dans Les Bidonvilles Des Villes Africaines."
- Repussard, Clément. 2011. "Le Service Public de L'eau Potable En Milieu Rural Au Sénégal: L'exemple de La Communauté Rurale de Moudéry."
- VALFREY, Bruno. 1996. "La Gestion et La Maintenance Des Petits Réseaux AEP Au Sénégal." *AFVPISF (Paris)* 2.
- Document du Projet Fissel version 010416 par Eau Vive, Avril 2016
- Rapport annuel Eau Vive, 2014
- Cours d'AEP 2iE, Roland O. Yonaba, 21 Avril 2015
- Cours d'hydraulique, Amadou Lamine MAR, Groupe des Ecoles EIER-ETSHER, Avril 2003

## **Sites internet**

[www.pepam.gouv.sn/](http://www.pepam.gouv.sn/)

[www.eau-vive.org](http://www.eau-vive.org)

[www.ands.sn](http://www.ands.sn)

[www.sendeveloppementlocal.com/](http://www.sendeveloppementlocal.com/)

### **URL :**

### **Dates de consultation :**

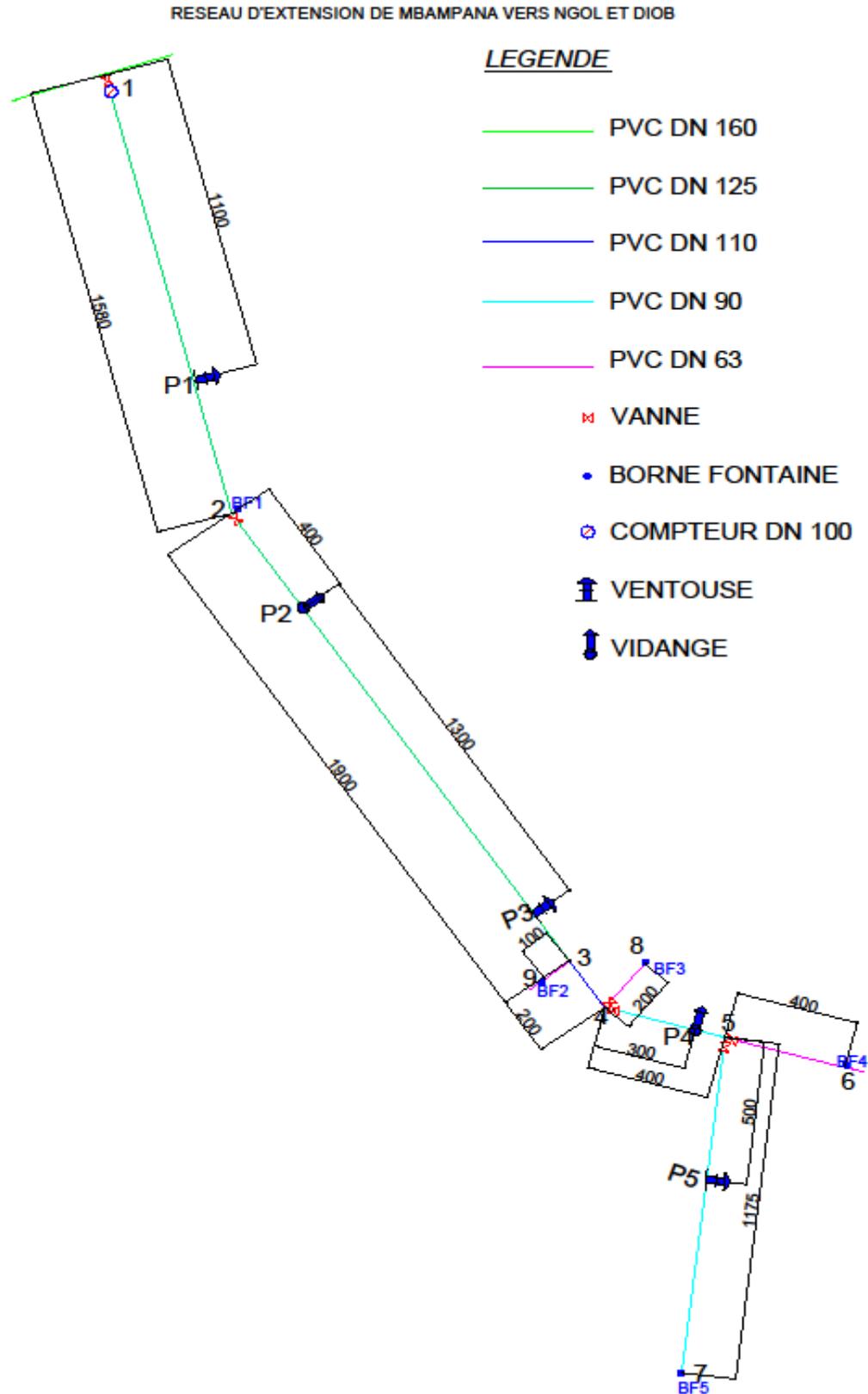
<a href="http://www.seneneews.com/2014/05/21/taux-dacces-a-leau-potable-au-senegal_82023.html">http://www.seneneews.com/2014/05/21/taux-dacces-a-leau-potable-au-senegal_82023.html</a>	30/04/2016
<a href="http://www.pepam.gouv.sn/docs/RapportRAC2014.pdf">http://www.pepam.gouv.sn/docs/RapportRAC2014.pdf</a>	30/04/2016
<a href="http://www.eau-vive.org/fr/senegal/actus/">http://www.eau-vive.org/fr/senegal/actus/</a>	02/05/2016
<a href="http://cfpfissel.net/pages/partenaire.html">http://cfpfissel.net/pages/partenaire.html</a>	02/05/2016
<a href="http://www.populationdata.net/?option=continent&amp;cid=1&amp;nom=afrique">http://www.populationdata.net/?option=continent&amp;cid=1&amp;nom=afrique</a>	06/05/2016
<a href="http://www.ands.sn/index.php?option=com_ands&amp;view=theme&amp;id=9&amp;Itemid=294#">http://www.ands.sn/index.php?option=com_ands&amp;view=theme&amp;id=9&amp;Itemid=294#</a>	07/05/2016
<a href="http://fr.slideshare.net/rolandyonaba/cours-dadduction-en-eau-potable-47234215">http://fr.slideshare.net/rolandyonaba/cours-dadduction-en-eau-potable-47234215</a>	18/05/2016
<a href="http://fr.slideshare.net/rolandyonaba/hydraulique-en-charge">http://fr.slideshare.net/rolandyonaba/hydraulique-en-charge</a>	18/05/2016

## XI. ANNEXES

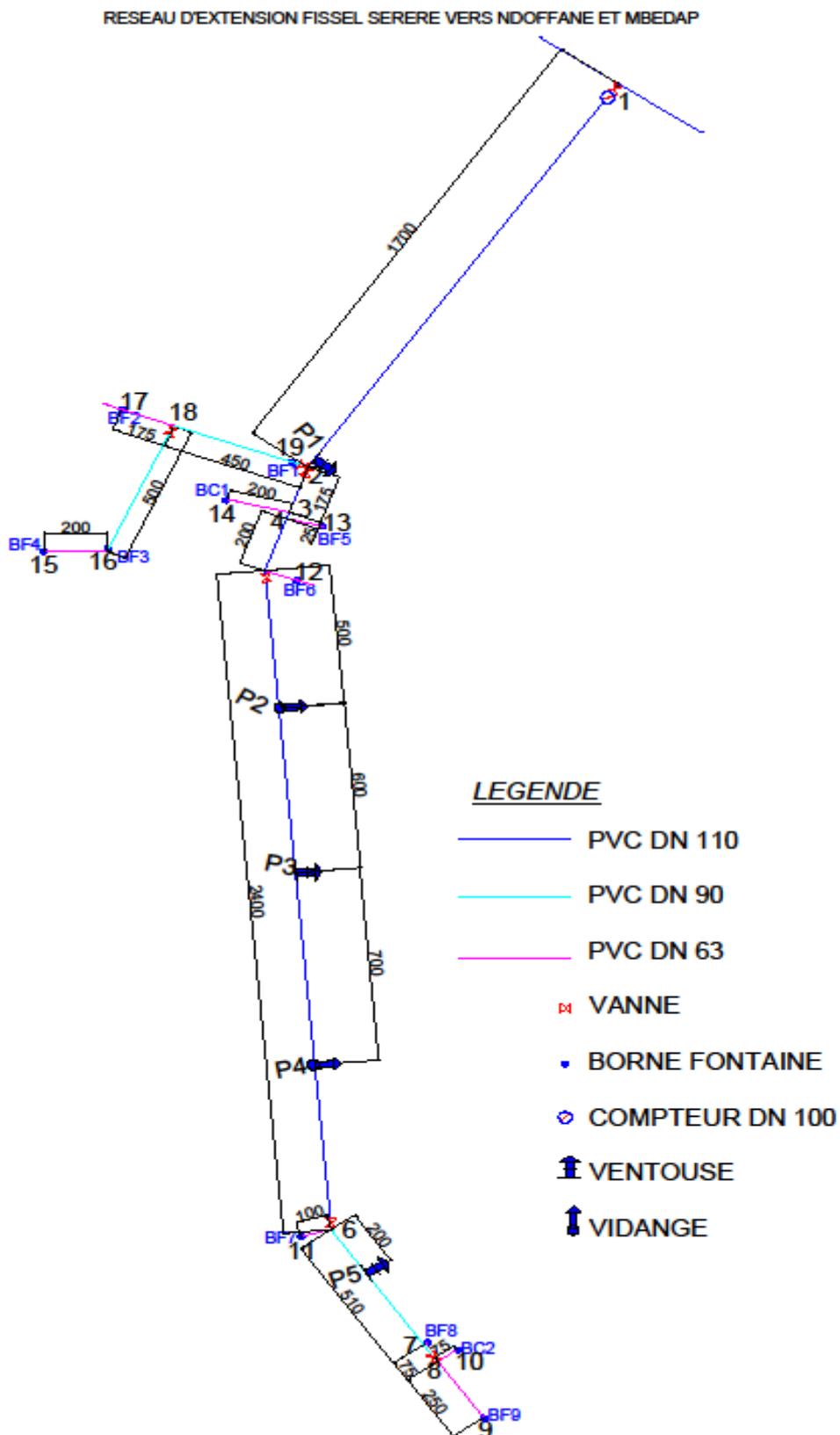
### Annexe I : Coordonnées géographiques de l'emplacement des BF/BC

Localités	BF/BC	Coordonnées : latitude N/longitude W
Ngol	BF1	14° 30' 50,86'' N
		16° 38' 10,62'' W
Diob	BF2	14° 29' 59,26'' N
		16° 37' 40,16'' W
	BF3	14° 29' 59,98'' N
		16° 37' 27,78'' W
BF4	14° 29' 49,18'' N	
	16° 37' 04,20'' W	
BF5	14° 29' 23,17'' N	
	16° 37' 28,41'' W	
Ndoffane	BF1	14° 30' 48,04'' N
		16° 36' 25,51'' W
	BF2	14° 30' 59,44'' N
		16° 36' 38,73'' W
	BF3	14° 30' 41,73'' N
		16° 36' 42,69'' W
	BF4	14° 30' 41,19'' N
16° 36' 48,64'' W		
BF5	14° 30' 37,59'' N	
	16° 36' 17,89'' W	
BF6	14° 30' 30,86'' N	
	16° 36' 23,47'' W	
BC1	14° 30' 42,81'' N	
	16° 36' 29,84'' W	
Mbédap	BF7	14° 29' 15,85'' N
		16° 36' 15,79'' W
	BF8	14° 29' 00,78'' N
		16° 36' 04,32'' W
BF9	14° 28' 51,97'' N	
	16° 35' 58,45'' W	
BC2	14° 28' 59,02'' N	
	16° 36' 00,66'' W	

## Annexe II : Vue en plan du réseau d'extension de Mbampana vers Ngol et Diob



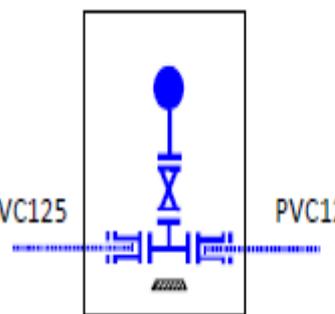
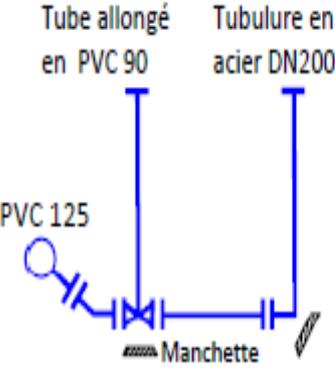
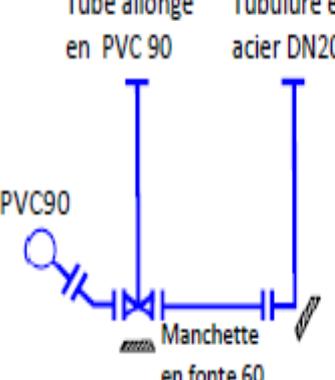
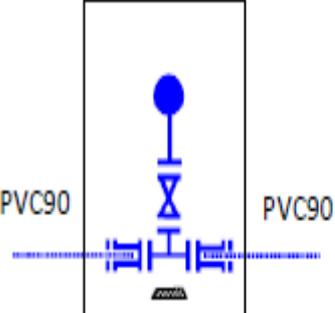
### Annexe III : Vue en plan du réseau d'extension de Fissel Sérère vers Ndoffane et Mbédap



