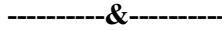




UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI (UAC)



ECOLE POLYTECHNIQUE D'ABOMEY-CALAVI (EPAC)



CENTRE AUTONOME DE PERFECTIONNEMENT (CAP)

**MEMOIRE DE FIN DE FORMATION DU SECOND CYCLE POUR L'OBTENTION
DU DIPLOME D'INGENIEUR DE CONCEPTION GEOMETRE-TOPOGRAPHE**

OPTION : GEOMATIQUE

**SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE (SIG)
POUR LE SUIVI ET LA GESTION DES STOCKS DU
RESEAU D'ALIMENTATION D'EAU POTABLE EN
PHASE D'EXECUTION DANS LA COMMUNE
D'ABOMEY-CALAVI : CAS DE TOGBA-EST**

Présenté par :

Aristide BOCO

Sous la supervision de :

Dr Mama DJAOUGA

**Maître de Conférences des Université du CAMES
(DGAT/FASHS/UAC)**

Soutenu le 23 / 10 /2024

SOMMAIRE

SIGLES ET ACRONYMES	3
DEDICACE.....	4
REMERCIEMENTS	5
RESUME.....	6
ABSTRACT	7
INTRODUCTION.....	8
CHAPITRE I : CADRE THEORIQUE DE L’ETUDE	10
CHAPITRE II : CADRE GEOGRAPHIQUE DU MILIEU D’ETUDE.....	18
CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES	31
CHAPITRE IV : RESULTATS	49
CHAPITRE V : DISCUSSION.....	114
CONCLUSION	119
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	120
LISTE DES CAPTURES D’ECRAN	124
LISTE DES PHOTOS	124
LISTE DES PLANCHES.....	124
LISTE DES TABLEAUX.....	124
LISTE DES FIGURES.....	125
TABLE DES MATIERES	128

SIGLES ET ACRONYMES

AEP	: Alimentation en Eau Potable
CAP	: Centre Autonome de Perfectionnement
DGAT	: Département de Géographie et Aménagement du Territoire
DWG	: Drawing
EPAC	: Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi
FASHS	: Faculté des Sciences Humaines et Sociales
GPS	: Global Positioning System
LABEE	: Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale
LaCarto	: Laboratoire de Cartographie, de Télédétection et des SIG
MCD	: Modèle Conceptuel de Données
MLD	: Modèle Logique de Données
MPD	: Modèle Physique de Données
ODD	: Objectifs du Développement Durable
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé
OSS	: Observatoire du Sahara et du Sahel
PEHD	: Polyéthylène Haute Densité
PVC	: Polychlorure de vinyle
QGIS	: Quantum Geographic Information System
RGPH	: Recensement Général de la Population et de l'Habitation
SIG	: Système d'Information Géographique
SOGEA- SATOM	: Société Générale d'Entreprise- Société Anonyme de Terrassement d'Outre-Mer
UAC	: Université d'Abomey-Calavi
UNICEF	: United Nations of International Children's Emergency Fund ou Fonds des Nations unies pour l'enfance

DEDICACE

A :

- ✓ toi ma très chère épouse Lydie Clarisse AVENON et
- ✓ vous mes enfants Nelly, Beny et Merry BOCO.

REMERCIEMENTS

A l'issue de cette étude, nous exprimons notre gratitude à tous ceux qui ont contribué de façon directe ou indirecte, scientifiquement ou moralement à la réalisation de ce mémoire. Nos sincères remerciements vont à l'endroit :

- de notre maître de mémoire Docteur Mama DJAUGA, Maître de Conférences des Universités du Conseil Africain et Malgache de l'Enseignement Supérieur ; Enseignant chercheur au Département de Géographie et Aménagement du Territoire (DGAT) de la Faculté des Sciences Humaines et Sociales (FASHS) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC) et Directeur-Adjoint du Laboratoire de Cartographie, de Télédétection et des SIG (LaCarto) pour avoir accepté encadrer ce travail. Nous lui sommes reconnaissant pour le suivi régulier et la formation reçue durant cette rédaction scientifique.
- du coordonnateur de formation, monsieur Léopold DEGBEGNON, Docteur en géodésie, Maître de Conférences des Universités du Conseil Africain et Malgache de l'Enseignement Supérieur à l'EPAC qui, malgré ses multiples occupations, a accepté d'assurer l'encadrement de notre formation ;
- de tous les enseignants de l'Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi et du Centre Autonome de Perfectionnement qui ont assuré notre formation et qui ont su nous donner le goût de la recherche ;
- du Professeur Fidèle Paul TCHOBO, Chef du Centre Autonome de Perfectionnement (CAP) et du Directeur de l'EPAC, pour leur accompagnement et orientation ;
- du Professeur Guy Alain ALITONOU, sans qui, la formation des ingénieurs géomètres que nous avons reçue ne saurait être une réalité ;
- du Docteur Ismaël MAZO pour son encadrement dans la rédaction de ce document ;
- de tous mes camarades de promotion pour leurs accompagnements et leurs sages conseils ;
- de tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail, qu'ils veuillent bien trouver ici l'expression de ma profonde gratitude.

RESUME

L'eau, en tant que ressource indispensable à la vie, reste inaccessible à une proportion importante de la population de la périphérie des grandes villes. La ville d'Abomey-Calavi connaît les travaux d'extension de son réseau d'Alimentation d'eau potable. L'objectif de cette recherche est de mettre en place un modèle SIG pour le suivi de l'avancement des travaux et la gestion des stocks des pièces hydrauliques du réseau d'alimentation d'eau potable en phase d'exécution à Togba-Est. La démarche méthodologique adoptée est principalement basée sur les enquêtes, les retours d'expérience et une approche cartographique. Un guide d'entretien a été utilisé pour collecter des données auprès des personnes ressources. Qfield et les logiciels QGIS et AutoCAD Map 3D ont été utilisés pour la collecte et le traitement des données planimétriques. Le traitement des données a impliqué la synthèse des idées pour éliminer les redondances et structurer les informations afin de retenir les étapes de mise en place d'un réseau AEP. Pour l'apport de SIG et la mise en place du modèle, les données ont été traitées et structurées en modèle conceptuel de données, modèle relationnel de données et modèle physique de données. Les grandes phases d'exécution sont : l'élaboration du dossier d'exécution et l'exécution des travaux. L'élaboration du dossier d'exécution regroupe la validation des tronçons, les levés topographiques des tronçons, les études hydrauliques et les études génie-civil. Du 29 janvier 2024 au 20 avril 2024 l'exécution des travaux s'est faite en plusieurs étapes à savoir l'implantation du réseau, la fouille en tranchée et l'assemblage des tuyaux, la pose des tuyaux, le raccordement des nœuds, l'essai de pression, le lavage du réseau et la désinfection. 2286,02 m de PEHD et 71812,22 m de PVC ont été dénombrés. 550 nœuds permettent de raccorder le réseau. Les catégories de pièces hydrauliques utilisées dans le réseau sont : adaptateur de bride (414), bride (29), collet (29), cône (5), coude (129), joint (844), plaque pleine (10), té (316) et vanne (356). Soit un total de 2132 pièces qui a été utilisé dans l'ensemble du réseau. Les informations issues de la collecte et du traitement des données ont permis de mettre en place une base de données SIG qui a servi à suivre l'évolution des travaux et servira à mieux gérer et à intervenir efficacement sur le réseau d'AEP réalisé.

Mots clés : Cartographie, SIG, gestion, AEP, Togba, Abomey-Calavi.

ABSTRACT

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS) FOR MONITORING AND INVENTORY MANAGEMENT OF THE DRINKING WATER SUPPLY NETWORK UNDER CONSTRUCTION IN THE MUNICIPALITY OF ABOMEY-CALAVI: CASE OF TOGBA EAST

Water, an essential resource for life, remains inaccessible to a large proportion of the population living on the outskirts of major cities. The town of Abomey-Calavi is currently extending its drinking water supply network. The aim of this research is to set up a GIS model for monitoring the progress of the work and managing stocks of hydraulic parts for the drinking water supply network under construction at Togba-Est. The methodological approach adopted is mainly based on surveys, feedback and a cartographic approach. An interview guide was used to collect data from resource persons. Qfield, QGIS and AutoCAD Map 3D were used to collect and process the planimetric data. Data processing involved synthesising ideas to eliminate redundancies and structure the information in order to retain the steps involved in setting up a water supply network. For the GIS contribution and the implementation of the model, the data was processed and structured into a conceptual data model, a relational data model and a physical data model. The main execution phases are: preparation of the execution file and execution of the work. Preparation of the execution file includes validation of the sections, topographical surveys of the sections, hydraulic studies and civil engineering studies. From 29 January 2024 to 20 April 2024, the work was carried out in several stages, including network layout, trench excavation and pipe assembly, pipe laying, node connection, pressure testing, network washing and disinfection. 2286.02 m of HDPE and 71812.22 m of PVC were counted. 550 nodes were used to connect the network. The categories of hydraulic parts used in the network are: flange adaptor (414), flange (29), collar (29), cone (5), elbow (129), joint (844), solid plate (10), tee (316) and valve (356). A total of 2,132 items were used throughout the network. The information obtained from the data collection and processing enabled a GIS database to be set up, which was used to monitor the progress of the work and will be used to better manage and intervene effectively on the water supply network.

Key words: Cartography, GIS, management, AEP, Togba, Abomey-Calavi.

INTRODUCTION

Le secteur d'approvisionnement en eau en Afrique subsaharienne est apparu dans les années 1960 à la suite d'un phénomène brutal, la sécheresse, et à un mécanisme inexorable, l'explosion démographique (Emsellem *et al.*, 2015). Avec l'adoption des Objectifs du Développement Durable (ODD), les gouvernements se sont engagés à assurer l'accès universel et équitable à l'eau potable pour tous d'ici 2030, à réduire les inégalités dans l'accès à l'eau potable, et à fournir des niveaux de services d'eau élevés en termes de qualité, d'accessibilité et de fiabilité. Selon l'OMS, une eau dite potable, est une eau que l'homme peut consommer tout le long de sa vie sans danger ou risque pour la santé. Cette eau, en effet, doit être agréable à boire, et ne doit renfermer en quantité, ni substances chimiques, ni germes nocifs pour la santé (OMS, 2004). Ainsi, la santé et l'épanouissement des hommes dépendent de sa disponibilité en quantité et en qualité. Selon l'UNICEF (2017), 11 % de la population mondiale, soit 844 millions d'individus, n'ont pas accès à l'eau potable. Ce qui devient alors un des enjeux majeurs de nos états, dont la concrétisation se traduit par une bonne étude avant les travaux, l'exécution des travaux et la bonne gestion pour une fourniture durable du service d'eau. A cet effet, les efforts liés à l'accès à cette ressource se portent sur l'ensemble des opérations telles que le captage ou le prélèvement, le traitement afin de la rendre saine et consommable, le transport de celle-ci vers des points de consommation en vue de la rendre accessible aux usagers, le stockage et la distribution dans un contexte d'expansion des villes mais aussi des zones rurales (Claudio, 2014).