### Annexe IV : Cahier des nœuds du réseau d'extension de Mbampana vers Ngol et Diob

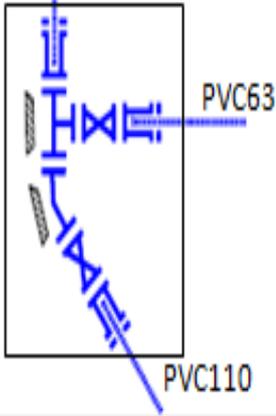
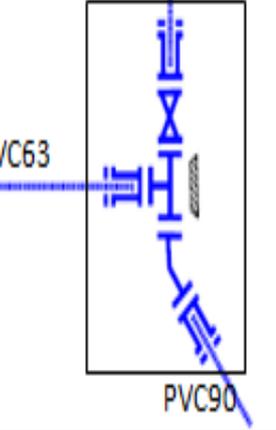
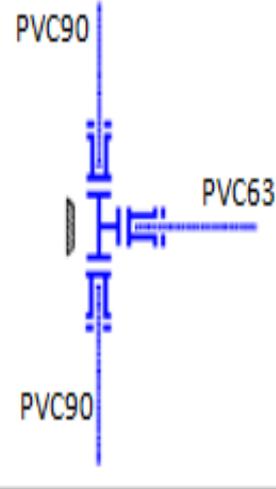
RESEAU D'EXTENSION DE MBAMPANA VERS NGOL ET DIOB			
N° Noeud	Schéma de Noeud	Nombre	Nomenclature des pièces
1		1	1 Té fonte BBB 150/100 1 Joint gibault pour PVC 160 1 Compteur DN100 1 Vanne BB DN100 2 Brides major pour PVC 160 1 Bride major pour PVC 125 1 Butée en béton
2		1	1 Té fonte BBB 100/60 1 Coude 1/8 fonte BB DN100/100 1 Vanne BB DN100 2 Brides major pour PVC 125 1 Bride major pour PVC 63 2 Butées en béton 1 Regard
3		1	1 Té fonte BBTB 100/60 1 Bride major pour PVC 125 1 Bride major pour PVC 110 1 Bride major pour PVC 63 1 Butée en béton

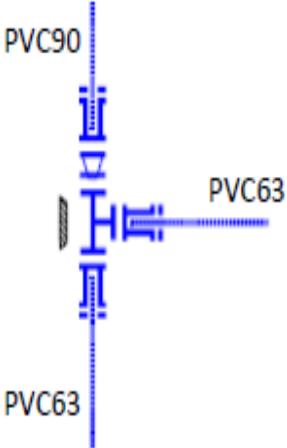
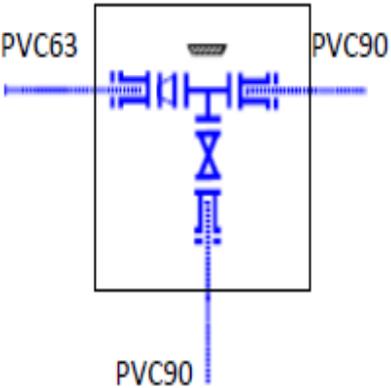
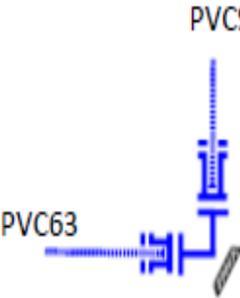
4		1	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Té fonte BBB 100/80</li> <li>2 Vannes BB DN80</li> <li>1 Coude 1/8 fonte BB DN100/80</li> <li>1 Bride major pour PVC 110</li> <li>1 Bride major pour PVC 90</li> <li>1 Bride major pour PVC 63</li> <li>2 Butées en béton</li> <li>1 Regard</li> </ul>
5		1	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Té fonte BBB 80</li> <li>2 Vannes BB DN80</li> <li>2 Brides major pour PVC 90</li> <li>1 Bride major pour PVC 63</li> <li>1 Butée en béton</li> <li>1 Regard</li> </ul>
6, 8, 9		3	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Bouchon PVC 63</li> <li>1 Butée en béton</li> </ul>
7		1	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Bouchon PVC 90</li> <li>1 Butée en béton</li> </ul>

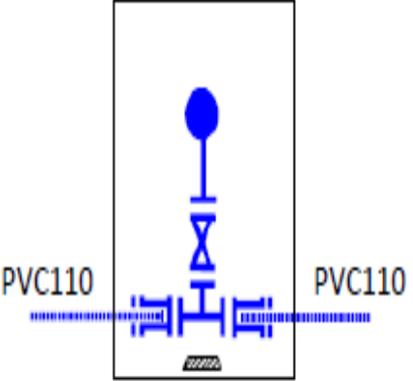
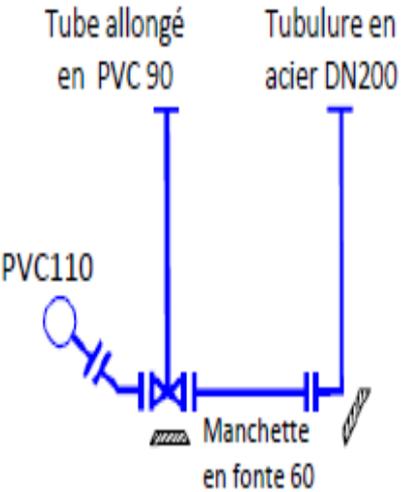
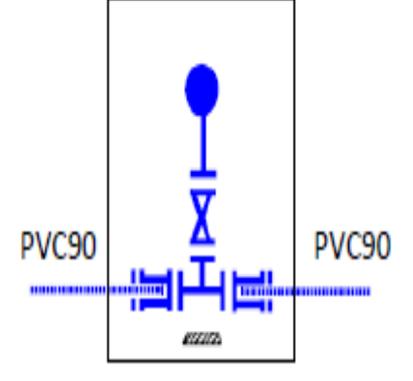
<p>P1, P3</p>		<p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Té en fonte BBB 100/60</li> <li>1 Vanne BB DN60</li> <li>1 Ventouse DN60</li> <li>2 Brides major pour PVC 125</li> <li>1 Butée en béton</li> <li>1 Regard</li> </ul>
<p>P2</p>		<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Té en fonte BBB 100/60</li> <li>1 Coude BB 1/8 DN60</li> <li>1 vanne BB DN80</li> <li>1 Manchette en fonte DN60</li> <li>2 Brides major pour PVC 110</li> <li>1 Bouche à clé complète</li> <li>1 Tubulure en acier DN200 y/c plaque pleine</li> <li>1 Butée en béton</li> <li>1 Dalle en béton armé</li> </ul>
<p>P4</p>		<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Té en fonte BBB 80/60</li> <li>1 Coude BB 1/8 DN60</li> <li>1 vanne BB DN80</li> <li>1 Manchette en fonte DN60</li> <li>2 Brides major pour PVC 90</li> <li>1 Bouche à clé complète</li> <li>1 Tubulure en acier DN200 y/c plaque pleine</li> <li>1 Butée en béton</li> <li>1 Dalle en béton armé</li> </ul>
<p>P5</p>		<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Té en fonte BBB 80/60</li> <li>1 Vannes BB DN60</li> <li>1 Ventouse DN60</li> <li>2 Brides major pour PVC 90</li> <li>1 Butée en béton</li> <li>1 Regard</li> </ul>

**Annexe V : Cahier des nœuds du réseau d'extension de Fissel Sérère vers Ndoffane et Mbédap**

RESEAU D'EXTENSION DE FISSEL SERERE VERS NDOFFANE ET MBEDAP			
N° Noeud	Schéma de Noeud	Nombre	Nomenclature des pièces
1		1	1 Té fonte BBB 100/100 1 Joint gibault pour PVC 110 1 Compteur DN100 1 Vanne BB DN100 3 Brides major pour PVC 110 1 Butée en béton 1 Regard
2		1	1 Té en fonte BBB 100/80 1 Vanne BB DN80 1 Vanne BB DN100 2 Brides major pour PVC110 1 Bride major pour PVC90 1 Butée en béton 1 Regard
3 - 4		2	1 Té en fonte BBB 100/60 2 Brides major pour PVC 110 1 Bride major pour PVC 63 1 Butée en béton

5		1	<p>1 Té en fonte BBB 100/80                  1 Vanne BB DN80                  1 Vanne BB DN100                  1 Coude 1/8 fonte BB DN100                  2 Brides major pour PVC110                  1 Bride major pour PVC63                  2 Butées en béton                  1 Regard</p>
6		1	<p>1 Té en fonte BBB 100/60                  1 Vanne BB DN100                  1 Coude 1/8 BB DN100/80                  1 Bride major pour PVC110                  1 Bride major pour PVC90                  1 Bride major pour PVC63                  1 Butée en béton                  1 regard</p>
7 - 19		2	<p>1 Té en fonte BBB 80/60                  2 Brides major pour PVC90                  1 Brides major pour PVC63                  1 Butée en béton</p>

8		1	<p>1 Té en fonte BBB 60/60</p> <p>1 Réducteur fonte BB 80/60</p> <p>2 Brides major pour PVC63</p> <p>1 Bride major pour PVC90</p> <p>1 Butée en béton</p>
18		1	<p>1 Té en fonte BBB 80/80</p> <p>1 Vanne DN80</p> <p>1 Réducteur fonte BB 80/60</p> <p>2 Brides major pour PVC90</p> <p>1 Bride major pour PVC63</p> <p>1 Butée en béton</p> <p>1 Regard</p>
16		1	<p>1 Coude 1/4 BB DN80/60</p> <p>1 Bride major pour PVC90</p> <p>1 Bride major pour PVC63</p> <p>1 Butée en béton</p>
9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17		8	<p>1 Bouchon PVC63</p> <p>1 Butée en béton</p>

<p>P1, P3</p>		<p>2</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Té en fonte BBB 100/60</li> <li>1 Vanne BB DN60</li> <li>1 Ventouse DN60</li> <li>2 Brides major pour PVC 110</li> <li>1 Butée en béton</li> <li>1 Regard</li> </ul>
<p>P2, P4</p>		<p>2</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Té en fonte BBB 100/60</li> <li>1 Coude BB 1/8 DN60</li> <li>1 vanne BB DN80</li> <li>1 Manchette en fonte DN60</li> <li>2 Brides major pour PVC 110</li> <li>1 Bouche à clé complète</li> <li>1 Tubulure en acier DN200 y/c plaque pleine</li> <li>1 Butée en béton</li> <li>1 Dalle en béton armé</li> </ul>
<p>P5</p>		<p>1</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Té en fonte BBB 80/60</li> <li>1 Vanne BB DN60</li> <li>1 Ventouse DN60</li> <li>2 Brides major pour PVC 90</li> <li>1 Butée en béton</li> <li>1 Regard</li> </ul>

## **Annexe VI : Profils en long du réseau d'extension de Mbampana vers Ngol et Diob**

Profil en long N° 1 : Tronçon principal du point de piquage nœud 1 au nœud 6

Profil en long N° 1-1 : Tronçon secondaire du nœud 3 au nœud 9

Profil en long N° 1-2 : Tronçon secondaire du nœud 4 au nœud 8

Profil en long N° 1-3 : Tronçon secondaire du nœud 5 au nœud 7

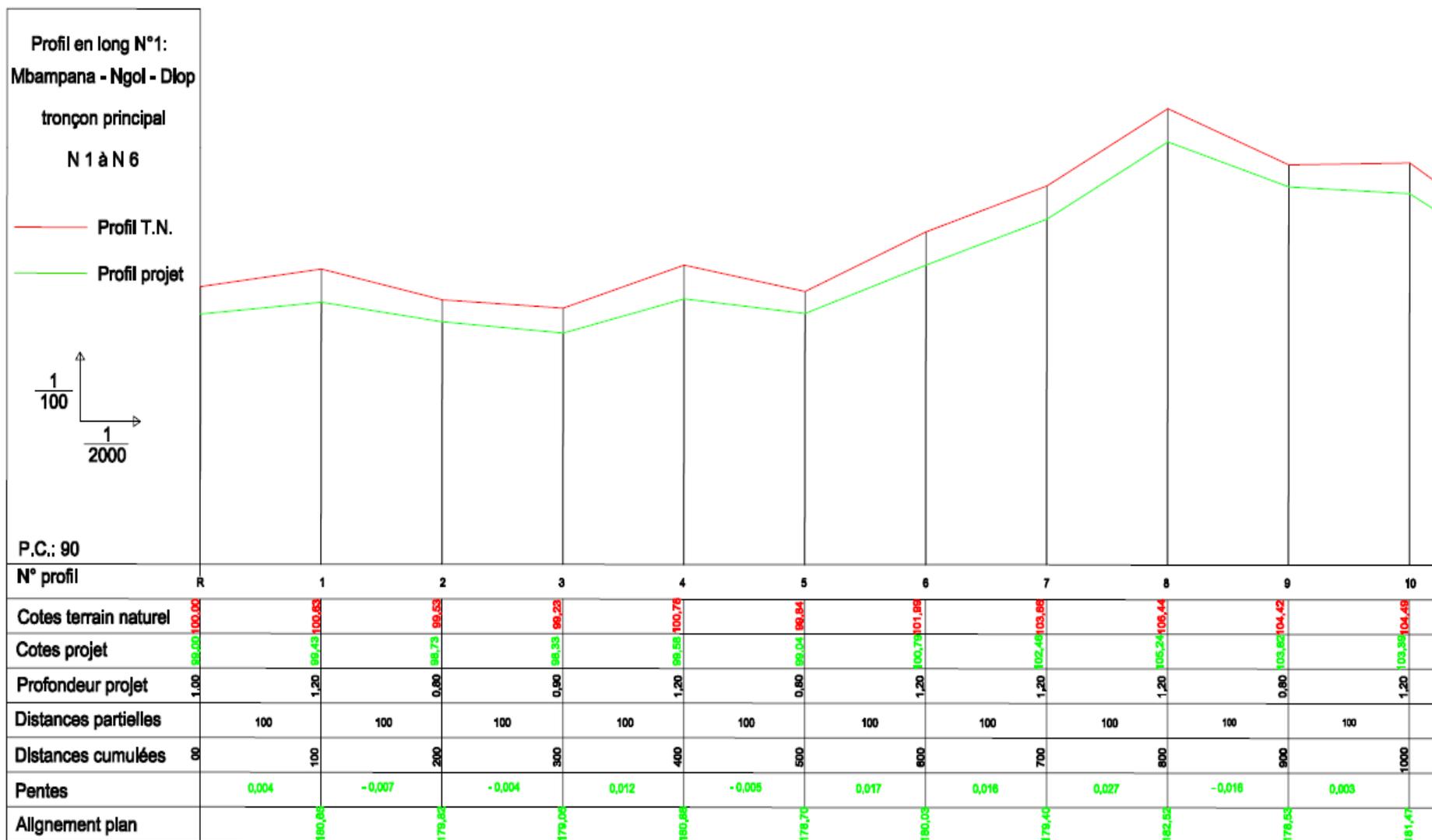
Echelle :

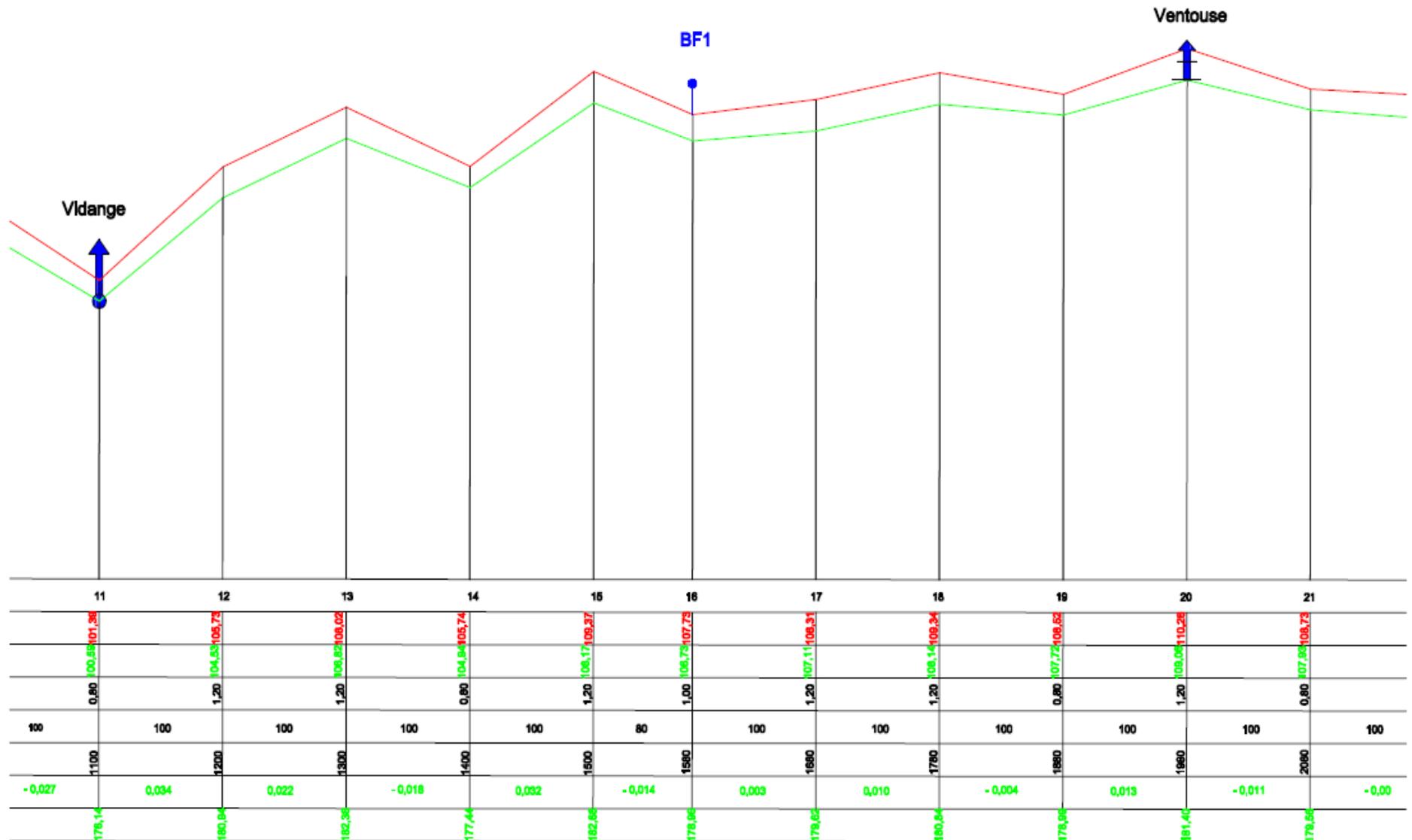
Plan vertical :  $\frac{1}{100}$

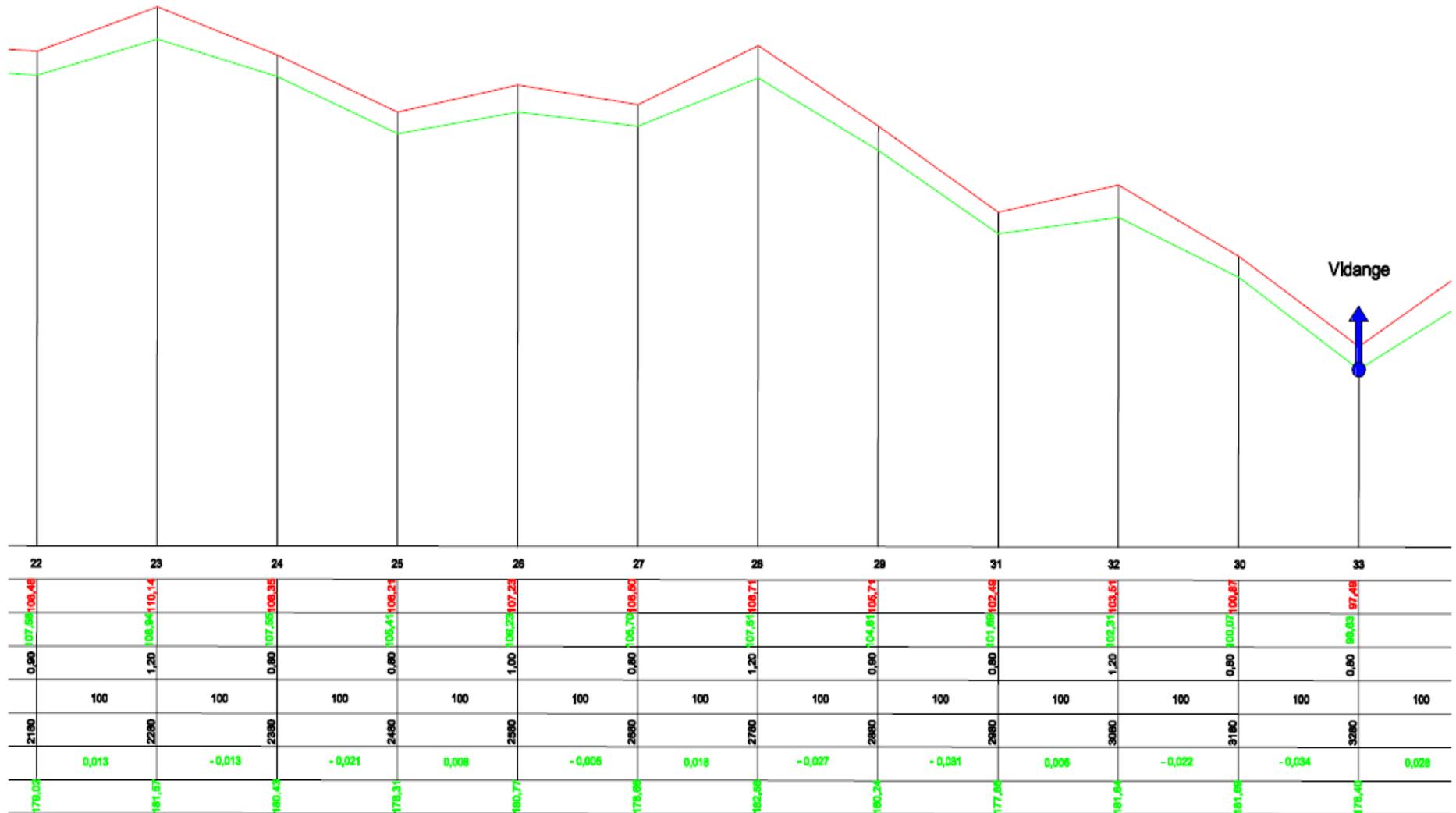
Plan horizontal :  $\frac{1}{2000}$

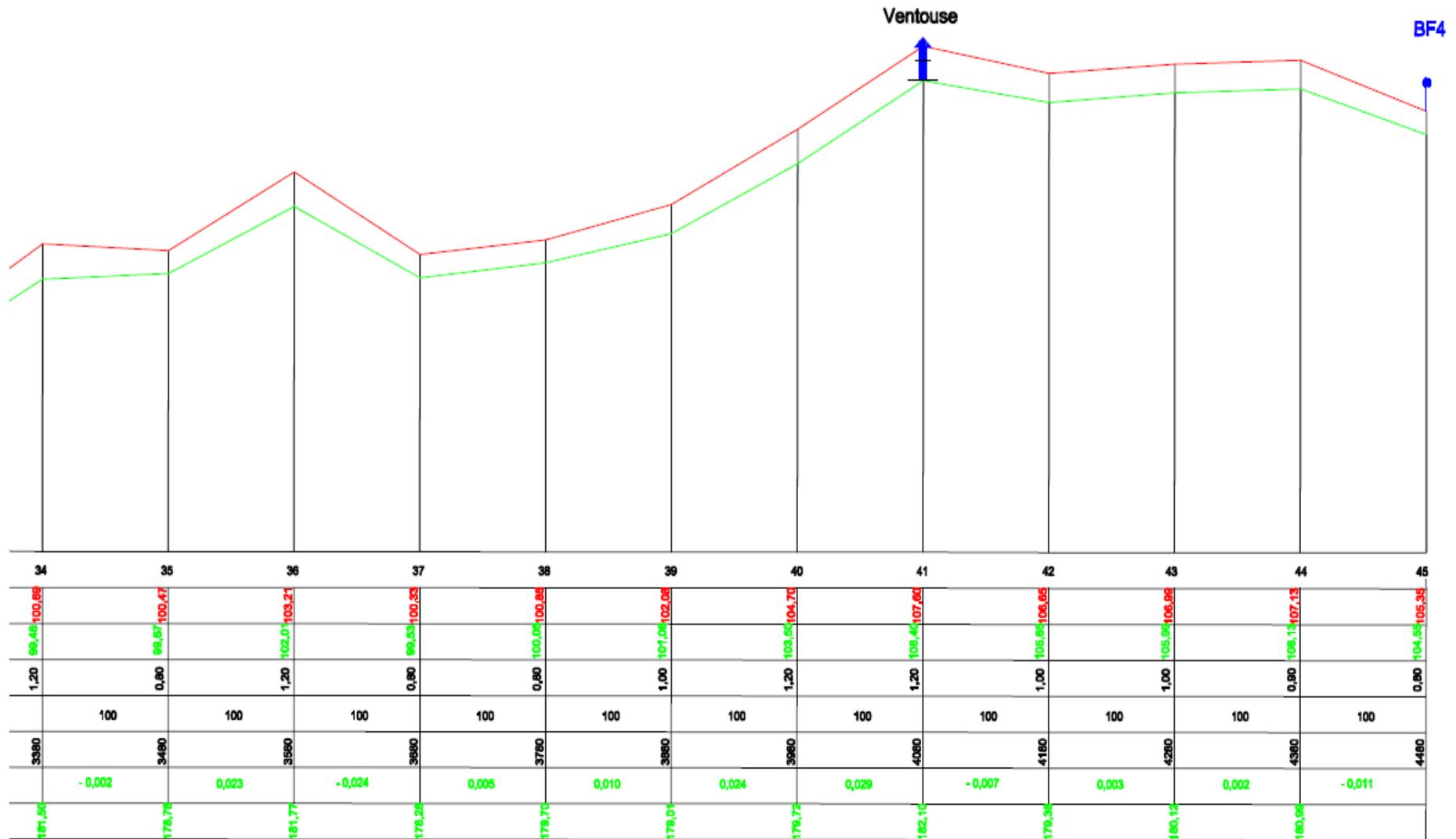
Les profils en fournissent des informations suivantes :