Dans nos villes, l'eau est mobilisée, traitée, stockée dans un réservoir et distribuée aux populations à travers un réseau d'Alimentation d'Eau Potable. Comme tout autre projet, la réalisation d'un réseau d'Alimentation d'Eau Potable (AEP) nécessite une organisation au préalable de plusieurs phases. Ceci permet aux différents acteurs travaillant sur le projet d'assurer une bonne conception et un bon suivi du projet. Le suivi est le pilier essentiel pour contrôler, encadrer le déroulement des activités et s'assurer une meilleure qualité des travaux. C'est pourquoi, il est très important pour l'entreprise exécutante d'avoir un outil pour un meilleur suivi des activités permettant de mettre à la disposition du gestionnaire une base de données spatiales descriptives du réseau dans son environnement depuis l'exécution jusqu'à la livraison du chantier. Ces données spatiales descriptives organisées serviront de base de données pour la mise en place des outils d'aide au diagnostic du réseau, afin de faire une gestion efficace en phase d'exploitation. Cette base de données est mise en place à travers un Système d'Information Géographique (SIG).

Un Système d'Information Géographique est un système d'information conçu pour recueillir, stocker, traiter, analyser, gérer et présenter tous les types de données spatiales et

géographiques. Les applications liées aux SIG sont des outils qui permettent aux utilisateurs de créer des requêtes interactives, d'analyser l'information spatiale, de modifier et d'éditer des données en utilisant des cartes. Ils permettent également d'identifier et de représenter des objets et des événements qui illustrent notre environnement (coordonnées GPS, latitude et longitude, adresse, altitude, temps, ...) en réunissant ces dimensions autour d'un même référentiel (Le Tourneau, 2000). C'est dans cette perspective de suivi et de gestion à travers les SIG que le sujet intitulé « Système d'information Géographique (SIG) pour le suivi et la gestion des stocks du réseau d'alimentation d'eau potable en phase d'exécution dans la commune d'Abomey-Calavi : Cas de Togba-Est » a été choisi. Ce présent sujet qui fait office de mémoire de fin de formation s'articule autour de :

- chapitre I : cadre théorique de l'étude ;
- chapitre II : cadre géographique de l'étude ;
- chapitre III : matériel et les méthodes ;
- chapitre IV : résultats ;
- chapitre V : discussion.

Le chapitre I présente le cadre théorique de la recherche.

CHAPITRE I : CADRE THEORIQUE DE L'ETUDE

Ce chapitre expose la problématique, les objectifs, les hypothèses de recherche et la clarification des concepts.

1.1. Problématique

Les systèmes de distribution d'eau potable appartiennent, au même titre que les autres réseaux techniques, à un environnement urbain et périurbain dans lequel, ils agissent et interagissent avec les autres réseaux (Blindu, 2004). L'exploitant d'un réseau d'alimentation en eau potable se trouve généralement confronté à la difficulté de connaître avec précision son réseau compte tenu de sa diversité (généralement de multiples tranches de travaux réalisées selon des techniques différentes et sur plusieurs années) de son étendue et des difficultés d'accès (Blindu, 2004 ; Abdelbaki, 2012). Pour rationaliser la gestion d'un réseau d'AEP, il est nécessaire de connaître avec précision l'ensemble des éléments le composant, de pouvoir prévenir les incidents et d'avoir un outil de diagnostic pour les remédier le plus rapidement possible.

La mise en place d'un Système d'Information Géographique (SIG) pour le suivi et la gestion du réseau d'eau potable avec la constitution d'une base de données descriptives du réseau d'eau dans son environnement est alors indispensable et reste un prérequis à toute tentative d'analyse. Ainsi, il est nécessaire de garder trace des interventions effectuées pour constituer une « mémoire » des événements marquants, afin de cibler le mieux possible les décisions (Blindu, 2004). Aussi, pour améliorer la qualité de service rendu aux abonnés, la collecte et le rassemblement des informations liés à la localisation géographique du réseau d'AEP sur un même support informatique sont d'une importance capitale, voire obligatoire. Les Systèmes d'Information Géographique (SIG) répondent aujourd'hui à ces enjeux, par la création d'une base de données non seulement géoréférencées par rapport à la position du réseau dans l'espace urbain (plans du réseau) mais aussi à toute information relative aux caractéristiques hydrauliques du réseau et son comportement dans cet espace. Cette capacité, qu'acquièrent les SIG, s'avère très efficace dans un processus de prise de décision, à chaque fois que la base de données est interrogée.

Plusieurs études ont déjà permis d'appréhender la nécessité de l'utilisation de cet outil pour une meilleure planification des ressources en eau dans le monde (Nguyen, 2014) et en Afrique (Abdelbaki *et al.*, 2001 ; Ibrahim, 2018). Les premiers travaux concernant la gestion des réseaux urbains ont été effectués par Atkinson *et al.* (1997) et Hwang *et al.* (1998). Leurs travaux ont porté sur les méthodologies de mise en place des SIG dans le domaine des

ressources en eau et la gestion de l'eau en milieu urbain. Bernard (2004), a étudié la gestion de l'approvisionnement en eau potable de l'agglomération phocéenne et de nombreuses communes du département des Bouches-du-Rhône à l'aide d'un SIG. Ce dernier est utilisé pour localiser les réseaux et répondre aux besoins des exploitants et des agences délocalisées. Cependant, Udovyk (2006), a développé le contexte de la gestion des ressources en eau à l'aide des SIG. De récents travaux ont été également effectués dans le domaine des réseaux d'eau potable notamment ceux de Sitzenfrei *et al.* (2013), Kulkarni *et al.* (2014), etc.

En République du Bénin (Houze, 2017), en particulier dans les communes de Zè (Hounguevou *et al.*, 2017) et de Nikki (Abdoulaye, 2017), des travaux ont été menés également dans le domaine des ressources en eau. Cependant, ces travaux font essentiellement une spatialisation des points d'eau disponibles et leur état de fonctionnement. D'autres études menées ont procédé par des enquêtes pour faire l'inventaire et une analyse des points d'eau disponibles dans les communes (Michozounnou *et al.*, 2015). Toutes ces études n'ont pas réussi à aborder l'aspect suivi et gestion des réseau d'AEP surtout en phase d'exécution.

Le réseau d'AEP de Togba-Est est en cours d'exécution et connaît des contraintes de suivi et de gestion qui demandent l'utilisation de données représentatives de l'ensemble du réseau. L'entreprise en charge des travaux, utilise depuis longtemps des classeurs Excel pour faire le suivi des différentes étapes de pose à l'exécution des travaux du réseau. Ces classeurs présentent seulement les linéaires exécutés, sans présenter ses différentes étapes de pose dans leurs environnements, ce qui présente des difficultés de compréhension et amène l'entreprise à produire des plans manuels d'avancement des différentes étapes à l'aide des surligneurs, ce qui pose des problèmes de présentation. En plus, ces données ne sont pas disponibles en temps réel, compte tenu de la procédure mise en place. De même au niveau du suivi des nœuds du réseau, le fichier de suivi ne présente pas les différentes pièces posées dans le nœud, mais signale seulement que le nœud est raccordé. Du coup l'entreprise ne sait si les pièces sorties du magasin sont réellement posées sur le terrain. A tout ceci s'ajoute les difficultés d'avoir le plan de récolement à temps, parce que la procédure mise à place pour la collecte des données relatives aux modifications sur le terrain n'est pas toujours suivie. De plus, pour le gestionnaire du réseau, la dispersion des données dans les fichiers du récolement tant numérique qu'en versions papier, ne lui permet pas de croiser facilement les données pour répondre promptement quand il y a un problème sur le réseau. Il convient dès lors de trouver d'autres mécanismes pour le suivi des travaux d'une part et d'autre part pour le gestionnaire du réseau, une base de données géoréférencées que l'entreprise livra comme données de récolement et qui servira de base pour un outil de gestion du réseau aussi bien à

l'échelle communale que nationale. Le sujet qui porte sur « Système d'Information Géographique (SIG) pour le suivi et la gestion des stocks du réseau d'alimentation d'eau potable en phase d'exécution dans la commune d'Abomey-Calavi : Cas de Togba-Est » tente de répondre à ce besoin en montrant l'importance du SIG dans ce domaine. Dès lors, se posent plusieurs questions spécifiques auxquelles la présente étude tente de répondre. Ces questions se présentent comme suit :

- quelles sont les étapes de réalisation des travaux d'un réseau d'AEP ?
- quel est l'apport des SIG dans l'avancement des travaux et du suivi des stocks des pièces hydrauliques pour la réalisation du réseau AEP de Togba-Est ?
- comment mettre en place une base de données SIG pour le suivi de l'avancement et la gestion des stocks dans la réalisation du réseau d'AEP de Togba-Est.

1.2. Objectifs de la recherche

1.2.1. Objectif global

L'objectif global de cette recherche est de mettre en place un modèle SIG pour le suivi de l'avancement des travaux et la gestion des stocks des pièces hydrauliques du réseau d'Alimentation en eau potable en phase d'exécution de Togba-Est.

1.2.2. Objectifs spécifiques

De façon spécifique, il s'est agi de :

OS1 : décrire les différentes étapes de réalisation des travaux du réseau d'AEP de Togba-Est ;

OS2 : évaluer l'apport des SIG dans l'avancement des travaux et du suivi des stocks des pièces hydrauliques pour la réalisation du réseau AEP de Togba-Est ;

OS3 : implémenter une base de données SIG pour le suivi de l'avancement et la gestion des stocks dans la réalisation du réseau d'AEP de Togba-Est.

Pour atteindre les différents objectifs précédemment fixés, les hypothèses suivantes ont été énoncées.

1.3. Hypothèses de recherche

Les hypothèses qui sous-tendent cette recherche sont :

H1 : Les travaux de réalisation d'un réseau d'Alimentation d'Eau Potable (AEP) commencent par la validation des tronçons et finissent par l'exécution des travaux en passant par les phases de lever, les études hydrauliques et études génies civils.

H2 : Le SIG permet de suivre visuellement l'avancement des travaux et du stock des pièces et équipements hydraulique sur le chantier.

H3 : Une base de données SIG à jour est indispensable pour une meilleure communication sur le chantier, une amélioration dans la gestion et une meilleure prise de décision.

1.4. Clarification des concepts

Pour faciliter la compréhension du présent mémoire, certains concepts nécessitent d'être clarifiés. Il s'agit notamment des concepts : avancement des travaux, base de données, gestion des réseaux, gestion des stocks, information géographique, système, système d'information, système d'information géographique, suivi de chantier.

Avancement des travaux

L'avancement des travaux est le point crucial d'une opération. Il a une incidence sur les situations de travaux et la date de réception. Le contrôle de l'avancement des travaux, garantit que les travaux du projet avancent comme prévu par le planning et qu'ils sont réalisés dans le respect des exigences (Houeze, 2017).

Base de données

Une base de données est un ensemble organisé et intégré de données. Elle correspond à une représentation fidèle de données et de leurs structures, avec le minimum possible de contraintes imposées par le matériel. Elle doit pouvoir être utilisée pour toutes les applications pratiques désirées sans duplication de données. D'après Martin (1977) in (Rouet, 1993), une base de données sur une thématique est un ensemble de renseignements, qui répond à trois critères : l'exhaustivité, la non-redondance et la structure. La base de données incarne la mémoire du système en enregistrant, en stockant et en structurant les informations. Ces informations peuvent provenir de différentes sources mais doivent être représentées de manière numérique. Elles se distinguent par des données thématiques et géoréférencées. Ces données représentent respectivement la base descriptive des propriétés thématiques et spatiales du système. Les données thématiques et géoréférencées permettent donc de décrire et de caractériser le comportement du phénomène étudié. Les phénomènes et les propriétés

sont respectivement nommés “entités” et “attributs” dans le contexte des SIG (Pouliot, 1999). Ses informations sont classées sous forme de fichiers et consultées à partir de critères précis (Abdelbaki, 2012). Dans cette recherche, la base de données a permis de collecter et d’organiser les données selon les thématiques prédéfinies.

Gestion des réseaux

La gestion d’un réseau d’AEP a pour principale mission d’assurer les fonctions de production, stockage et distribution. La gestion classique des réseaux présente beaucoup d’inconvénients. Les supports cartographiques sur lesquels sont portés les objets représentant les réseaux sont difficilement manipulables (Choux, 1990). Cette gestion est également très limitée, les informations caractérisant les réseaux représentés sont portées sur le support en même temps que les objets graphiques eux-mêmes. Ceci peut provoquer une surcharge du support pouvant rendre illisibles certaines informations (Abdelbaki, 2012).

Cette gestion présente les problèmes suivants :

- l’archivage des documents cartographiques et les fiches techniques du réseau.
- la perte de temps pour la recherche d’une information bien déterminée.
- la difficulté de la mise à jour.
- la facilité de perdre des informations à cause de la mémorisation et l’archivage.

Dans le contexte de cette étude, la gestion du réseau désigne à la fois le processus de configuration et de surveillance ainsi que les outils et applications utilisés dans ce cadre.

Gestion des stocks

Le stock correspond aux matériaux ou aux matériels qu’une entreprise a l’intention de vendre au client dans un but de rentabilité. La gestion des stocks, élément stratégique de la chaîne d’approvisionnement, désigne le suivi des stocks depuis la commande jusqu’aux entrepôts, puis jusqu’à un point de vente. L’objectif de la gestion des stocks est de disposer des bons produits au bon endroit et au bon moment. Cela nécessite une visibilité des stocks : savoir quand passer une nouvelle commande, combien commander et où entreposer le stock. La visibilité des stocks consiste à connaître les stocks dont vous disposez, ainsi que les sites sur lesquels ils se trouvent (Houeze, 2017). L’entreprise a besoin d’une vue précise des stocks pour garantir l’exécution des commandes du client, réduire les délais d’exécution des expéditions et minimiser les ruptures de stock. Dans le cadre de cette étude, la gestion du stock concerne les pièces hydrauliques et les tuyaux.

Information géographique

De même que dans cette étude, on retient que l'information est dite géographique lorsqu'elle se rapporte à un ou plusieurs lieux de la surface du globe terrestre. Cette information possède la caractéristique d'être localisée, repérée ou géocodée (Berrézel et Benabdelkrim, 2017). Dans le cadre de cette recherche, l'information géographique correspond à cette dernière définition.

Système

Le système, ce concept constitue le socle sur lequel repose la Systémique. Etymologiquement, le mot provient du grec *sustêma* qui signifie "*ensemble cohérent* " (Donnadieu *et al.*, 2003).

Quelques définitions de la notion de système sont proposées par divers auteurs :

- de Rosnay (1975) le définit comme étant un ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisés en fonction d'un but.
- pour Le Moigne (1977) un système est : « quelque chose (n'importe quoi, présumé identifiable), qui dans quelque chose (environnement), pour quelque chose (finalité ou projet), fait quelque chose (activité = fonctionnement), par quelque chose (structure = forme stable), qui se transforme dans le temps (évolution). »
- Larvet (1994) a retenu une définition en 7 points selon laquelle un système est : « (1) un ensemble d'éléments, (2) doté(s) d'une structure, (3) en interaction entre eux et avec l'environnement, (4) qui réalise des fonctions, (5) qui transforme de la matière, de l'énergie ou de l'information, (6) qui évolue dans le temps, (7) selon un objectif. »

Dans le cadre de cette étude, le mot système rejoint la définition de Rosnay (1975) qui signifie un ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisés en fonction d'un but.

Système d'information

Ensemble de composants interreliés qui recueille de l'information, la traite, la stocke et la diffuse afin de soutenir la prise de décision et le contrôle au sein de l'organisation (Berrézel et Benabdelkrim, 2017). Dans cette étude, c'est un ensemble de ressources qui permet de collecter, regrouper, classer, traiter et diffuser de l'information (sous forme de données, textes, images, sons, ...) dans un environnement donné.

Système d'information géographique (SIG)

Un Système d'Information Géographique est un ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision (in IAAT, 2003). Un Système d'Information Géographique (SIG) est aussi un système informatique permettant à partir de diverses sources, de rassembler et organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement contribuant notamment à la gestion de l'espace (Dimitri *et al.*, 2007). Un SIG renvoie à l'analyse systémique (Le Moigne, 1990). Un SIG englobe en général quatre sous-systèmes (Figure 1) (Laurini *et al.*, 1993) :

- un sous-système pour l'acquisition des données géographiques qui peuvent être d'origines diverses (environnement de la conduite avec les caractéristiques des sols, la géologie, la sismique...) ;
- un sous-système de gestion de données pour le stockage, l'organisation et la recherche de données ;
- un sous-système d'analyse spatiale pour le traitement et l'exploitation des données géographiques ;
- un sous-système de présentation des résultats soit sous forme de carte par l'affichage graphique à l'écran ou par sorties cartographiques sur papier, soit sous forme de listes ou de tableaux.

La figure 1 montre la structure d'un Système d'Information Géographique (SIG).

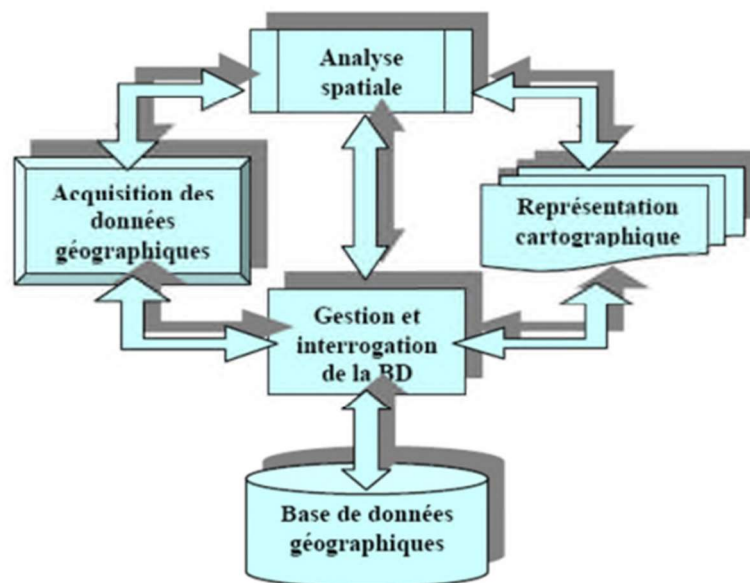


Figure 1 : Structure d'un Système d'Information Géographique

Source : Laurini *et al.*, 1993

Un Système d'Information Géographique comme dans cette étude a donc pour finalité de renseigner sur un territoire en localisant les informations pour aboutir à un processus de décision (Chafaï, 2012).

Suivi de chantier

Le suivi de chantier englobe toutes les grandes tâches qui visent à planifier et à assurer le bon déroulement d'un chantier. Il est essentiel pour garantir le bon déroulement des travaux, cela permet de contrôler le bon déroulement du projet selon le planning établi et que les ressources humaines, matérielles et financières sont bien fixées et respectées. C'est un outil de contrôle et de validation. De Coninck (2011) dans son ouvrage, décrit le suivi d'exécution d'un chantier par la figure 2. Le suivi concerne l'avancement des travaux dans cette recherche (Etape 5).

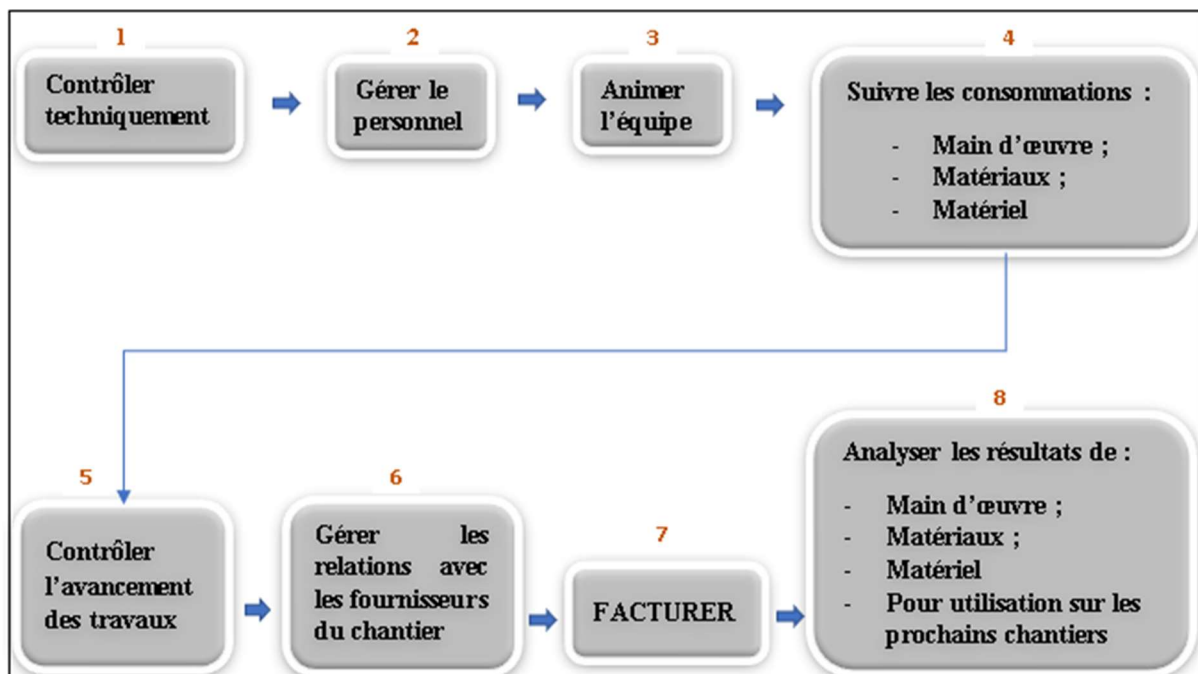


Figure 2 : Etapes du suivi de chantier
Source : Henry (2012)

Le chapitre II présente le cadre géographique du milieu d'étude.