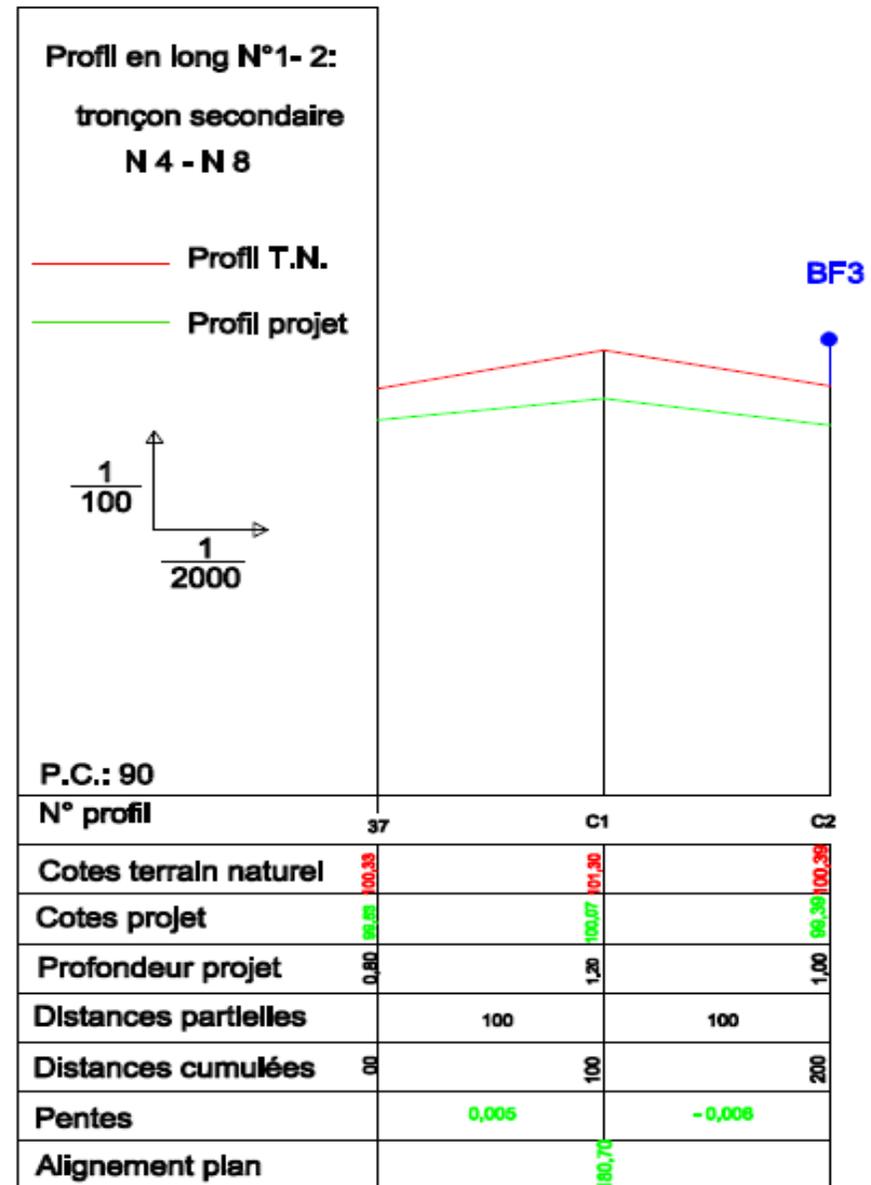
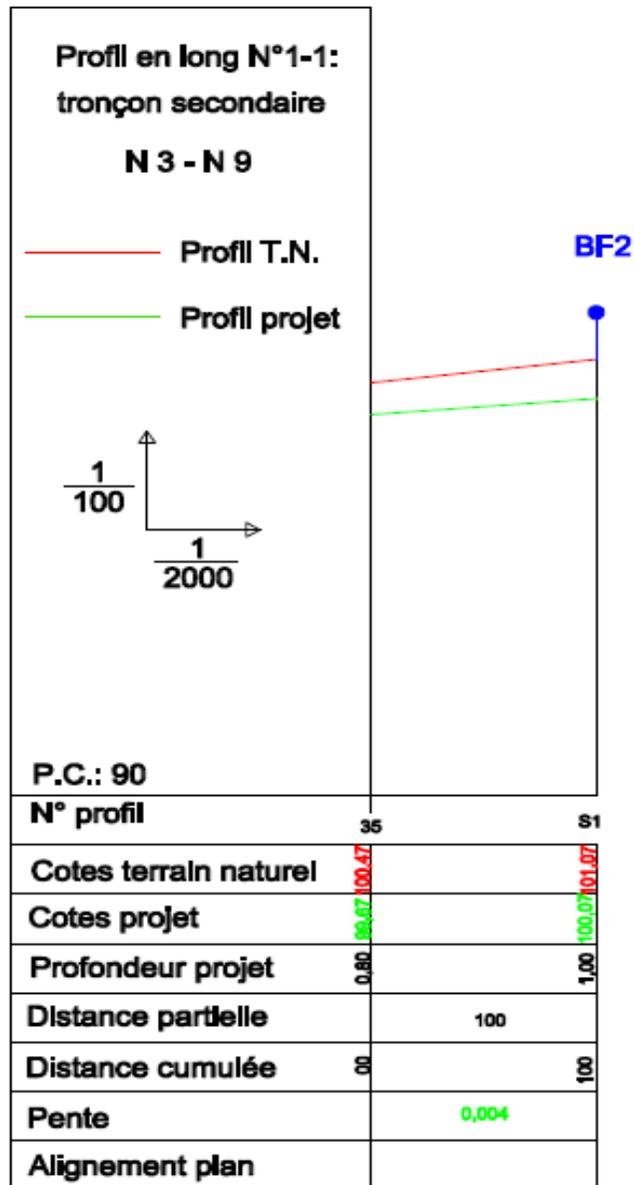
- ✓ Le plan de comparaison (en m) ;
- ✓ Les numéros de profils ;
- ✓ Les cotes du terrain naturel (en m) ;
- ✓ Les cotes du projet (en m) ;
- ✓ Les profondeurs du projet (en m) ;
- ✓ Les distances partielles (en m) ;
- ✓ Les distances cumulées (en m) ;
- ✓ Les pentes du projet ;
- ✓ Les alignements plans (en °).

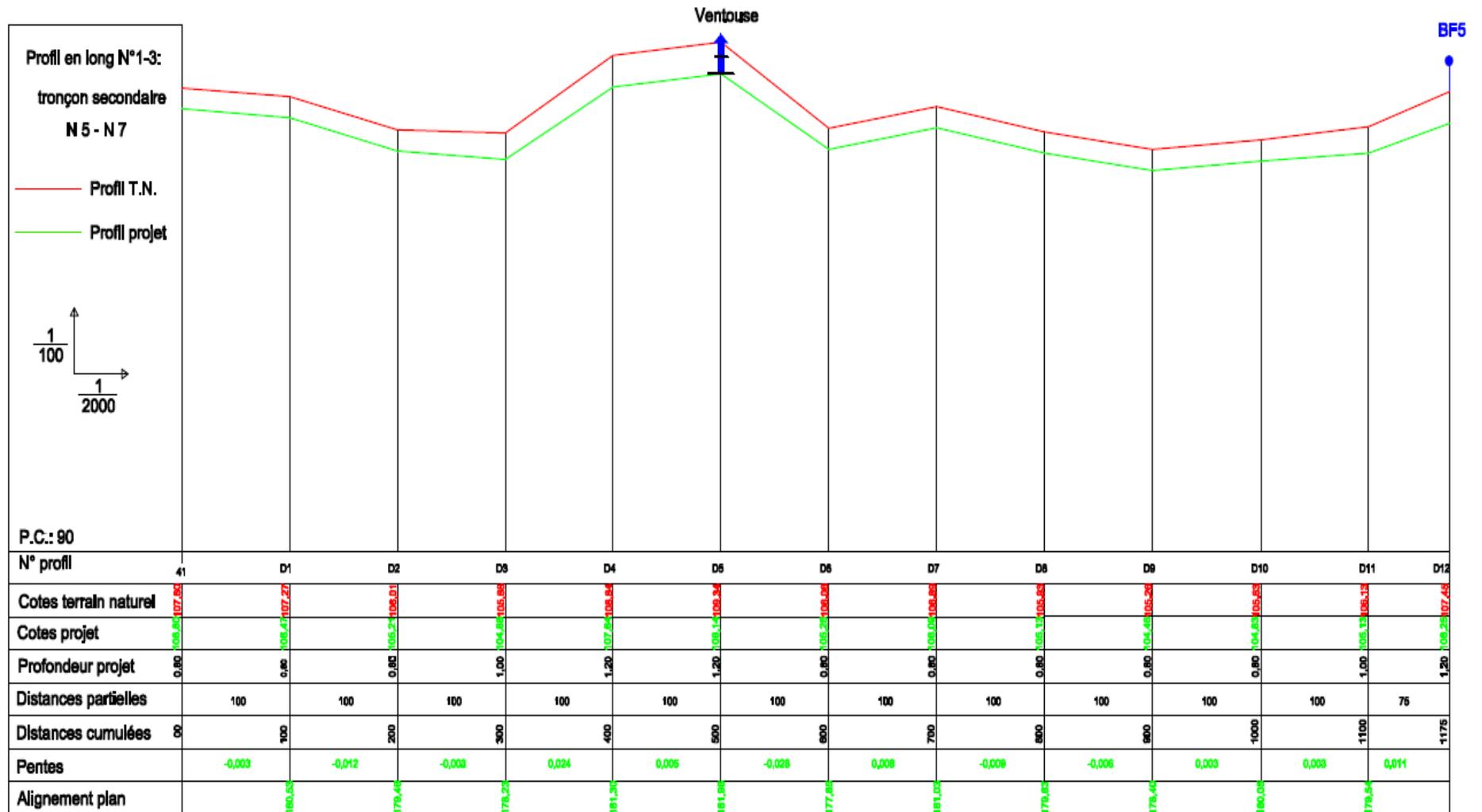












## **Annexe VII : Profils en long du réseau d'extension de Fissel Sérère vers Ndoffane et Mbédap**

Profil en long N° 1 : Tronçon principal du point de piquage nœud 1 au nœud 9

Profil en long N° 1-1 : Tronçon secondaire du nœud 2 au nœud 18

Profil en long N° 1- 1- 2 : Tronçon tertiaire du nœud 19 au nœud 16

Profil en long N° 1- 2 : Tronçon secondaire du nœud 3 au nœud 15

Profil en long N° 1- 3 : Tronçon secondaire du nœud 4 au nœud 14

Profil en long N° 1- 4 : Tronçon secondaire du nœud 5 au nœud 13

Profil en long N° 1- 5 : Tronçon secondaire du nœud 6 au nœud 12

Profil en long N° 1- 6 : Tronçon secondaire du nœud 8 au nœud 10

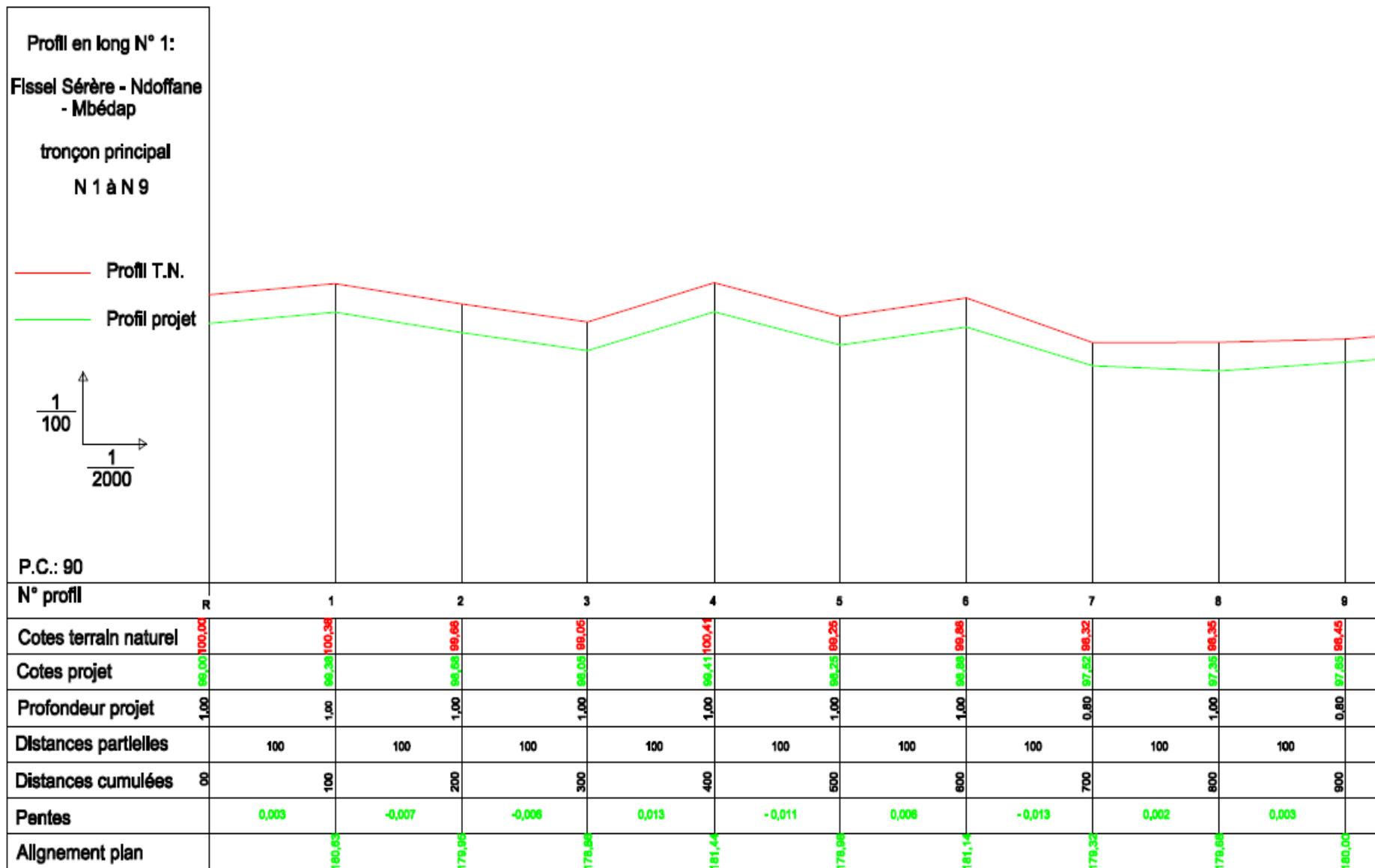
Echelle :