CHAPITRE II : CADRE GEOGRAPHIQUE DU MILIEU D'ETUDE

Ce chapitre présente la situation géographique, la description du milieu biophysique et la description du milieu humain

2.1. Présentation du projet

Le projet de renforcement du système d'alimentation en eau potable de la ville d'Abomey-Calavi : Phase III, consiste à la fourniture et la pose de canalisation pour le transport de l'eau traitée de la station de Zinvié vers le Château d'eau de Togba sur environ 25 km et 368 km de distribution dans les localités de Ahoussougbéta ; Houèto ; Houéga-Tokpa ; Somè, Tokan ; Ahouato ; Allansankomè ; Ouèdo-centre soit une population de 78605 habitants (RHPH4, 2013). Il y a aussi la construction de Château de 1000 m³ et la télégestion des installations. Ce projet vise l'amélioration de la desserte en eau potable des villages et quartiers des arrondissements de Togba et de Ouèdo jusqu'à l'horizon 2027. La figure 3 présente la vue de l'ensemble du réseau du projet.

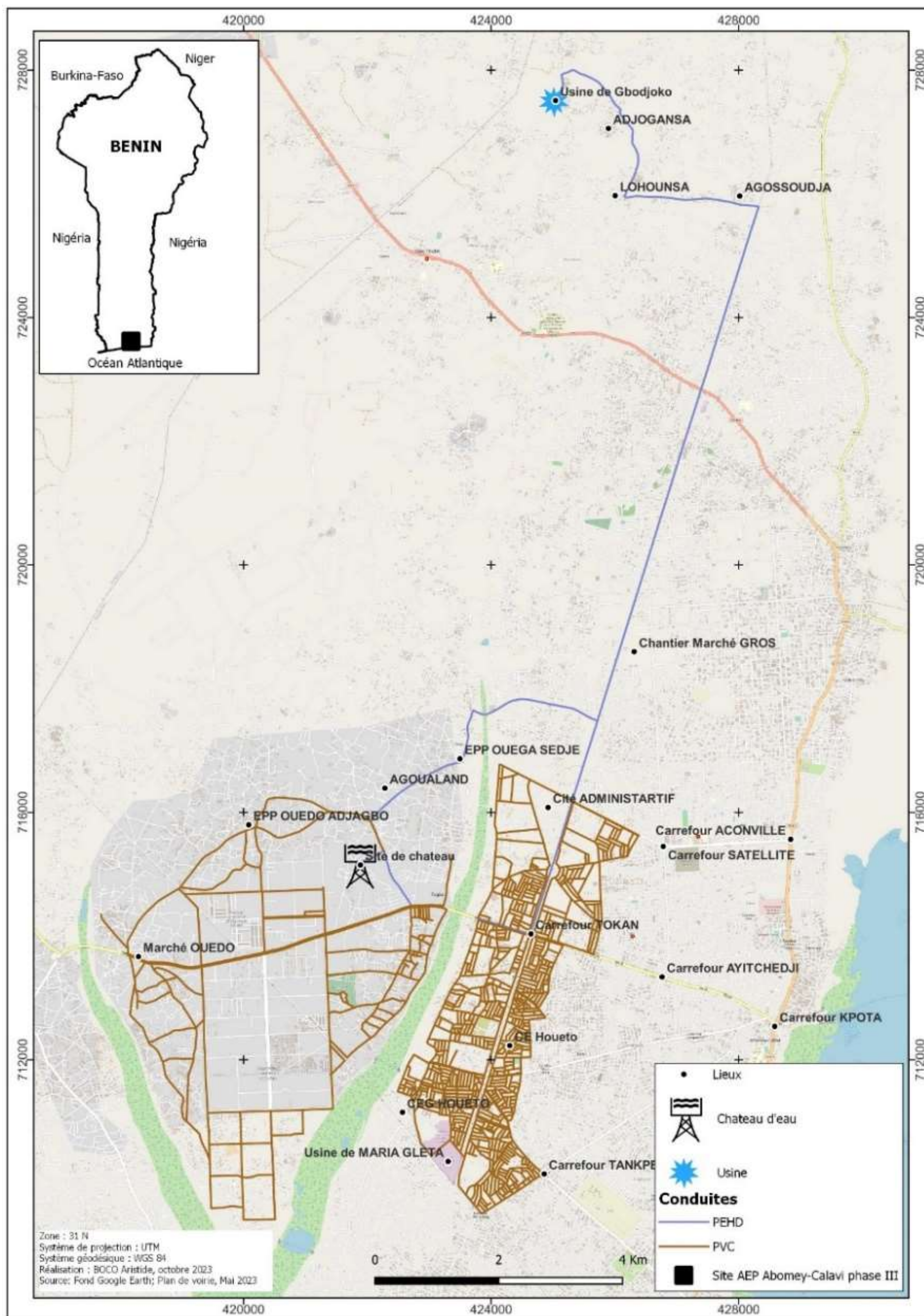


Figure 3 : Réseau d’Alimentation en Eau Potable Calavi Phase III

2.2. Organisation structurelle du système d'AEP

L'organisation structurelle du système étudié implique deux dimensions : verticale entre des sous-systèmes pouvant être de différents niveaux hiérarchiques ou d'agrégation, horizontale entre les composantes d'un même sous-système. L'organisation structurelle du système d'AEP est représentée par une décomposition descendante donnée en figure 4 (Abdelbaki *et al.*, 2012).

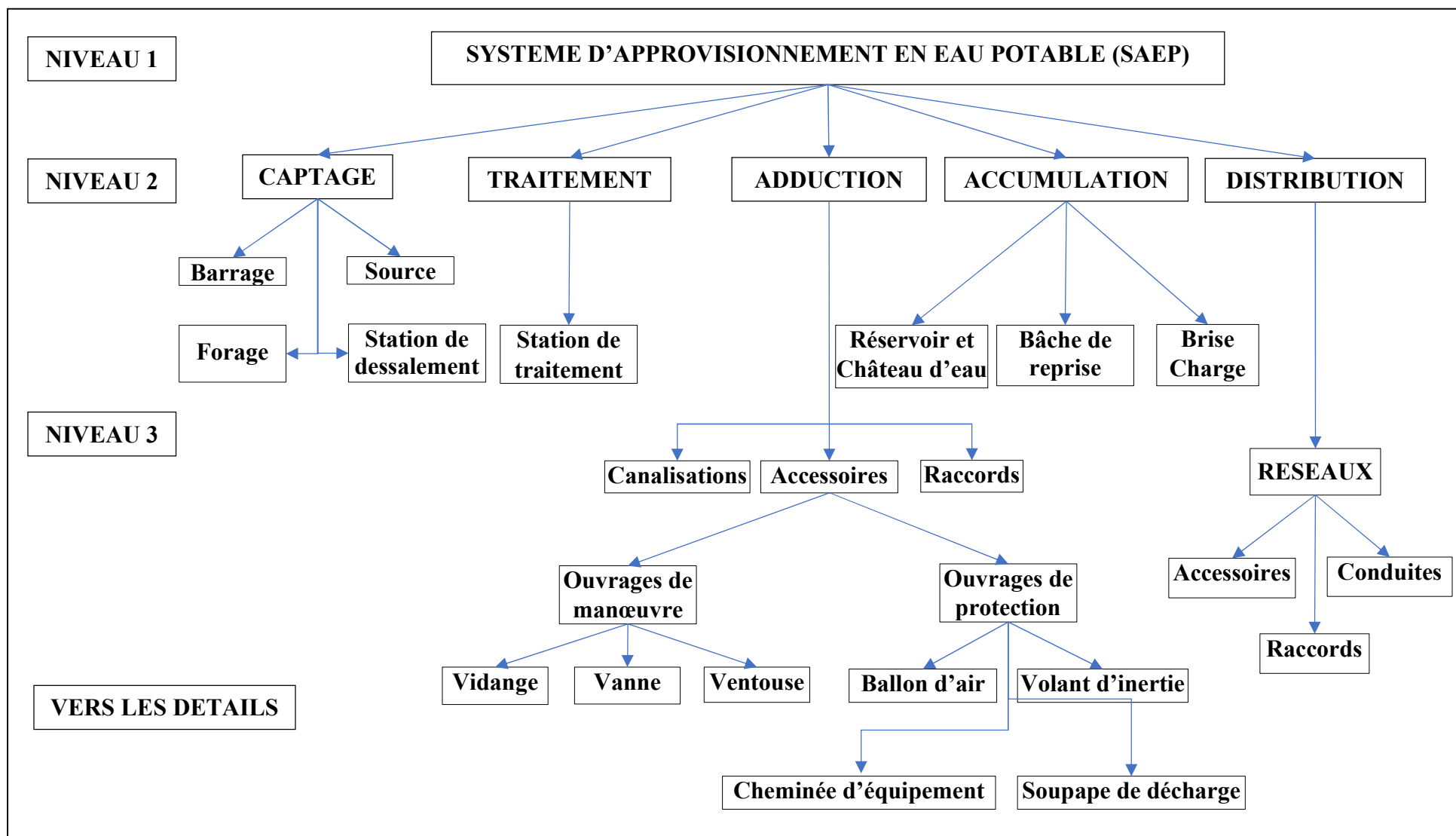


Figure 4 : Organisation Structurale d'un Système d'AEP

Source : Henry (2012)

2.3. Situation géographique du milieu d'étude

Le secteur d'étude se situe dans l'arrondissement de Togba. Situé entre 6°22' et 6°30' de latitude Nord et entre 2°15' et 2°22' de longitude Est, l'arrondissement de Togba est limité au Nord par l'arrondissement de Glodjigbé, au sud par l'arrondissement de Godomey, à l'Ouest par l'arrondissement de Ouédo et à l'Est par celui de Calavi. Il est un des neuf arrondissements qui composent le territoire administratif de la commune d'Abomey-Calavi. Il occupe pratiquement le centre de ce territoire qui est réparti en onze (11) villages et quartiers que sont Drabo, Ouéga-agué, Ahossougbéta, Tokan, Ouéga tokpa, Fifonsi, Somè, Houèto, Maria-Gléta, Tankpè-Tanmè et Tokan-Aïdegnon. Togba-Est, secteur d'étude, couvre une superficie de 8,6 Km² et abrite les localités de Ahossougbéta, Tokan, Fifonsi, Houèto, Tankpè-Tanmè et Tokan-Aïdegnon. Il est localisé entre 6°27'22'' et 6°29'02'' de latitude Nord et entre 2°18'39'' et 2°20'03'' de longitude Est. La figure 5 présente la carte de localisation géographique du secteur d'étude.