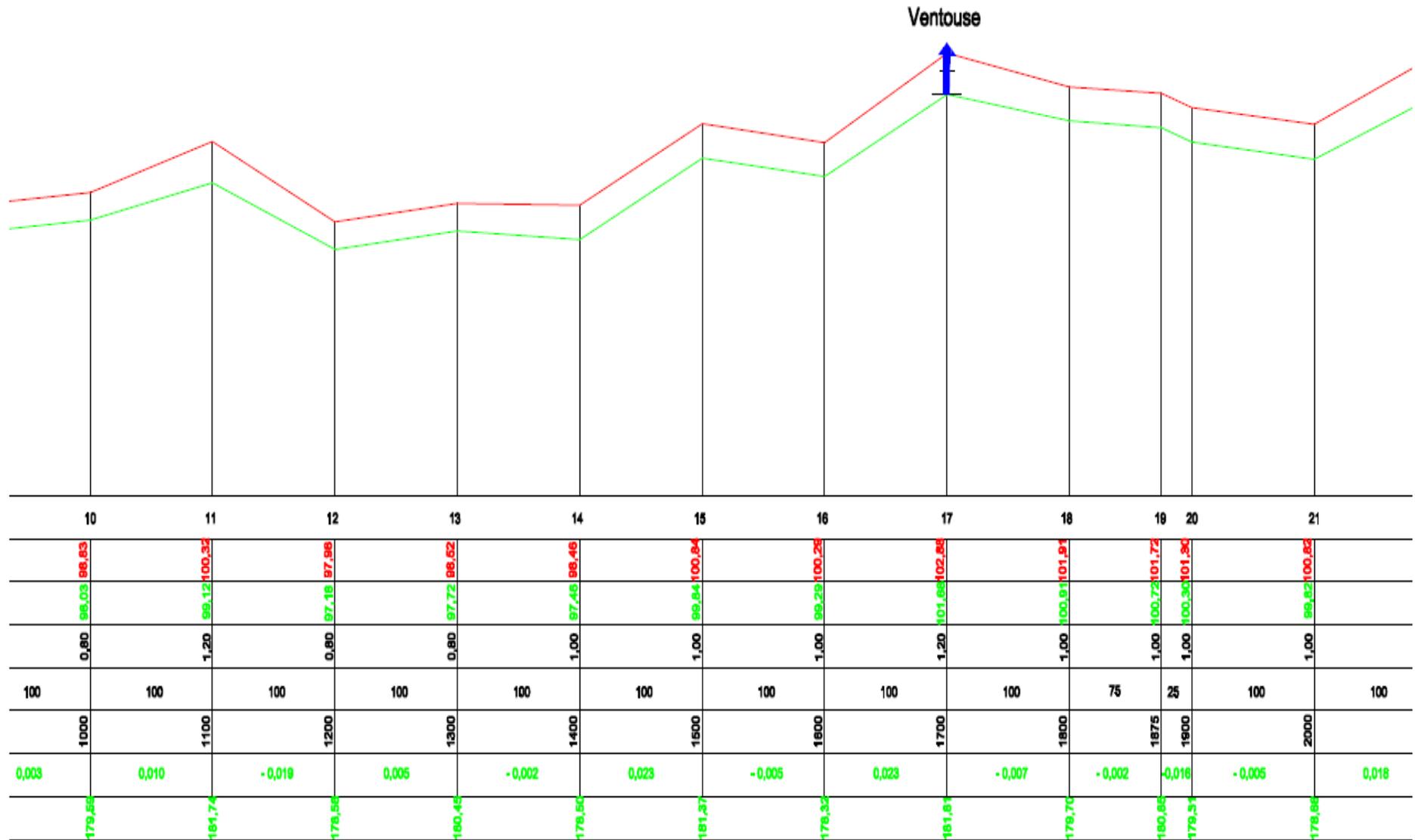
Plan vertical :  $\frac{1}{100}$

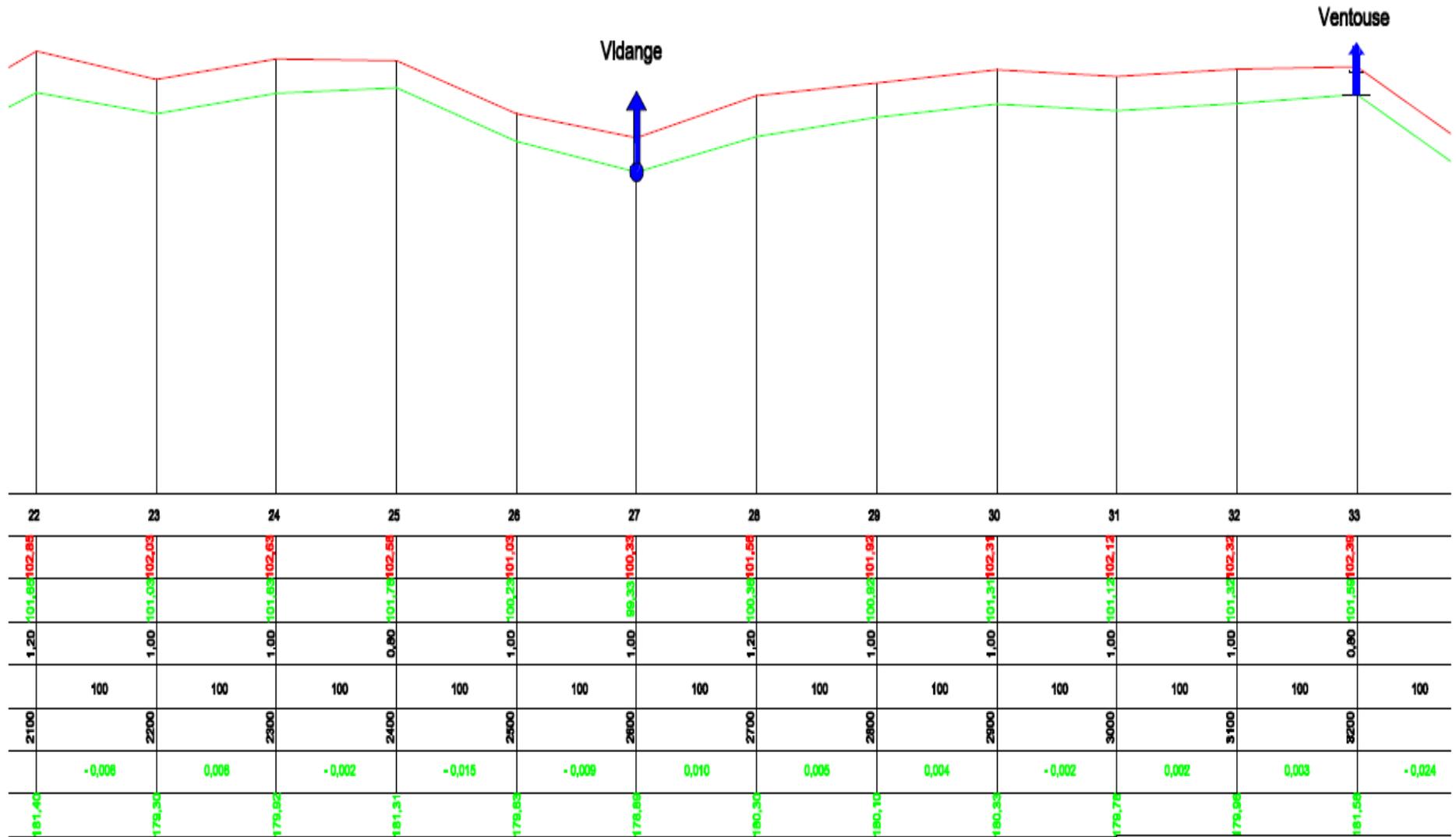
Plan horizontal :  $\frac{1}{2000}$

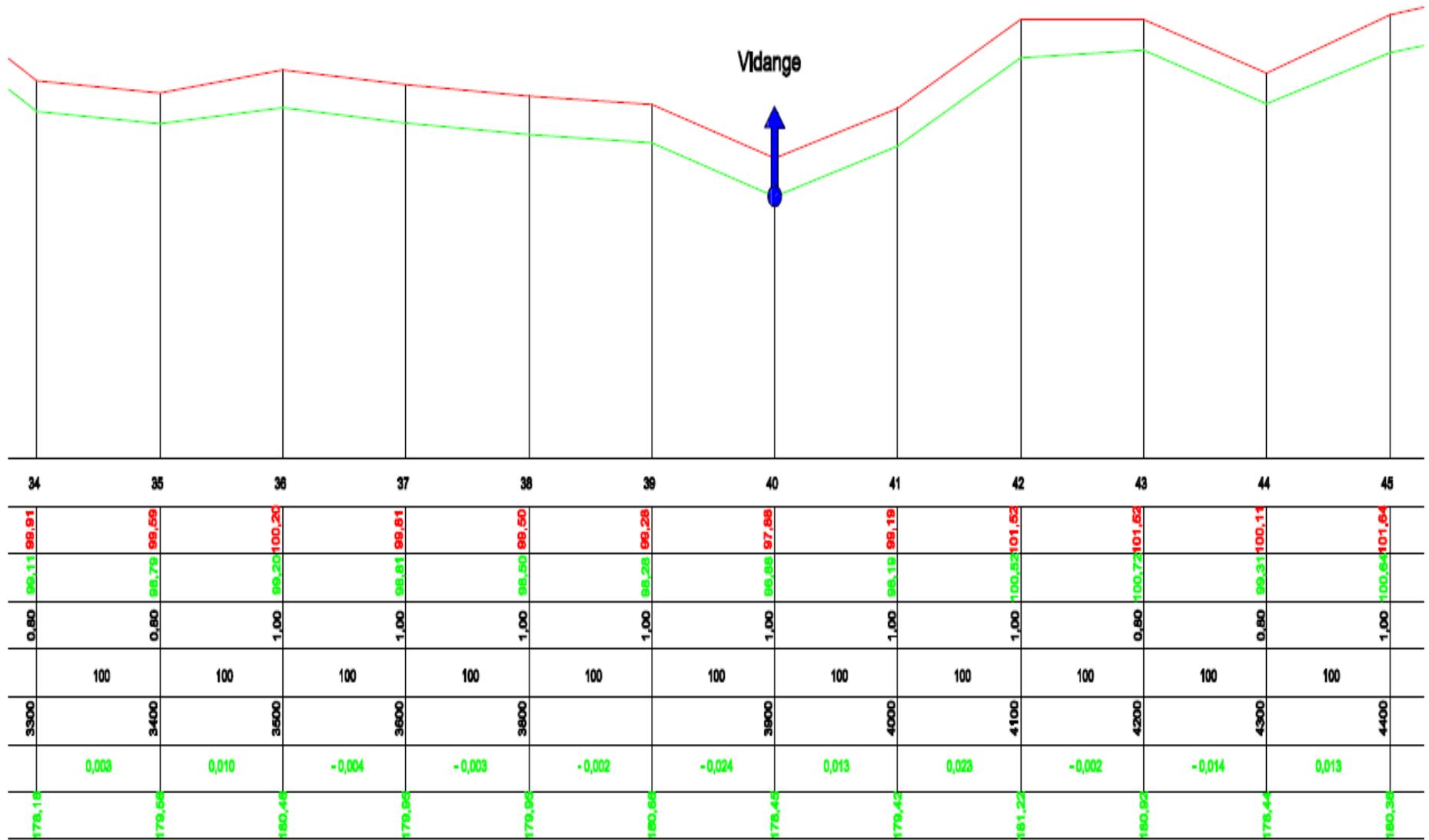
Les profils en fournissent des informations suivantes :

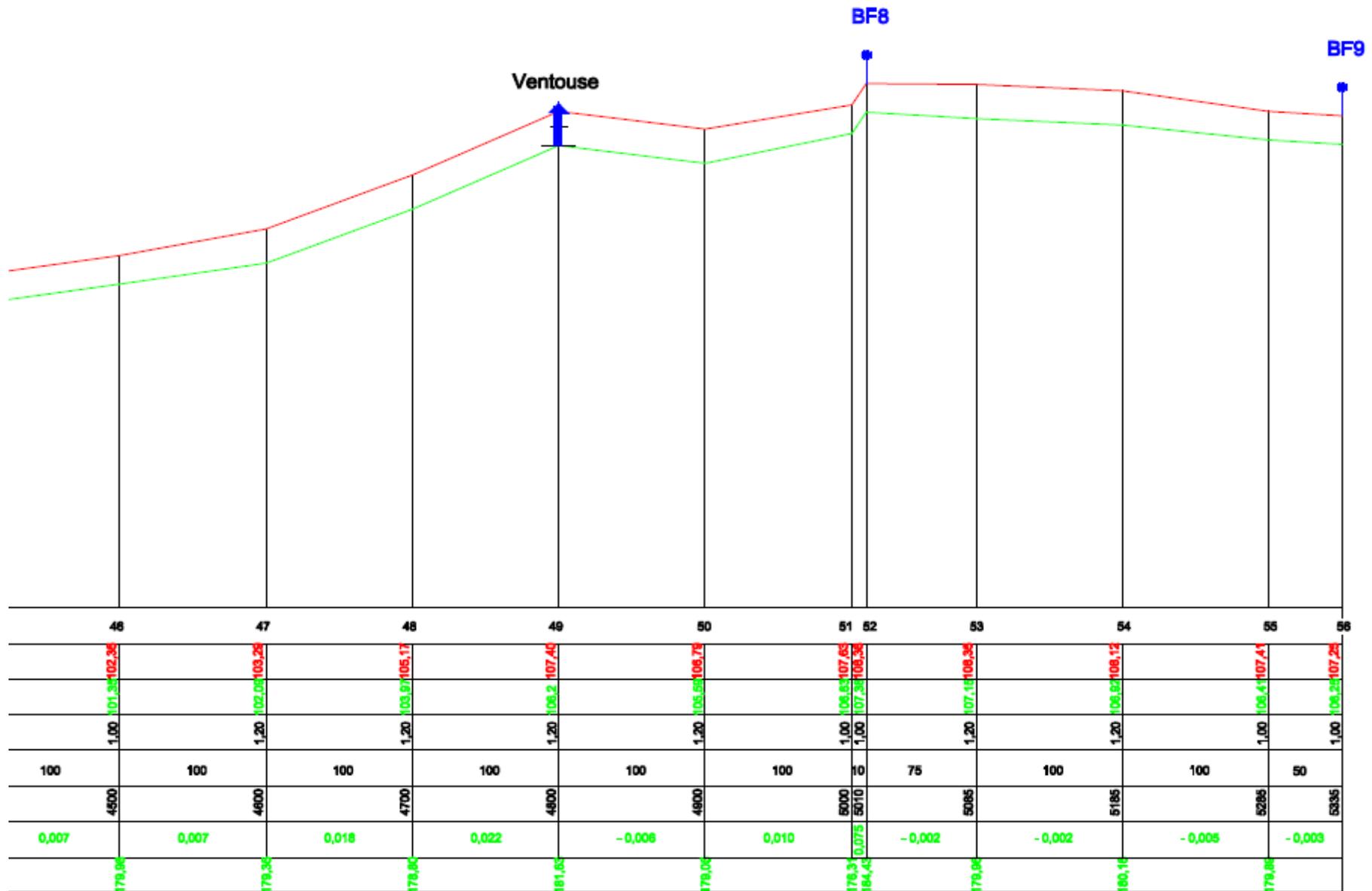
- ✓ Le plan de comparaison (en m) ;
- ✓ Les numéros de profils ;
- ✓ Les cotes du terrain naturel (en m) ;
- ✓ Les cotes du projet (en m) ;
- ✓ Les profondeurs du projet (en m) ;
- ✓ Les distances partielles (en m) ;
- ✓ Les distances cumulées (en m) ;
- ✓ Les pentes du projet ;
- ✓ Les alignements plans (en °).