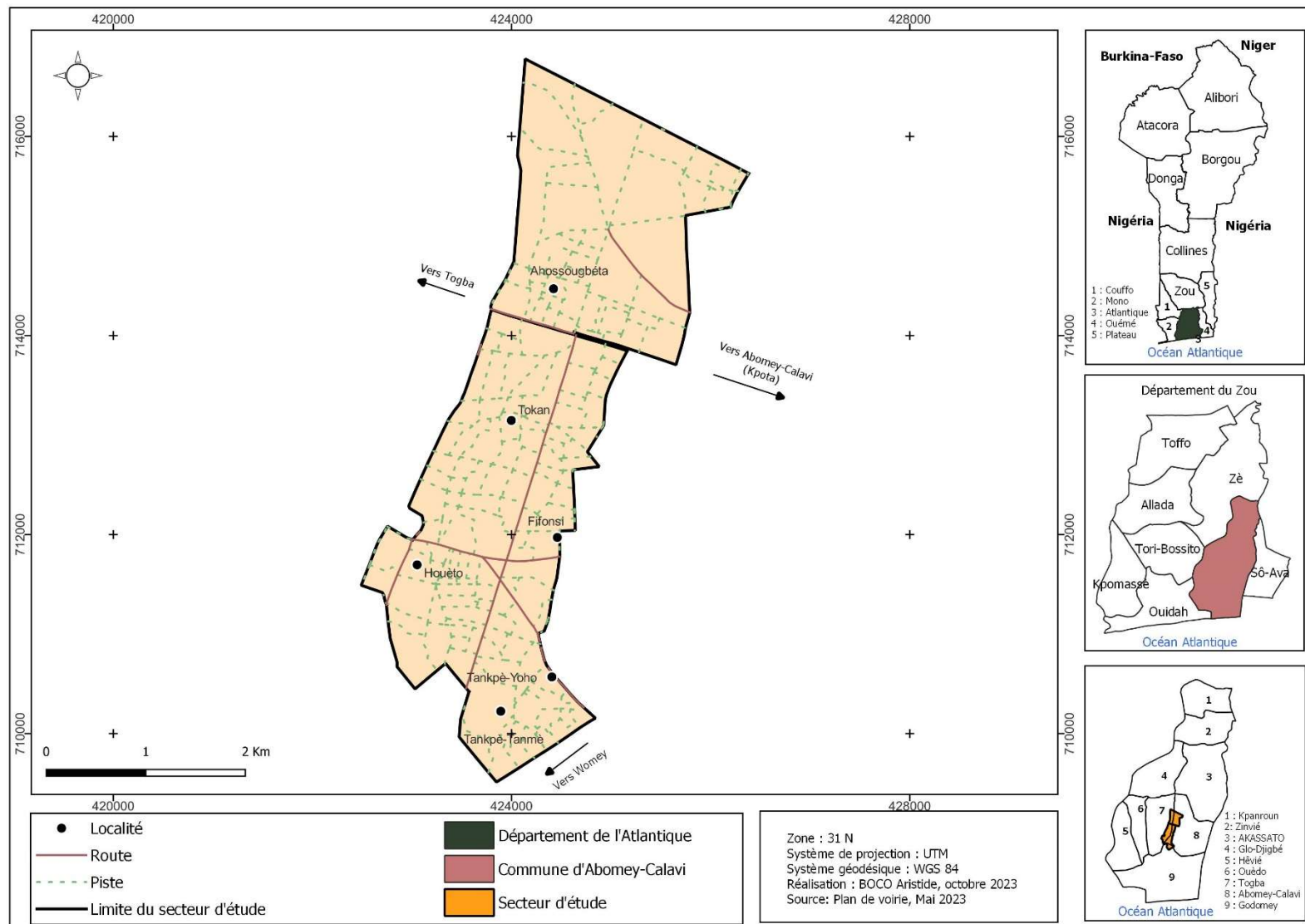
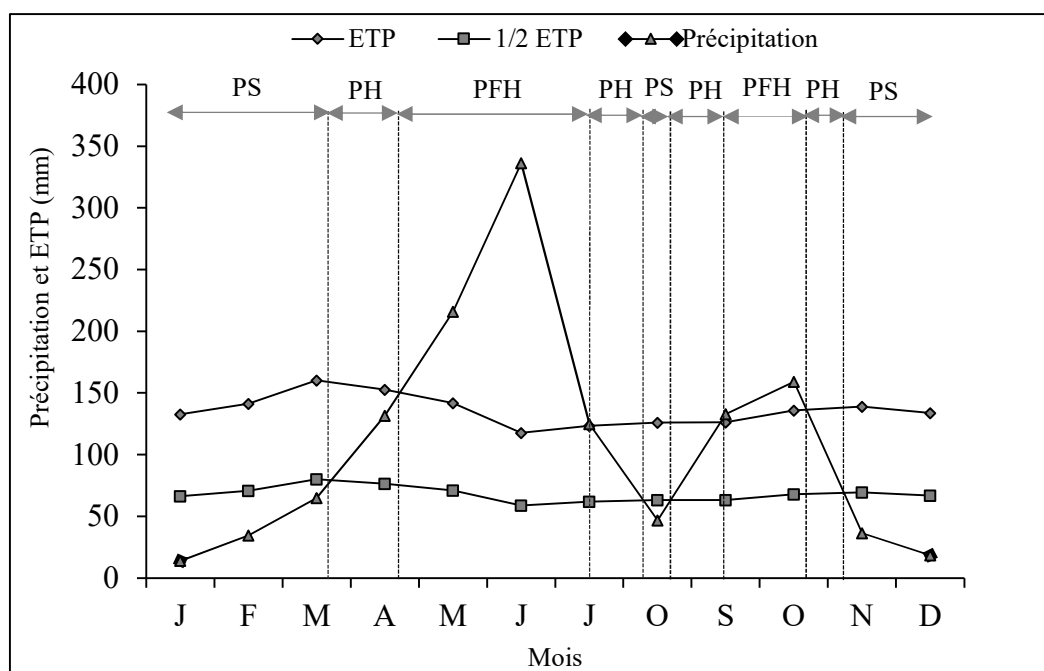


Figure 5 : Localisation géographique de Togba-Est

2.4. Description du milieu biophysique

2.4.1. Climat

Le secteur d'étude se retrouve dans le domaine subéquatorial caractérisé par un climat à quatre saisons dont deux pluvieuses et deux sèches. La grande saison des pluies s'étend de mi-mars à mi-juillet et la petite saison pluvieuse de mi-septembre à novembre. La grande saison sèche commence à partir de la fin novembre à mars et la petite saison sèche s'étend de mi-juillet à mi-septembre. Durant les six mois humides, la pluviosité varie d'un mois à un autre avec un maximum entre mai et juin et une moyenne pluviométrique annuelle de l'ordre de 1300 mm (Gbèssè et Sallon-Bonnaud., 1996). Cette quantité d'eau relativement importante est très inégalement répartie. Ainsi, les périodes d'avril à juillet et de septembre-octobre reçoivent respectivement 65 % et 17 % des précipitations annuelles (Kèkè, 2002). La figure 6 présente le diagramme climatique du secteur d'étude.



PS : Période sèche, PH : Période humide, PFH : Période franchement humide.

Figure 6 : Diagramme climatique de Cotonou (1983-2020)

Source : Météo-Bénin, 2021

Il ressort de l'analyse de la figure 6 :

- la période sèche est la période au cours de laquelle la courbe des précipitations est en dessous de la moitié de celle de l'ETP ($P < \frac{1}{2} \text{ETP}$); au cours de cette période, on peut observer toutefois des pluies précoces; la grande saison sèche commence en novembre et prend fin en mars et la petite saison en août. Pendant cette saison, l'exécution des travaux rencontre des perturbations liées aux précipitations.

- la période humide au cours de laquelle la courbe de $\frac{1}{2}$ ETP passe en dessous de celle des précipitations,
- la période franchement humide est la période durant laquelle la courbe de l'ETP passe en dessous de celle des précipitations. C'est à cette période que le pic des précipitations est atteint et selon le diagramme ce pic est atteint en juin
- la petite période humide commence en septembre et prend fin en octobre. Pendant les périodes humides, les précipitations ralentissent l'évolution des travaux.

2.4.2. Relief

L'arrondissement de Togba présente un relief peu accidenté. Du Nord au Sud, la topographie présente des formes élémentaires comme cuvettes, monticules et dépressions (Eténé, 2017). Cette topographie est orientée Nord-Sud. L'altitude la plus élevée est de 33 m et la plus faible est de 3 m. La figure 7 présente les différents types de pentes dans l'arrondissement de Togba.

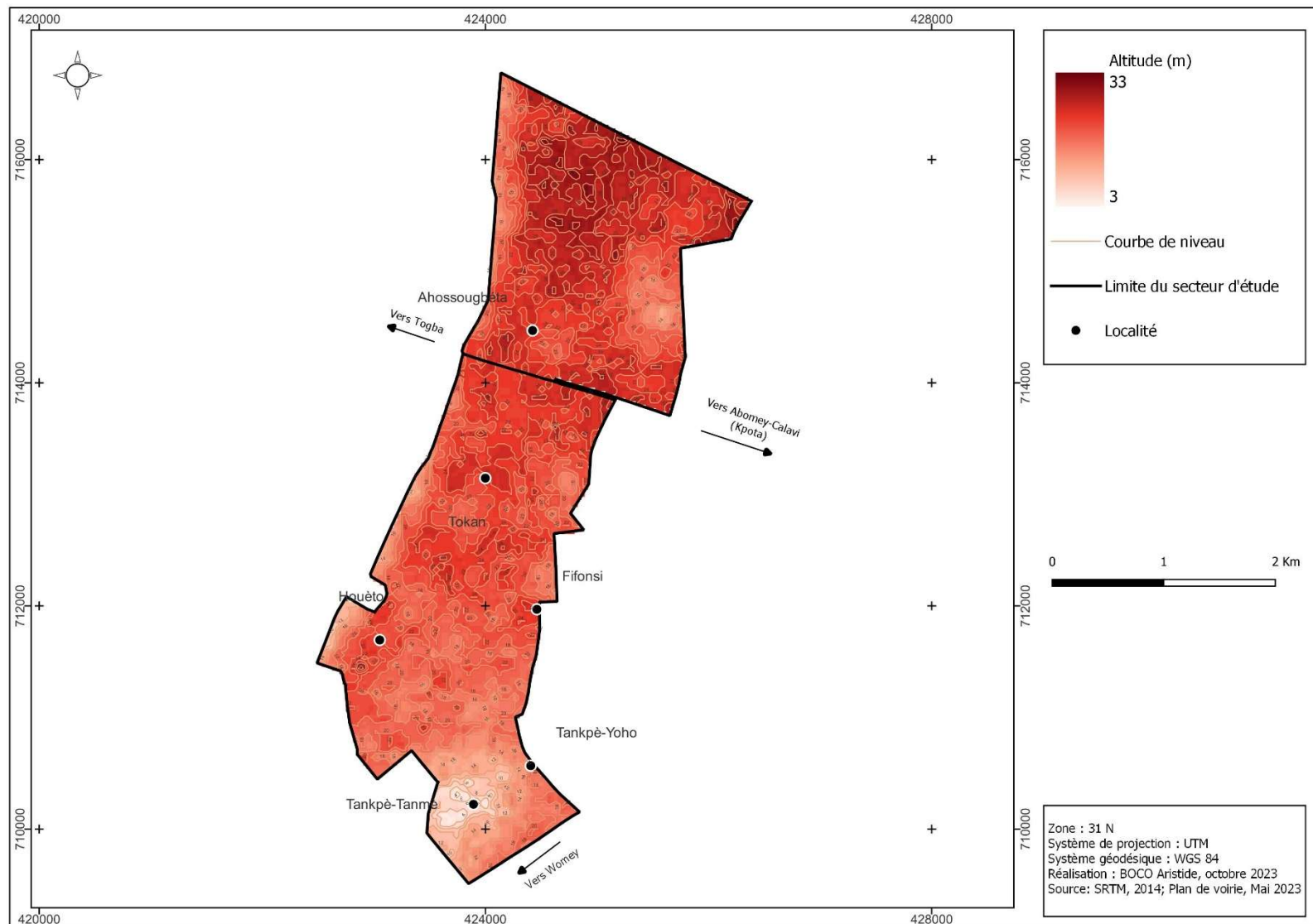


Figure 7: Relief de Togba-Est

2.4.3. Pédologie

Le sol est un élément important dans la réalisation d'un AEP. Elle permet de prévoir à l'avance les outils et équipements nécessaires lors des opérations de fouilles. Dans le secteur d'étude, les formations pédologiques sont à dominance ferralitique appauvries sur sédiment (89,14 %). Elles sont suivies des sols ferralitiques appauvris sur grès (7,68 %) et des sols hydromorphes (3,17 %) sur matériaux alluviale lagunaire et alluvio-colliviale fluviale le long des cours d'eaux. La figure 8 révèle les différents types de sols de Togba-Est.