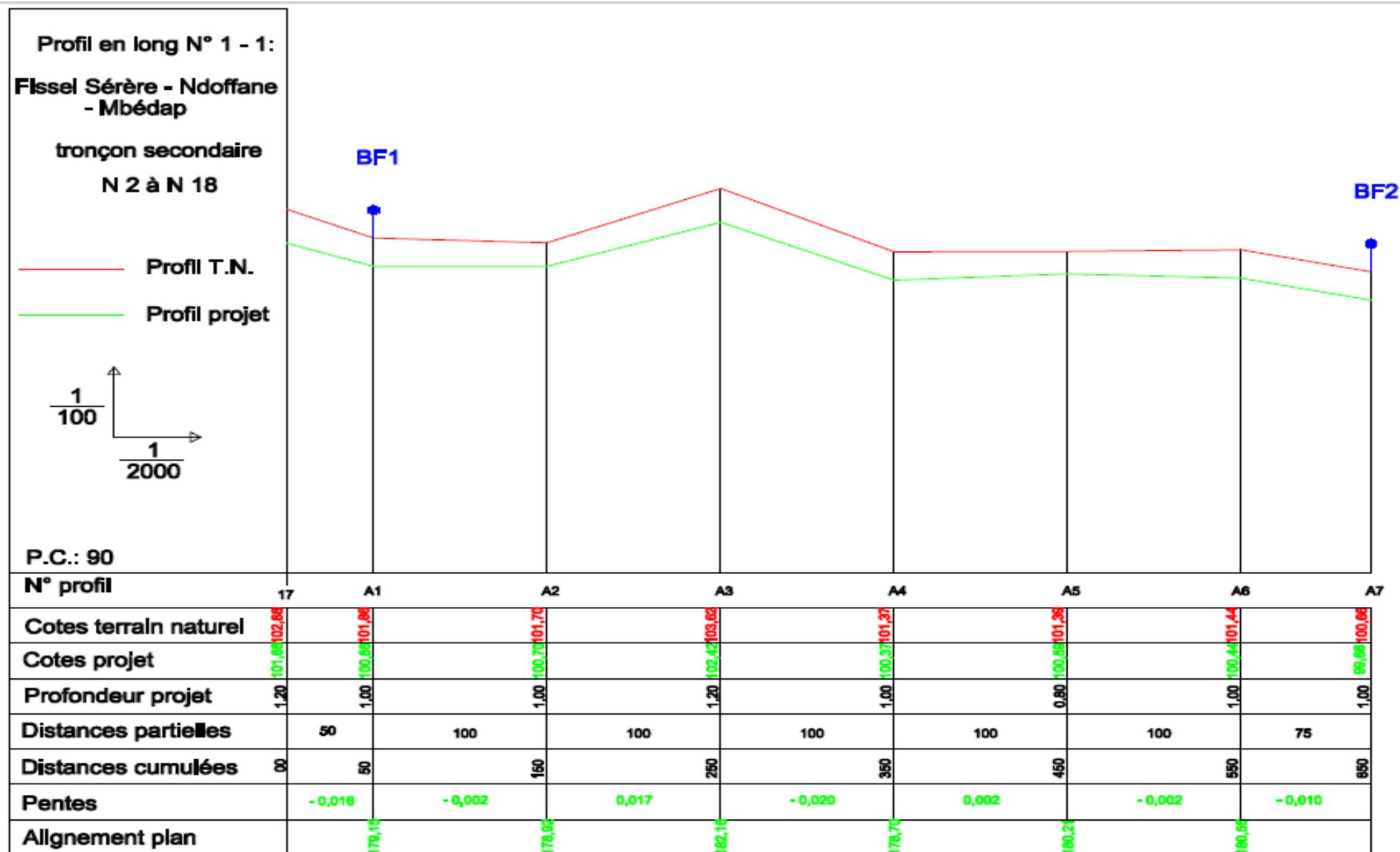


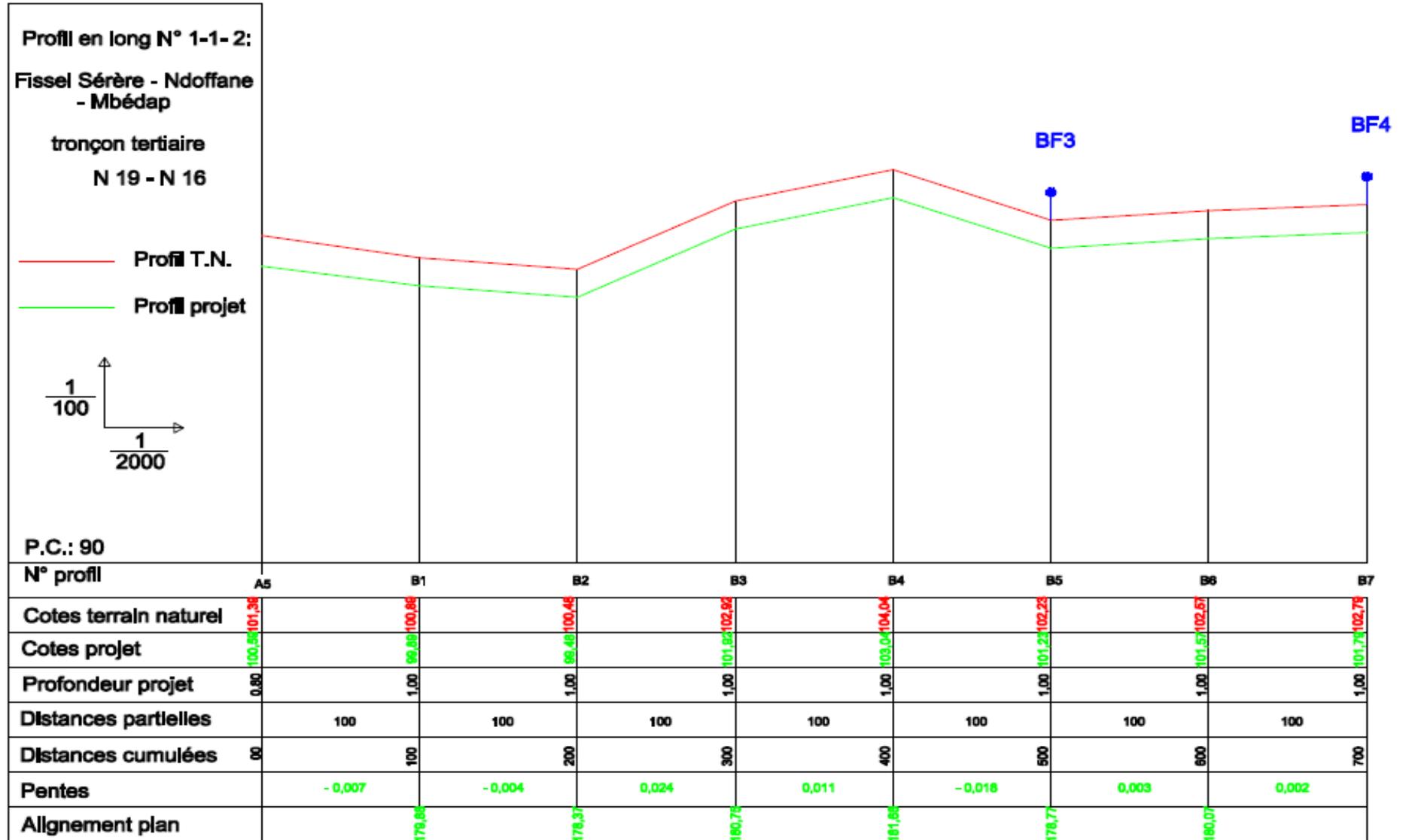


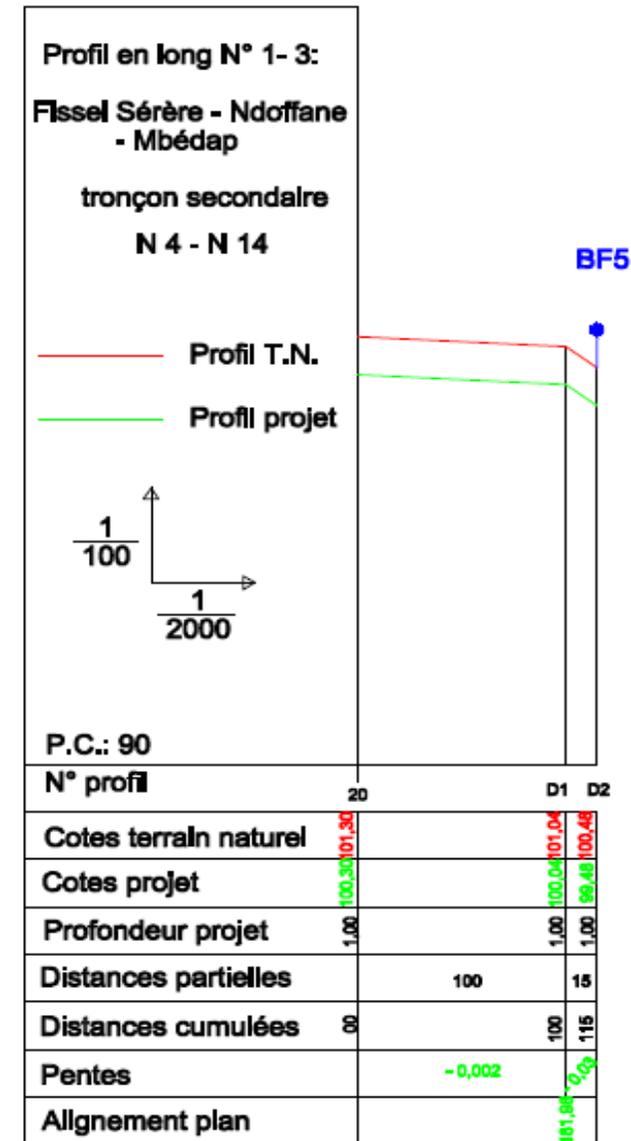
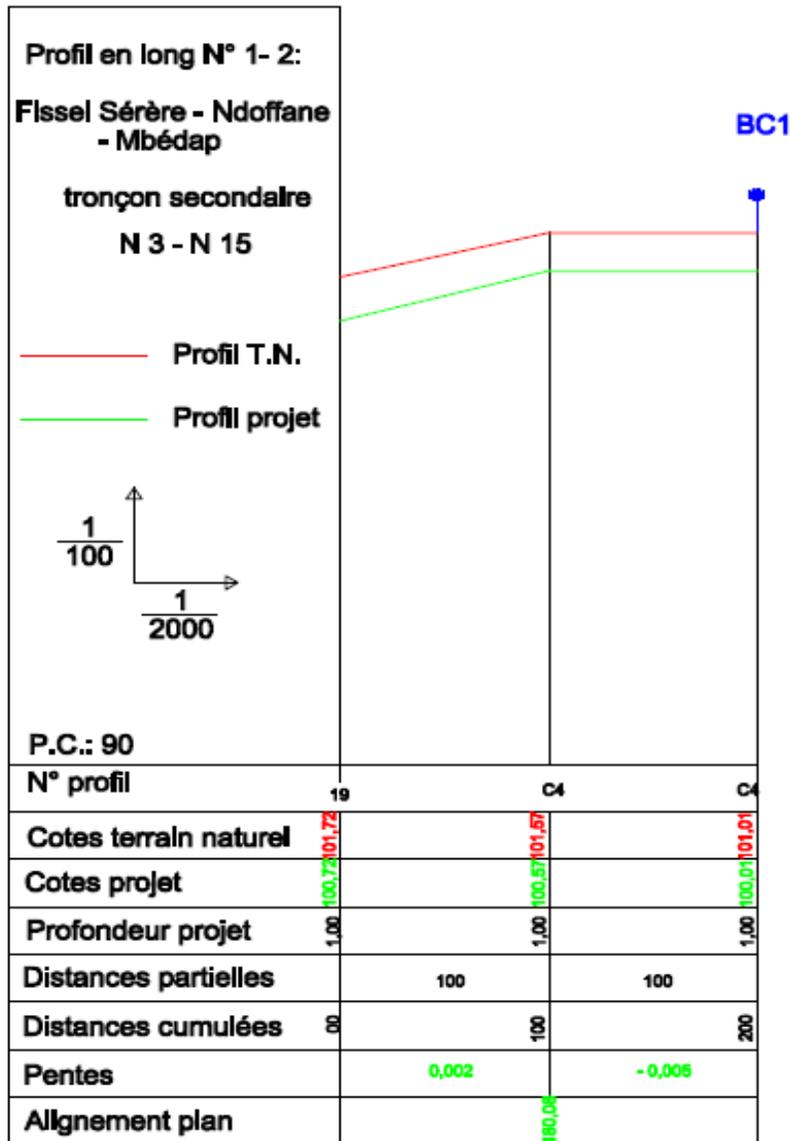


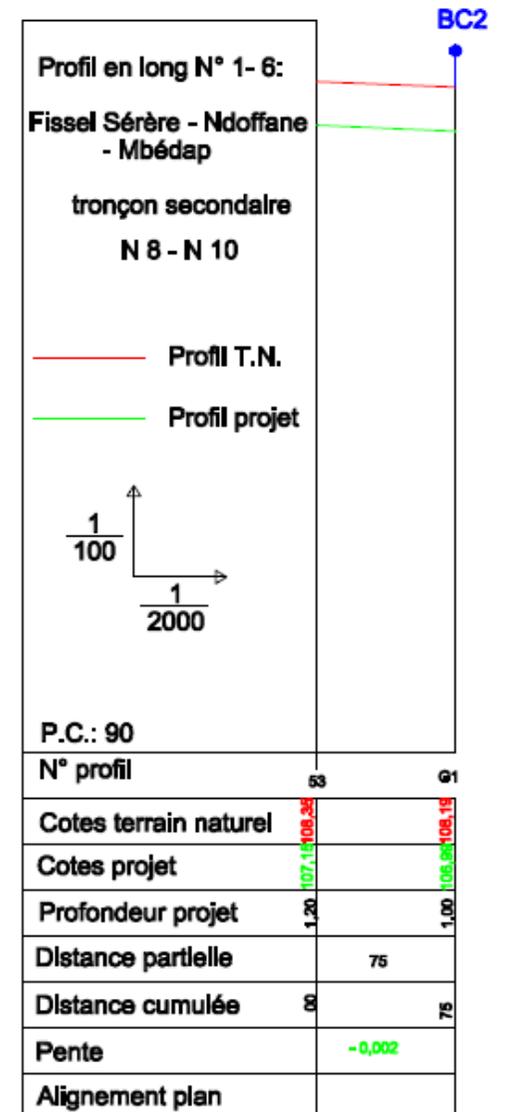
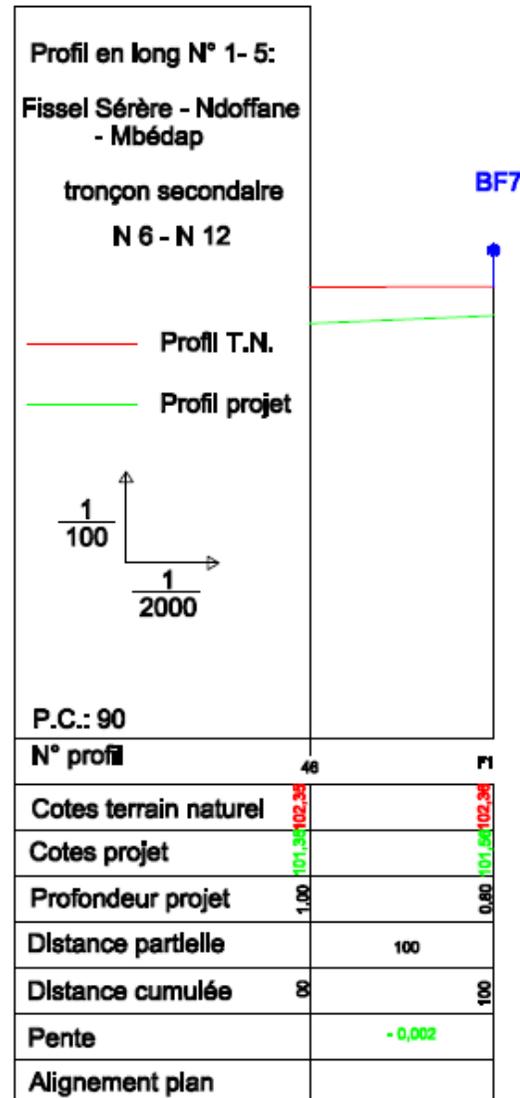
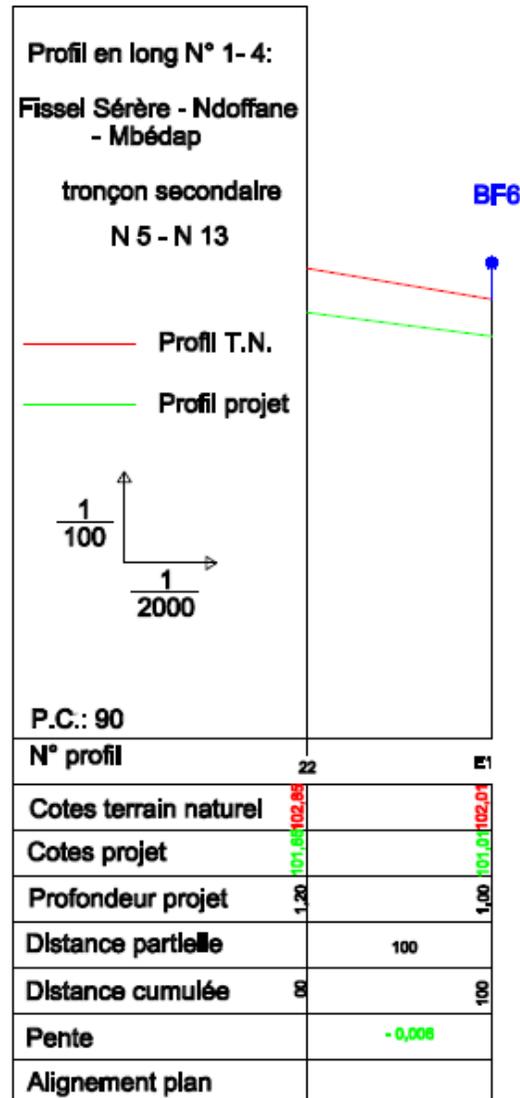