Figure 8 : Pédologie de Togba-Est

2.4.4. Réseau hydrographique

Pour une bonne compréhension du réseau hydrographique de l'arrondissement de Togba, celui de la commune d'Abomey-Calavi est primordial, et est essentiellement constitué de plans d'eaux (le lac Nokoué et la lagune côtière) et de marécages. Il est formé pour l'essentiel par la rivière Sô et le Lac Nokoué qui bordent la commune, la lagune de Djonou, les lagunes côtières et de nombreux marécages, marais et ruisseaux. La commune s'étend sur deux bassins versants. Plus de la moitié (307 km²) est drainée vers l'océan Atlantique ; le reste (224 km²) vers le lac Nokoué. L'arrondissement de Togba est traversé par le cours d'eau permanent Kogbotôto.

2.4.5. Végétation

Le paysage de Togba était couvert au préalable d'une végétation forestière à caractère semi-décidu. La végétation naturelle du secteur d'étude était une formation composée d'espèces assez variées. Mais selon le même auteur, cette végétation a disparu sous l'action anthropique en laissant la place à une végétation dérivée appelée « jachère abusive ». L'exploitation intense de cette végétation a laissé par endroit des formations reliques qui ne persistent qu'en des lieux protégés comme les forêts sacrées (enquête de terrain, 2024). Sur le site de Togba, la végétation est dominée par les palmiers à huile (*Elaeis guineensis*), les vergers, quelques arbres isolés et des cocotiers (*Cocos nucifera*) le long du marécage.

2.5. Démographie et aspect socioéconomique

2.5.1. Démographie

La figure 9 présente l'évolution de la population dans l'arrondissement de Togba.

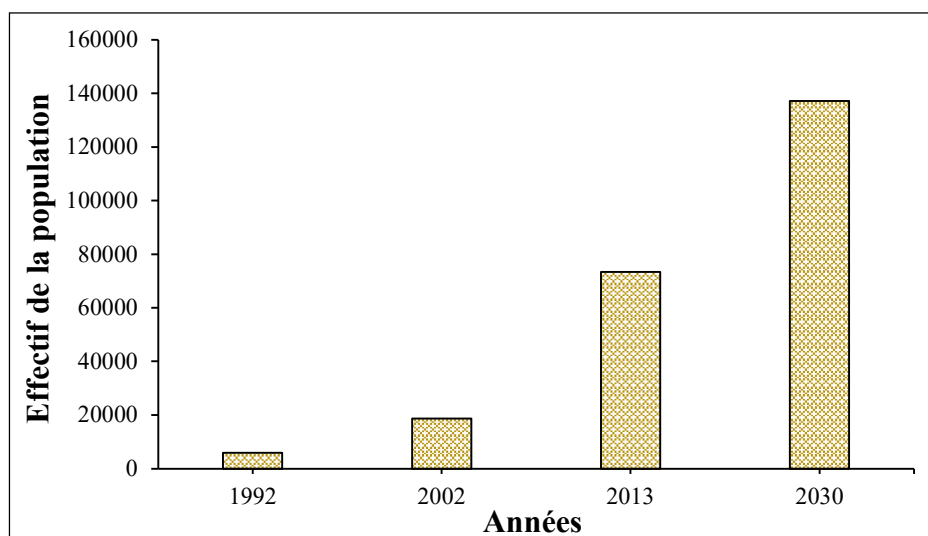


Figure 9 : Evolution de la population de l'arrondissement de Togba
Source : INSAE 2013, RGPH-4

Il ressort de l'analyse de la figure 9 que la tendance de l'évolution de l'effectif de la population présentée montre que la population de Togba est en pleine évolution. Le Recensement Général de la Population et de l'Habitation en 1992 était de 5911 habitants cependant il y a eu une évolution de la population de 2002 à 2013. En 2002 la population est passée à 18674 habitants et au dernier Recensement Général de la Population et de l'Habitation en 2013 à 73331 habitants. En 2030 cette population est estimée à 137193 habitants. Cette poussée démographique entraîne une augmentation en besoins de tous genres à satisfaire en l'occurrence les ressources en eau. La population de l'arrondissement de Togba se compose aujourd'hui d'un grand nombre de groupes sociolinguistiques, ce qui explique la variété de son peuplement. En effet, les groupes ethniques majoritaires de l'arrondissement de Togba sont les Ayizo suivis des Fons, des Toffin, des Yoroubas, des Nagots, des Goun et des Bariba.

2.5.2. Aspects socioéconomiques

La population agricole qui était de 5332 personnes, avec 835 ménages agricoles en 2002 (RGPH3) a régressé jusqu'à 3351 personnes avec seulement 560 ménages agricoles en 2013 (RGPH4). Ainsi, entre les deux derniers recensements de la population agricole (RGPH3 et 4) de 2002 et de 2013, on note une baisse de la population agricole. L'arrondissement de Togba était essentiellement constitué de zones de cultures de maïs (*Zea mays*), de manioc (*Manihot exculenta*) et de plantations de palmiers à huile (*Elaeis guineensis*). Aujourd'hui, les terres cultivées de façon discontinue selon les techniques culturelles traditionnelles intercalent les parcelles bâties ou gelées. Aujourd'hui, la taille des exploitations est considérablement réduite au point de devenir de véritables jardins de case ou de petits champs éparpillés autour des nouvelles concessions. Cela dénote de la baisse des activités agricoles.

Avec l'arrivée massive des immigrants, l'économie locale s'est tournée vers les secteurs informels de l'artisanat, du commerce et des services. Les besoins des citoyens génèrent de multiples emplois de production et de service sur place. Ainsi, nombreux sont les tailleurs, les maçons, les menuisiers, les bijoutiers, les puisatiers, les soudeurs, les mécaniciens (pour automobiles et motocyclettes), les coiffeurs, les plombiers, les tisserands, les carreleurs qui exercent leurs activités ou proposent leur service le long des principaux axes routiers. Ce qui augmente les besoins d'occupation d'espace ou de parcellaire.

D'autres activités comme la pisciculture, l'aviculture, la cuniculture, la transformation des produits agricoles tels que le manioc (*Manihot exculenta*), l'ananas (*Ananas comosus*), la noix de cajou (*Anacardium occidentale*) sont aussi notées dans le secteur d'étude. Ces activités accroissent les besoins en eau. Le chapitre III présente le matériel et les méthodes utilisés.

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

La démarche méthodologique utilisée est la recherche documentaire, la collecte des données, le traitement et l'analyse des données.

3.1. Recherche documentaire

Cette phase a permis de recenser et de consulter certaines études antérieures qui ont abordé certains aspects du sujet. Ce qui a permis d'acquérir des connaissances et des concepts relatifs à la thématique. La lecture de quelques ouvrages généraux, des thèses et mémoires, des revues, des articles ainsi que les informations collectées sur internet ont permis de faire le point de connaissances relatives à cette étude. A cet effet, il a été répertorié des ouvrages généraux et spécifiques ainsi que les rapports d'étude et de travaux divers. Le tableau I présente les résultats de cette recherche documentaire.

Tableau I : Documentation et types d'informations recueillies

Centres de documentation	Documents consultés	Données recueillies
INSAE	Rapport, revues et articles	Données démographiques.
SOGEA-SATOM	Document sur le projet : Réalisation de quatre-vingt-quinze Système d'Approvisionnement en Eau Potable multi Villages (95 SAEPmV) en République du Bénin, le retour d'expérience de AEP Calavi Phase I.	Informations sur la caractéristique des nœuds ; détails sur quelques processus de mise en place d'un AEP
Centre de documentation du CAP	Rapports, articles scientifiques, mémoires	Méthodes de rédaction de mémoire, méthodes de collecte et de traitement de données sur le thème.
LABEE	Mémoires	Méthodes de rédaction de mémoire, méthodes de recherches de données et de données sur le thème.
Site web	Livres, rapports, articles scientifiques, mémoires	Informations sur le sujet
Bibliothèque universitaire	Livres, rapports, articles scientifiques	Informations sur la gestion des déchets.
Centre de documentation de la FASHS	Livres, rapports, articles scientifiques, documents	Informations sur la gestion des déchets en milieu urbain et rural, informations relatives à la méthodologie et définitions de concepts
Mairie d'Abomey-Calavi	Rapport, revue et articles, Plans de lotissement	Informations générales sur la gestion des déchets.
Laboratoire de la cartographie	Thèses, mémoires, rapports, atlas carte de situation	Informations générales sur la cartographie

Source : Travaux de recherche, mars 2021

Cette recherche documentaire a été également appuyée par la bibliothèque virtuelle disponible sur internet. Ainsi, il a été possible de consulter des documents relatifs au présent thème. Dans l'ensemble, les différents documents consultés ont fait l'objet d'analyse critique sur les concepts du SIG et d'Alimentation en eau potable.

Pour opérationnaliser l'approche méthodologique adoptée, le matériel et les méthodes ont été présentés par objectif spécifique.

3.2. Matériel et méthodes relatifs à la description des différentes étapes de réalisation des travaux du réseau d'AEP

3.2.1. Matériel ou outils de collecte

Le matériel utilisé est composé de :

- Guide d'entretien : le guide d'entretien a permis de dresser déjà au préalable les différentes questions qui seront posées aux personnes ressources pour avoir les étapes de réalisation du réseau d'AEP.
- Enregistreur : L'enregistreur nous a permis d'écouter et de réécouter les propos afin de transcrire l'essentiel des informations.

3.2.2. Méthodes de collecte de données

▪ Echantillonnage

L'échantillonnage effectué a permis de sélectionner un certain nombre de catégories de personnes à enquêter. Ces personnes ont été choisies parmi tant d'autres à cause de leur niveau d'implication dans la réalisation du réseau d'AEP. Parmi ceux-ci, on dénombre principalement le Directeur des travaux (05) ou le conducteur des travaux (10), le topographe (10), l'ingénieur en hydraulique (05) comme personnes ressources afin d'avoir des informations sur les étapes de réalisation du réseau d'AEP.