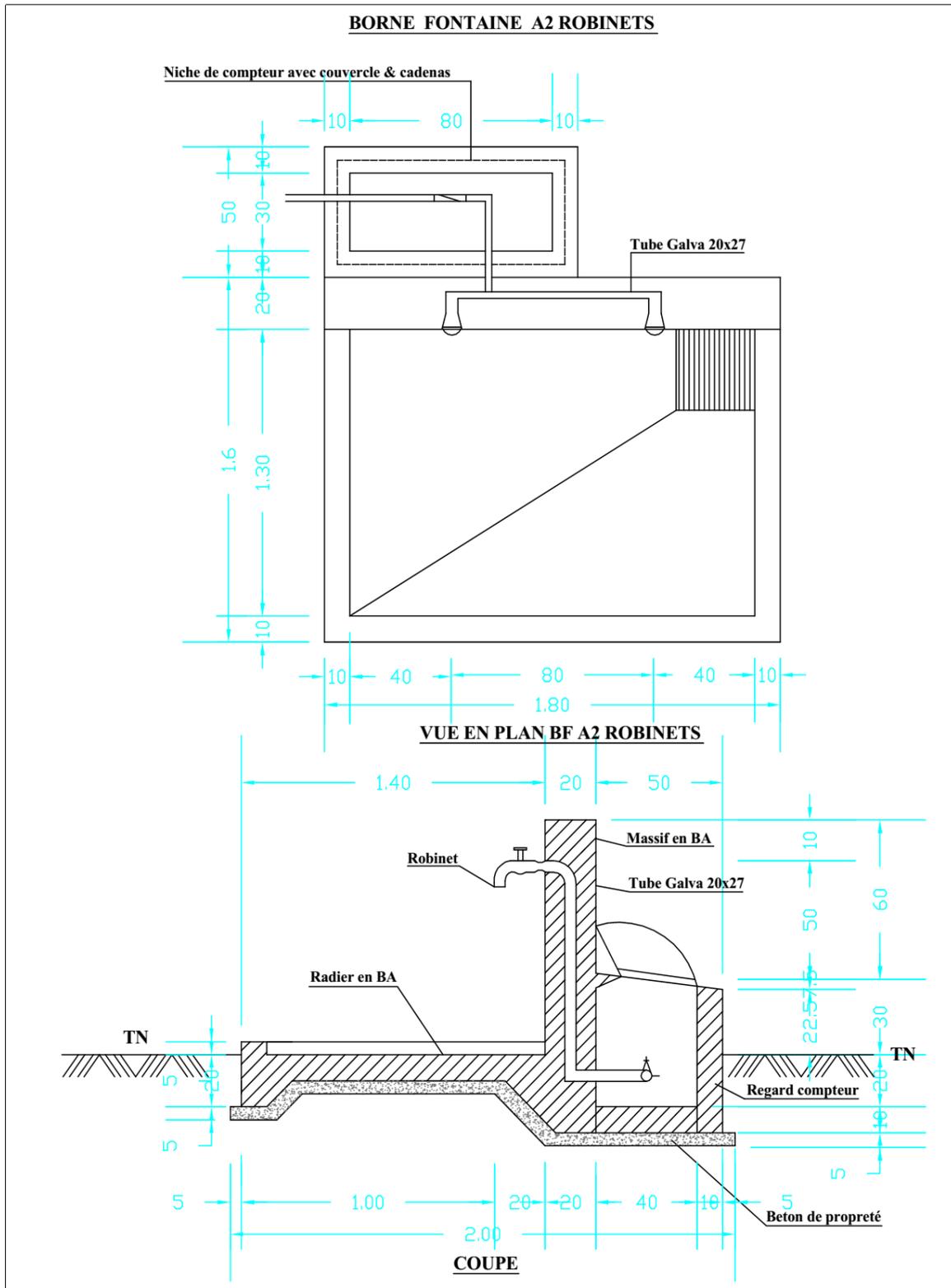


## Annexe VIII : Résultats des mesures de pression

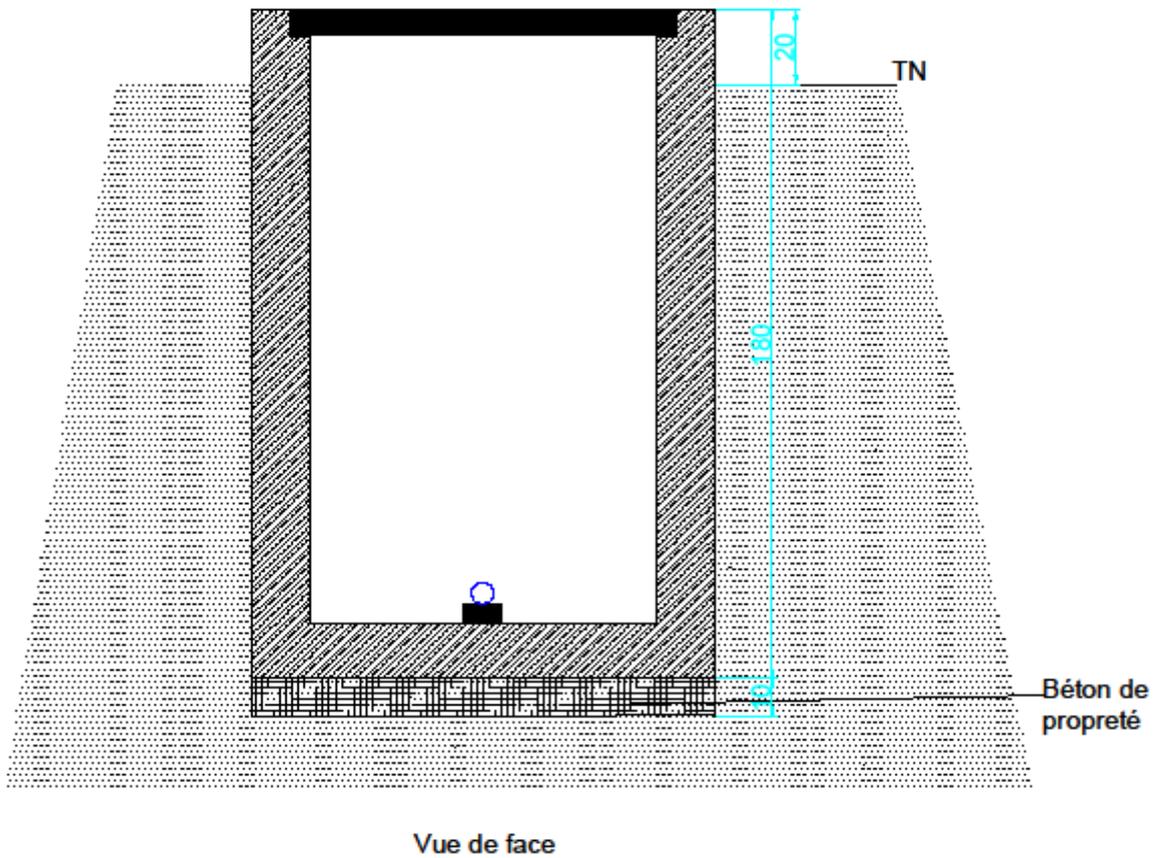
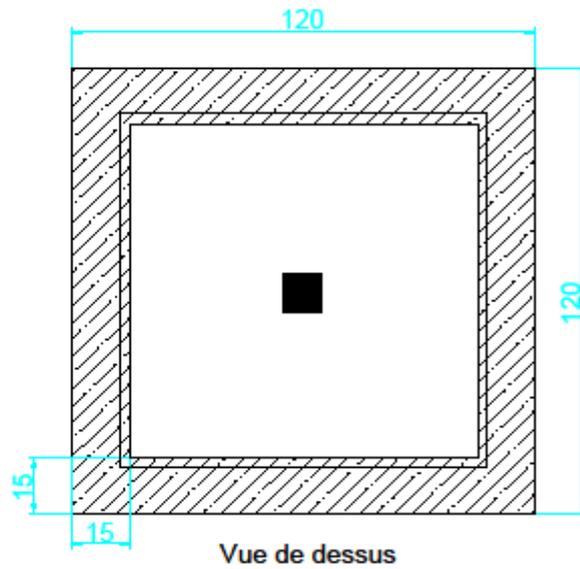
<b>Point de piquage sur la conduite DN 160 situé à Mbampana</b>			
Mesures de pression du 06/09/2016		Suite des mesures le 07/09/2016	
Heures	Pressions (bar)	Heures	Pressions (bar)
13:30	2,30	08:00	3,00
14:00	2,20	08:30	3,00
14:30	2,10	09:00	3,10
15:00	2,00	09:30	3,50
15:30	2,00	10:00	3,90
16:00	2,10	10:30	4,00
16:30	2,10	11:00	4,20
17:00	2,00	11:30	4,20
17:30	2,00	12:00	-
18:00	1,90	12:30	-
18:30	1,80	13:00	-
19:00	1,80		
19:30	1,90		
20:00	2,00		

<b>Point de piquage sur la conduite DN 110 situé à Fissel Sérère</b>			
Mesures de pression du 07/09/2016		Suite des mesures le 08/09/2016	
Heures	Pressions (bar)	Heures	Pressions (bar)
13:00	4,00	09:00	2,40
13:30	4,00	09:30	2,40
14:00	4,00	10:00	2,80
14:30	4,00	10:30	2,80
15:00	3,70	11:00	3,00
15:30	3,60	11:30	3,00
16:00	3,60	12:00	3,10
16:30	3,80	12:30	3,80
17:00	3,80		
17:30	3,40		
18:00	3,20		
18:30	2,40		

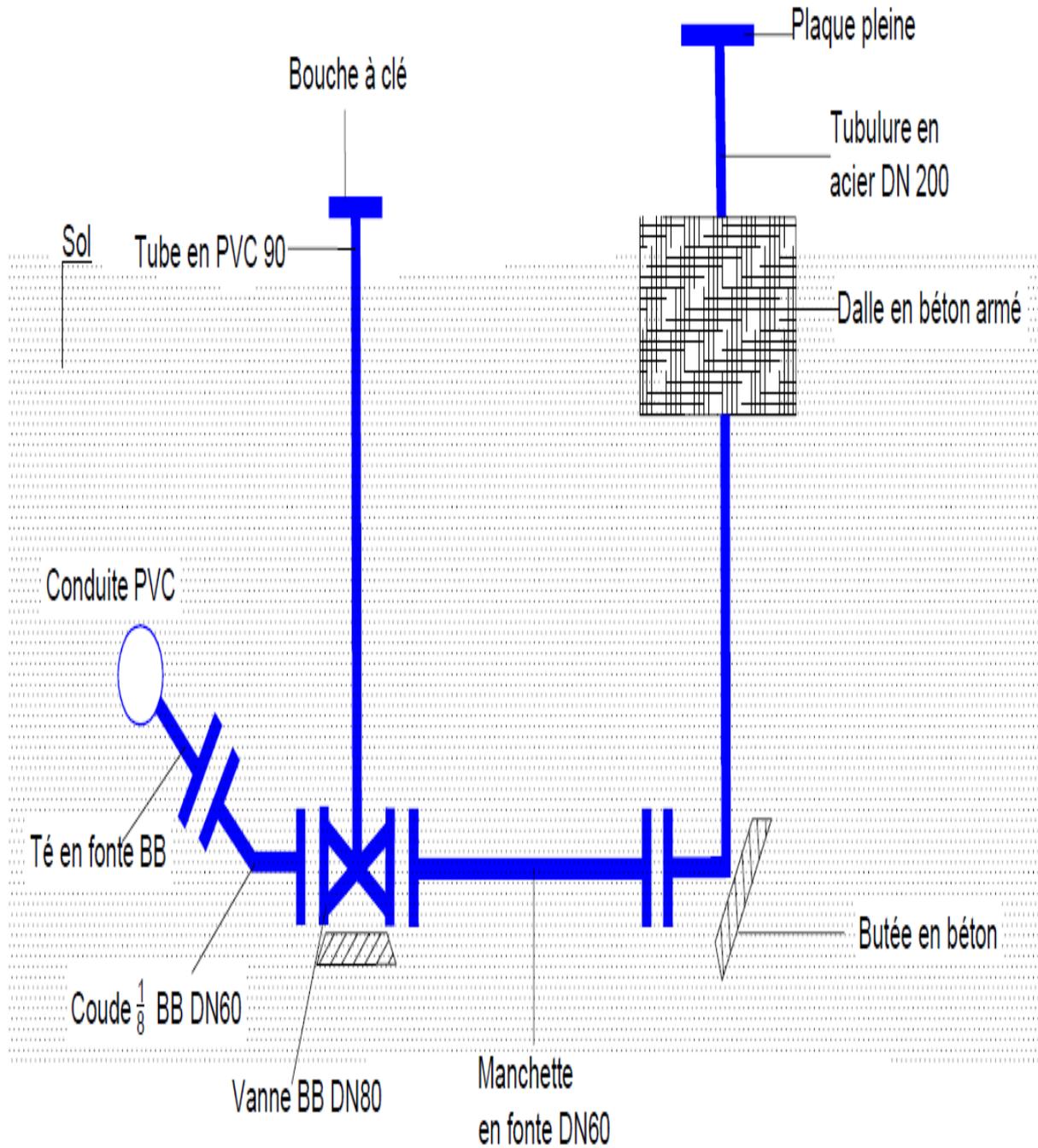
### Annexe IX : Vue en plan borne fontaine à 2 robinets