▪ Techniques de collecte des données

Plusieurs techniques de collecte ont été utilisées à savoir :

- Recherche documentaire : La recherche documentaire a permis de rassembler des informations essentielles sur la réalisation du réseau d'AEP, de mieux comprendre les exigences techniques et fonctionnelles. Elle s'est basée sur les retours d'expériences des chantiers d'AEP déjà réalisés, notamment le retour d'expérience de l'AEP d'Abomey-Calavi Phase 1.
- Entretiens ou interviews individuels : C'est une étape qui a permis de questionner individuellement les personnes ressources (Directeur des travaux ou le conducteur des

travaux, Topographe et Ingénieurs en hydraulique) qui ont travaillé sur des projets similaires.

3.2.3. Méthodes de traitement des données

Le traitement des données a été fait en deux étapes :

- synthèse des données : Les données recueillies de part et d'autre ont été traitées comme suit :
- après lecture des informations recueillies, il a été constaté une répétition dans les réponses aux questionnaires des personnes ressources. Donc les informations similaires ont été maintenues et les informations qui ne sont pas utiles pour l'étude ont été nettoyées. Celles issues des recherches documentaires ont été également triées pour maintenir les informations nécessaires pour l'étude.
- structuration des informations : Les informations après une synthèse ont été catégorisées et rangées par étape pour décrire les étapes de réalisation d'un réseau d'AEP.

La figure 10 résume la démarche du traitement des informations pour le processus de réalisation du réseau d'AEP

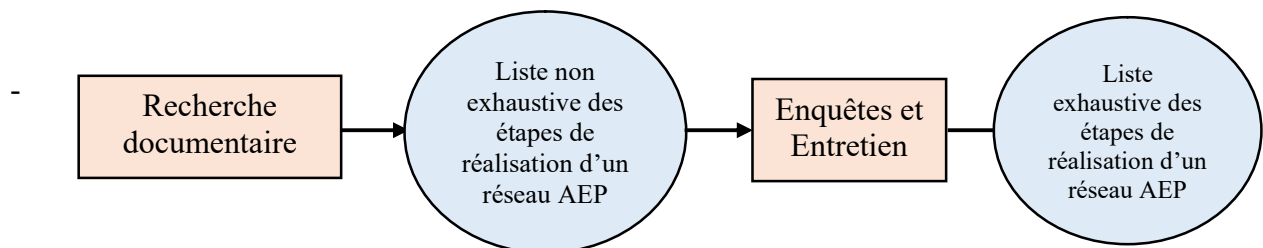


Figure 10 : Démarche du traitement des informations pour le processus de réalisation du réseau d'AEP

Source : Boco A., 2024

3.3. Matériel et méthodes relatifs à l'évaluation de l'apport des SIG dans les travaux de réalisation du réseau de l'AEP Togba-Est

3.3.1. Données de base utilisées

Les principales données de base utilisées sont :

- plan du lever de corps de rues en DWG ;
- plan de réseau de refoulement en DWG ;
- plan de réseau de distribution en DWG ;
- liste des nœuds en .xlsx ;
- cahier des nœuds en DWG.

3.3.2. Matériel de collecte et de traitement de données

Pour le traitement de données issues de la collecte, plusieurs logiciels ont été utilisés à diverses étapes du traitement lesquels nous avons :

- AutoCAD Map 3D a servi à convertir les données au format Drawing (DWG) en Shapefile (SHP) ;
- QGIS pour le traitement et la visualisation cartographique des données spatiales ;
- ordinateur HP ZBOOK pour servir de plateforme aux différents logiciels utilisés ;
- smartphone Blackview 8800 équipé de l'application QField pour la collecte des données sur le terrain et du Trimble Manager pour la connexion du smartphone au récepteur Catalyst ;
- récepteur GNSS Trimble Catalyst DA2, pour la précision centimétrique des données collectées ;
- QField, une application mobile open sources qui permet de collecter les données géographiques. Elle a servi à collecter les informations sur le réseau en cours d'exécution. Elle a permis de faire des ajustements et de prendre en compte les modifications sur le réseau lors de sa réalisation ;
- appareil photo numérique a permis de fixer des informations visuelles au cours de la collecte.

La planche 1 présente un ordinateur HP ZBOOK, un smartphone Blackview 8800 et un récepteur GNSS Trimble Catalyst DA2.



Planche 1 : Matériel de collecte de données

Les données de base comme le plan du lever de corps de rues, le plan de réseau de refoulement et de la distribution, les coordonnées de la liste des nœuds et le cahier des nœuds sont obtenues auprès du bureau d'étude du chantier. Ces données ont permis de mettre en place le projet QField. La mise en place du projet QField nécessite de définir avec précision

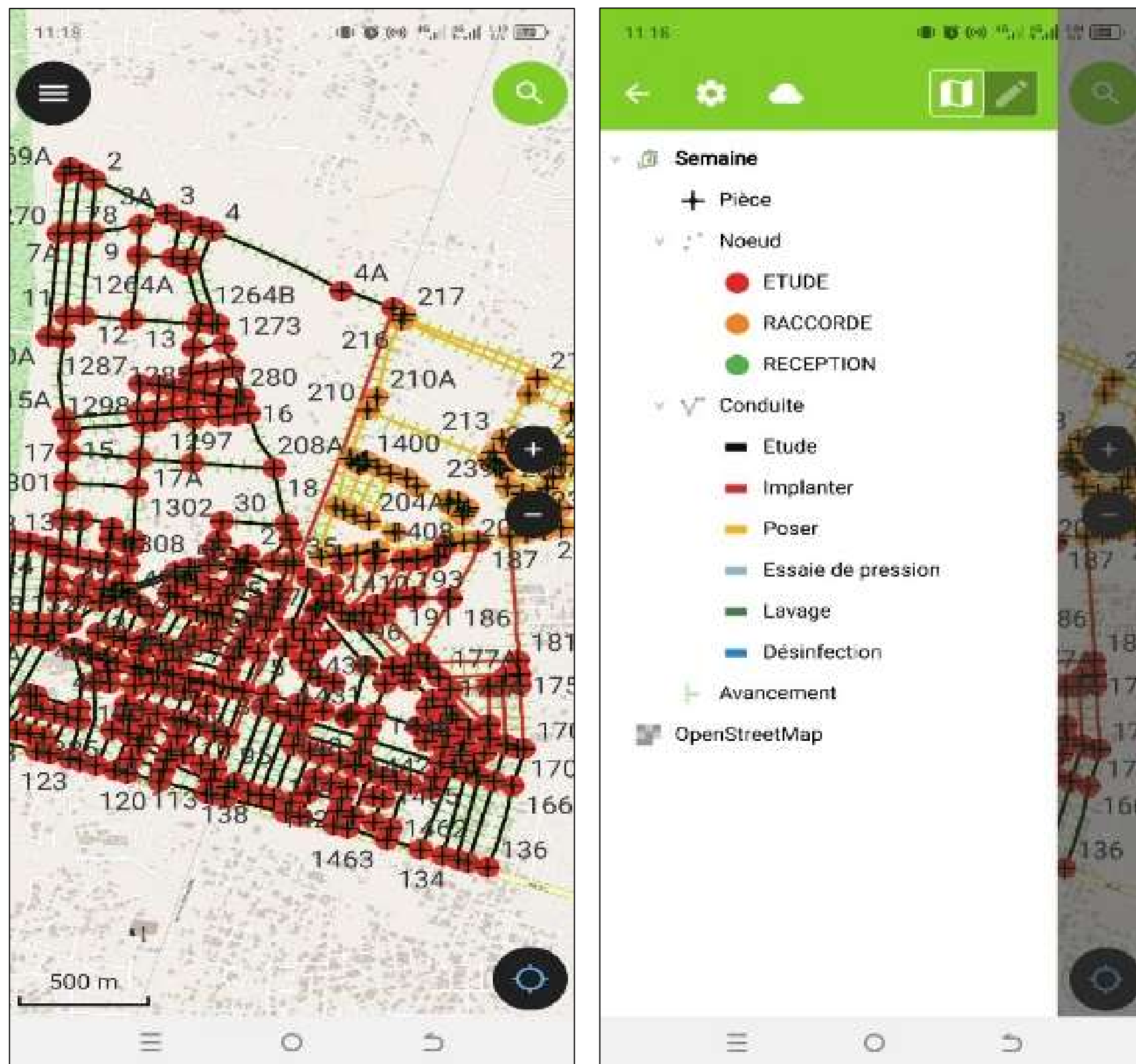
les informations à collecter sur le terrain au niveau de chaque catégorie de données. Le tableau II présente les informations collectées au niveau de chaque couche.

Tableau II : Informations collectées au niveau de chaque couche

Couche ou catégorie de données	Informations collectées
Nœuds	Numéro de nœud
	Type de raccordement
	Etat de pose
	Nombre de pièces
	Date de pose
	Date de réception
	Date de mise en service
	Photo
Pièces	Numéro de nœud
	Type de pièce
	Matière
	Type d'emboitement
	Fonction
	Date de pose
	Photo
Conduites	Numéro de tronçon
	Etat de pose
	Numéro de nœud début pose
	Numéro de nœud fin pose
	Matière
	Diamètre Extérieur
	Linéaire projet
	Date de d'implantation
	Date de pose
	Date de réception
	Date d'essai
	Date de lavage
	Valeur de la turbidité
	Date de désinfection
	Date de mise en service
	Photo
Equipements	Numéro de nœud
	Type d'équipement
	Matière
	Hauteur Manométrique Totale
	Diamètre Nominal
	Date de pose
	Photo
Avancement	Numéro de tronçon
	Date de pose
	Linéaire projet
	Linéaire de pose
	Pourcentage
	Photo

Source : Boco A., 2024

Les informations consignées dans le tableau II sont collectées au jour le jour au fur et à mesure que les travaux évoluent sur le terrain. Ce qui a permis un suivi constant dans l'avancement des travaux lors de la réalisation du réseau d'AEP de Togba-Est. Une nomenclature a été adoptée pour suivre l'état de pose au niveau des couches Nœuds et Conduites sur le projet. La capture 1 présente le modèle du réseau d'AEP de Togba-Est et les nomenclatures de l'Etat de pose des nœuds et conduites dans l'interface de QField.



Capture d'écran 1 : Modèle du réseau d'AEP de Togba-Est et les nomenclatures de l'Etat de pose des nœuds et conduites dans l'interface de QField

Sur la base de ce projet QField, à l'exception de la couche avancement de conduite, toutes les autres couches (Nœuds, Pièces, Equipements et Conduites) sont déjà implantées géographiquement sur un fond de plan. Selon le besoin et le niveau des travaux, chaque couche est sélectionnée et mise en édition dans l'application. Ce qui permet d'avoir la page d'information à renseigner pour la couche concernée. La capture d'écran 2 montre par exemple la page d'information à collecter de la couche nœud.