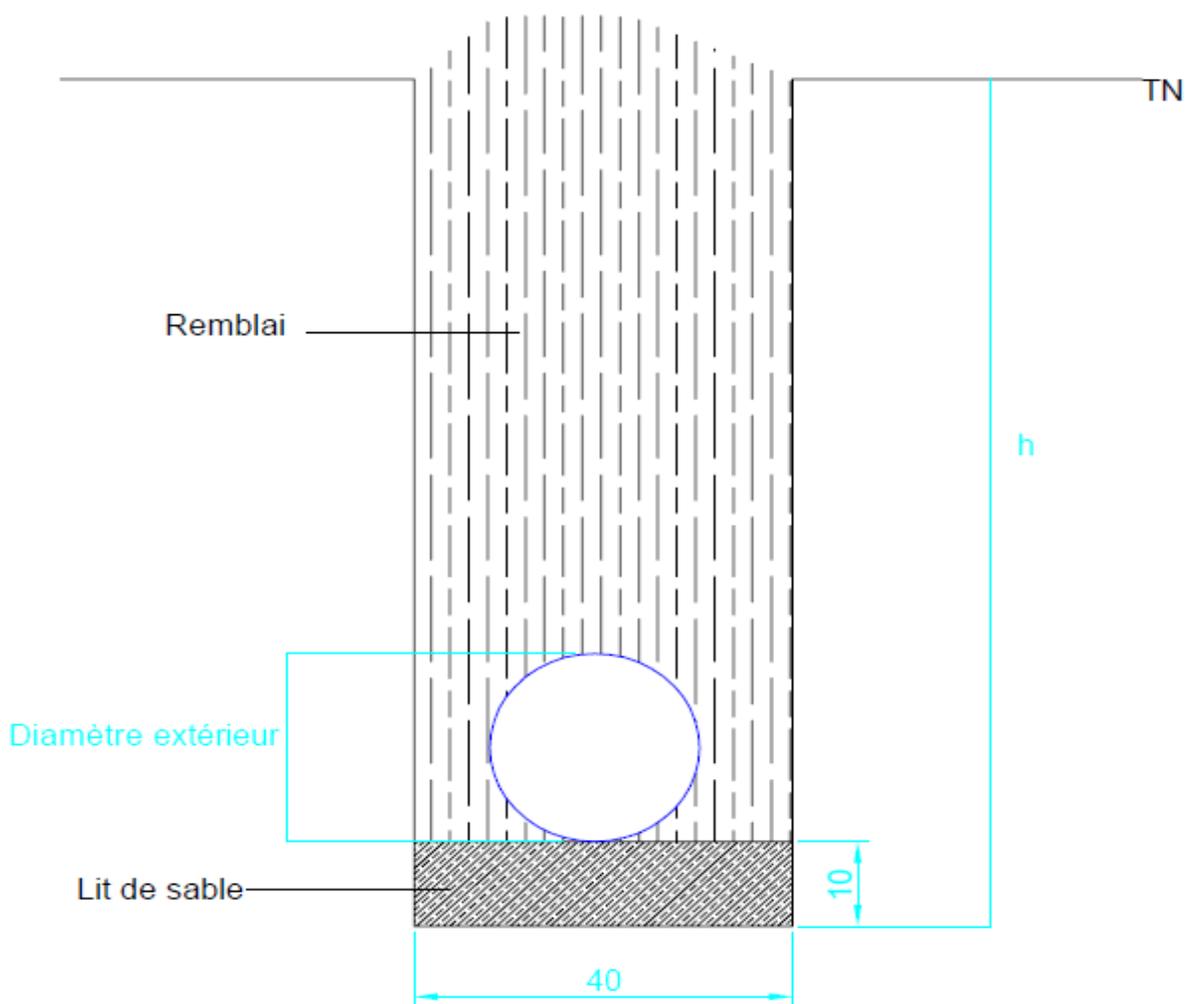
### Annexe XI : Vue en plan du regard de ventouse et de vanne de sectionnement



## Annexe XII : Vue en plan du vidange



### Annexe XIII: Vue en plan de la pose conduite



## Annexe XIV : Devis estimatif de l'AEP des villages de Ngol et Diob

N°	DESIGNATION	UNITE	QTE	PRIX UNITAIRE F CFA HT	PRIX TOTAL F CFA HT
<b>1</b>	<b>TRAVAUX DE TERRAIN</b>				
1.1	Levés topographiques	U	1	1 000 000	1 000 000
1.2	Essai de pression	U	1	50 000	50 000
	<b>Sous total 1</b>				<b>1 050 000</b>
<b>2</b>	<b>TERASSEMENT ET DEBROUSSAILLAGE</b>				
2.1	Fouille en tranchée pour canalisation	ml	6 000	750	4 500 000
2.2	Remblais sableux (lit 10 cm)	ml	6 000	100	600 000
2.3	Remblais tout venant	ml	6 000	200	1 200 000
	<b>Sous total 2</b>				<b>6 300 000</b>
<b>3</b>	<b>FOURNITURE ET POSE DE CONDUITES ET DE PIECES</b>				
3.1	Conduites PVC 125 PN10	ml	3 480	2 650	9 222 000
3.2	Conduites PVC 110 PN10	ml	200	2 310	462 000
3.3	Conduites PVC 90 PN10	ml	1 575	1 958	3 083 850
3.4	Conduites PVC 63 PN10	ml	705	1 700	1 198 500
3.4	Té en fonte BBB 150/100	U	1	54 400	54 400
3.5	Té en fonte BBB 100/60	U	5	54 400	272 000
3.6	Té en fonte BBB 80/80	U	1	30 100	30 100
3.7	Té en fonte BBB 100/80	U	1	54 400	54 400
3.8	Té en fonte BBB 80/60	U	2	34 000	68 000
3.9	Joint gibault pour PVC160	U	1	25 000	25 000
3.10	Coude 1/8 en fonte BB 100/80	U	1	27 500	27 500
3.11	Coude 1/8 en fonte BB DN100	U	1	26 810	26 810
3.12	Coude 1/8 en fonte BB DN60	U	2	24 600	49 200
3.13	Coude 1/8 en fonte BB 80/60	U	1	25 500	25 500
3.14	Bride major pour PVC 160	U	2	19 200	38 400
3.15	Bride major pour PVC 125	U	7	12 500	87 500
3.16	Bride major pour PVC 110	U	4	10 500	42 000
3.17	Bride major pour PVC 90	U	7	8 400	58 800
3.18	Bride major pour PVC 63	U	4	6 500	26 000
3.19	Bouchon PVC 63	U	3	1 210	3 630
3.20	Bouchon PVC 90	U	1	2 415	2 415
3.21	Compteur à bride DN 100	U	1	151 530	151 530
3.22	Vanne en fonte BB DN 100	U	2	85 000	170 000
3.23	Vanne en fonte BB DN 80	U	6	67 000	402 000
3.24	Vanne en fonte BB DN 60	U	3	46 000	138 000
3.25	Ventouse DN 60 à bride	U	3	189 832	569 496
3.26	Manchette en fonte 60	U	2	23 500	47 000
3.27	Bouche à clé complet	U	2	10 800	21 600
3.28	Tube allongé PVC 90	U	2	3 900	7 800

3.29	Tubulure en acier DN200	U	2	47 770	95 540
3.30	Plaque pleine	U	2	20 000	40 000
3.31	Sable	m3	240	2500	600 000
3.32	Pose de conduites et de pièces	U	1	2 000 000	2 000 000
	<b>Sous total 3</b>				<b>19 100 971</b>
<b>4</b>	<b>OUVRAGES DE GENIE CIVIL</b>				
4.1	Construction bornes fontaines à 2 robinets et équipement complet	U	5	290 000	1 450 000
4.2	Construction de regards 120x120x180	U	7	220 000	1 540 000
4.3	Traversée piste latérite et remise en état	U	1	300 000	300 000
4.4	Réalisation de butées	U	18	20 000	360 000
	<b>Sous total 4</b>				<b>3 650 000</b>
<b>5</b>	<b>AUTRES TRAVAUX</b>				
5.1	Nettoyage réseau et désinfection	U	1	350 000	350 000
	<b>Sous total 5</b>				<b>350 000</b>
				<b>TOTAL HORS TAXES</b>	<b>30 450 971</b>
				<b>TVA (18%)</b>	<b>5 481 175</b>
				<b>IMPREVUS (2%)</b>	<b>609 019</b>
				<b>TOTAL GENERAL FCFA TTC</b>	<b>36 541 165</b>

## Annexe XV : Devis estimatif de l'AEP des villages de Ndoffane et Mbédap

N°	DESIGNATION	UNITE	QTE	PRIX UNITAIRE F CFA HT	PRIX TOTAL F CFA HT
<b>1</b>	<b>TRAVAUX DE TERRAIN</b>				
1.1	Levés topographiques	U	1	1 200 000	1 200 000
1.2	Essai de pression	U	1	50 000	50 000
	<b>Sous total 1</b>				<b>1 250 000</b>
<b>2</b>	<b>TERASSEMENT ET DEBROUSSAILLAGE</b>				
2.1	Fouille en tranchée pour canalisation	ml	7 250	750	5 437 500
2.2	Remblais sableux (lit 10 cm)	ml	7 250	100	725 000
2.3	Remblais tout venant	ml	7 250	200	1 450 000
	<b>Sous total 2</b>				<b>7 612 500</b>
<b>3</b>	<b>FOURNITURE ET POSE DE CONDUITES ET DE PIECES</b>				
3.1	Conduites PVC 110 PN10	ml	4 500	2 310	10 395 000
3.2	Conduites PVC 90 PN10	ml	1 535	1 958	3 005 530
3.3	Conduites PVC 63 PN10	ml	1 215	1 700	2 065 500
3.4	Té en fonte BBB 100	U	1	34 000	34 000
3.4	Té en fonte BBB 100/60	U	6	54 400	326 400
3.5	Té en fonte BBB 60	U	1	25 400	25 400
3.6	Té en fonte BBTB 100/80	U	2	54 400	108 800
3.7	Té en fonte BBTB 80/60	U	3	34 000	102 000
3.8	Té en fonte BBTB 80	U	1	30 100	30 100
3.9	Joint gibault pour PVC 110	U	1	25 000	25 000
3.10	Coude 1/8 en fonte BB DN100	U	1	26 810	26 810
3.11	Coude 1/8 en fonte BB DN60	U	2	24 600	49 200
3.12	Coude 1/8 en fonte BB 100/80	U	1	27 500	27 500
3.13	Coude 1/8 en fonte BB 80/60	U	1	25 500	25 500
3.14	Bride major pour PVC 110	U	18	19 200	345 600
3.15	Bride major pour PVC 90	U	10	12 500	125 000
3.16	Bride major pour PVC 63	U	10	10 500	105 000
3.17	Bouchon PVC 63	U	8	1 210	9 680
3.18	Bouchon PVC 90	U	1	2 415	2 415
3.19	Compteur à bride DN 100	U	1	151 530	151 530
3.20	Vanne en fonte BB DN 100	U	4	85 000	340 000
3.21	Vanne en fonte BB DN 80	U	5	67 000	335 000
3.22	Vanne en fonte BB DN 60	U	3	46 000	138 000
3.23	Ventouse DN 60 à bride	U	3	189 832	569 496
3.24	Manchette en fonte 60	U	2	23 500	47 000
3.26	Bouche à clé complet	U	2	10 800	21 600
3.27	Tube allongé PVC en 90	U	2	3 900	7 800
3.28	Tubulure en acier DN200	U	2	47 770	95 540
3.29	Plaque pleine	U	2	20 000	40 000

3.30	Sable	m3	240	2500	600 000
3.31	Pose de conduites et de pièces	U	1	2 000 000	2 000 000
	<b>Sous total 3</b>				<b>21 180 401</b>
<b>4</b>	<b>OUVRAGES DE GENIE CIVIL</b>				
4.1	Construction bornes fontaines à 2 robinets et équipement complet	U	11	290 000	3 190 000
4.2	Construction de regards 120x120x180	U	8	220 000	1 760 000
4.4	Réalisation de butées	U	26	20 000	520 000
	<b>Sous total 4</b>				<b>5 470 000</b>
<b>5</b>	<b>AUTRES TRAVAUX</b>				
5.1	Nettoyage réseau et désinfection	U	1	500 000	500 000
	<b>Sous total 5</b>				<b>500 000</b>
				<b>TOTAL HORS TAXES</b>	<b>36 012 901</b>
				<b>TVA (18%)</b>	<b>6 482 322</b>
				<b>IMPREVUS (2%)</b>	<b>720 258</b>
				<b>TOTAL GENERAL FCFA TTC</b>	<b>43 215 481</b>