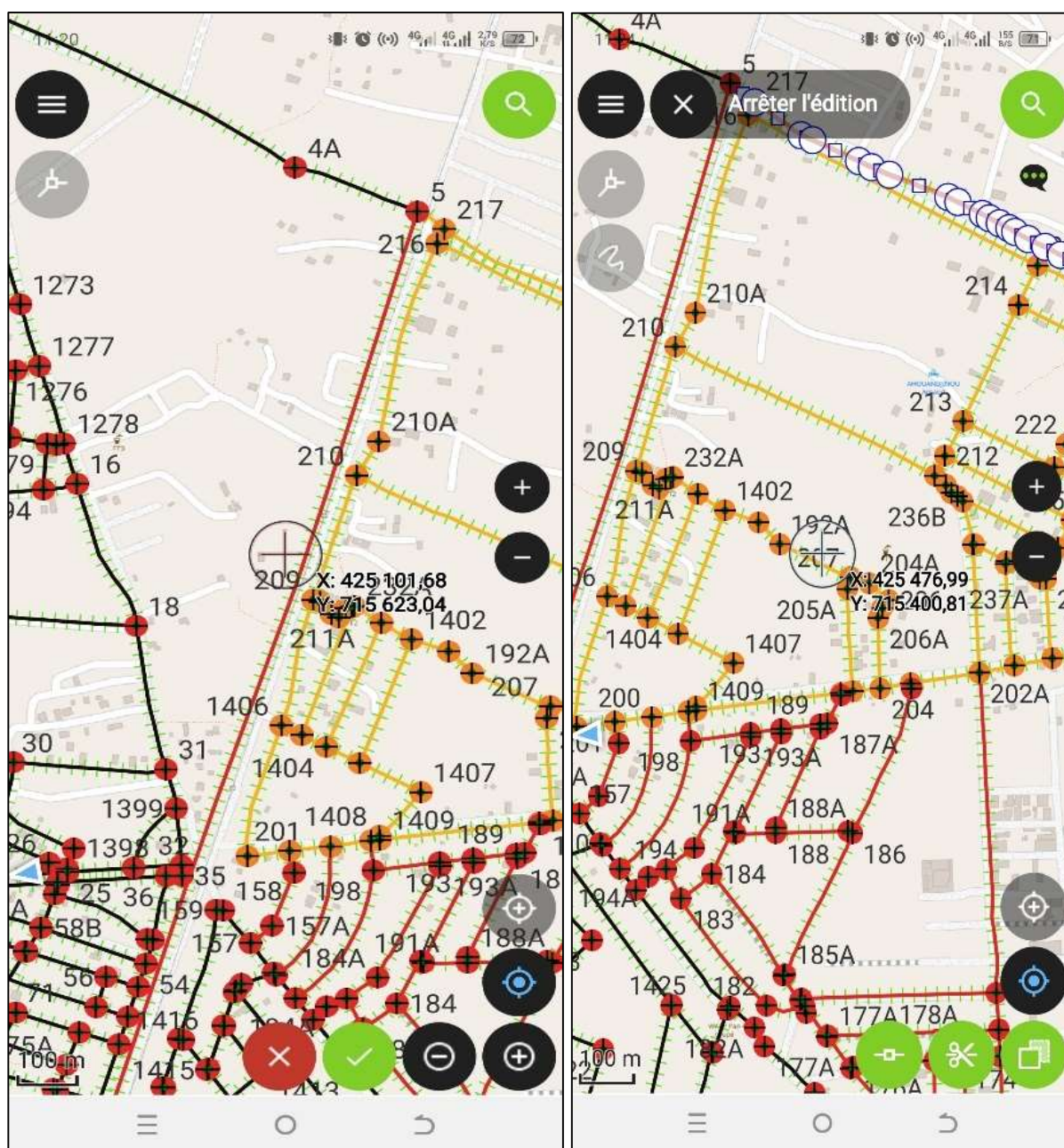
The screenshot displays the QField application interface. The top half shows a map with various nodes (red dots) and lines (black and yellow). The bottom half is a data entry form for a selected node. The form has a green header bar with navigation icons and a status bar showing '2/8: 65'. The form fields are as follows:

Field Label	Value
NUM_NOEUD	18
TYP_RACCOR	RACCOR
ETAT_POSE	
ETUDE	
PROFONDEUR	RACCOR

Capture d'écran 2 : Page d'information à collecter de la couche nœud

La vue de la capture d'écran 2 montre que NUM_NOEUD, TYP_RACCOR, ETAT_POSE, NBR_PIECE, DATE_POSE, DATE_RECEP, DATE_SERV et PHOTO sont à renseigner sur le terrain.

Il faut signaler qu'il peut arriver qu'avec les contraintes du terrain, l'itinéraire de la conduite soit modifié et qu'un nouveau tronçon de conduite soit posé. Dans ce cas, à l'aide de l'outil Edit de la couche sélectionnée, on ajoute le nouveau tronçon de conduite ou on modifie l'itinéraire de la conduite concernée. La capture d'écran 3 montre l'interface de la page d'ajout ou de modification de conduite.



Capture d'écran 3 : Interface de la page d'ajout ou de modification de conduite

La capture d'écran 3 montre que les informations collectées au niveau des nœuds, des conduites, des pièces, etc ont obéi à une charte des couleurs graphiques selon le niveau d'avancement des travaux.

3.3.3. Méthodes de traitement des données

Le traitement des données a suivi les étapes suivantes :

- Conversion des données DWG issues d'AutoCAD (lever de corps de rues, plan de réseau de refoulement, plan de réseau de distribution et le cahier des nœuds) en données SHP exploitables par le logiciel QGIS.
- A la fin de chaque semaine les données du projet QField ont été téléchargées vers l'ordinateur et importées dans l'environnement de QGIS pour des corrections. Ces corrections ont porté sur la vérification du remplissage systématique de tous les champs en fonction de l'information à renseigner.

Ces données journalières ont été cartographiées de façon hebdomadaire et cela pendant six (06) semaines. Les pourcentages d'évolution ont été calculés sur les différentes couches à savoir : nœuds, pièces et les ouvrages. De même, les proportions sur l'état des conduites (linéaire implantée, linéaire posée, essai de pression, lavage et désinfection) et l'avancement dans pose des conduites ont été calculées. Toutes ces statistiques ont été représentées sous forme de cartes, de figures ou de tableaux.

3.4. Matériel et méthodes relatifs à l'implémentation d'une base de données SIG pour le suivi de l'avancement et la gestion des stocks dans la réalisation du réseau d'AEP de Togba-Est

3.4.1 Données utilisées

La réalisation de la base de données a nécessité deux types de données à savoir :

Données spatiales : Nœuds, Equipements, Pièces, Conduites et Avancements.

Données attributaires : Les données attributaires concernent les informations à collecter et qui sont en lien avec chaque couche ou chaque donnée spatiale.

3.4.2 Matériel de traitement des données

Pour le traitement de données issues de la collecte, plusieurs logiciels ont été utilisés à diverses étapes du traitement. Ces logiciels sont entre autres :

- QGIS pour le traitement et la visualisation cartographique des données spatiales ;
- SpatiaLite dans QGIS3.20, pour l'implémentation de la base de données ;
- SyBase pour la réalisation des différents modèles de base de données ;

- Un ordinateur HP ZBOOK pour le traitement des données.

3.4.3. Conception de la base de données

MERISE a été utilisée dans la conception des modèles de la base de données. Elle est une méthode d'analyse et de conception des Systèmes d'Information (SI), basée sur le principe de la séparation des données et de traitement en plusieurs modèles. Elle possède trois niveaux d'organisation notamment le niveau conceptuel, le niveau logique et le niveau physique. La figure 11 présente les niveaux d'organisation des modèles.

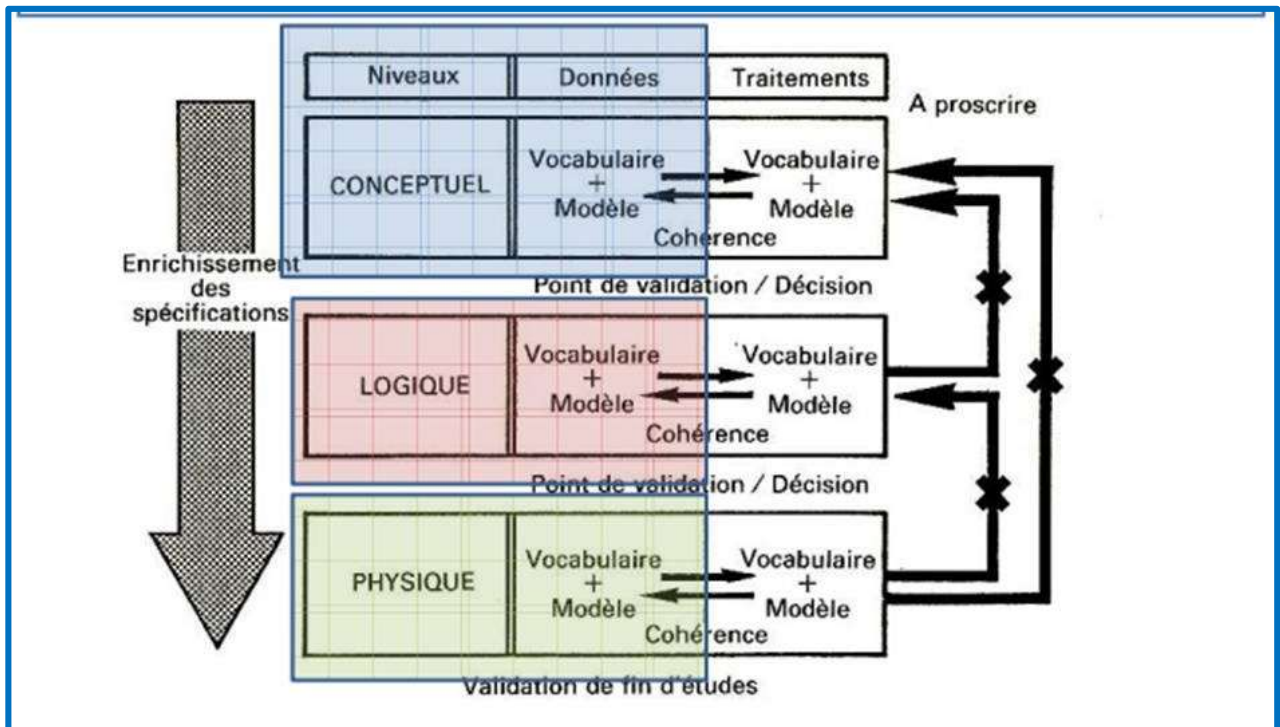


Figure 11 : Niveaux d'organisation des modèles

Source : Sabi Orou Bogo, 2020

L'examen de la figure 11, montre la séparation des données des trois niveaux que compose la méthode. La séparation des données et des traitements assure la robustesse du modèle. La méthode préconise, d'une part, la validation de chacune des étapes en prenant en compte les résultats de la phase précédente. D'autre part, la vérification de la concordance entre données et traitements afin de s'assurer que toutes les données nécessaires aux traitements sont présentes.

3.4.3.1 Modèle Conceptuel des Données (MCD)

Le Modèle Conceptuel des Données (MCD), est un schéma représentant la structure du système d'information, du point de vue des données, c'est-à-dire les dépendances ou relations

entre les différentes données du système d'information. Le MCD se traduit par un schéma conceptuel décrit par la figure 12.

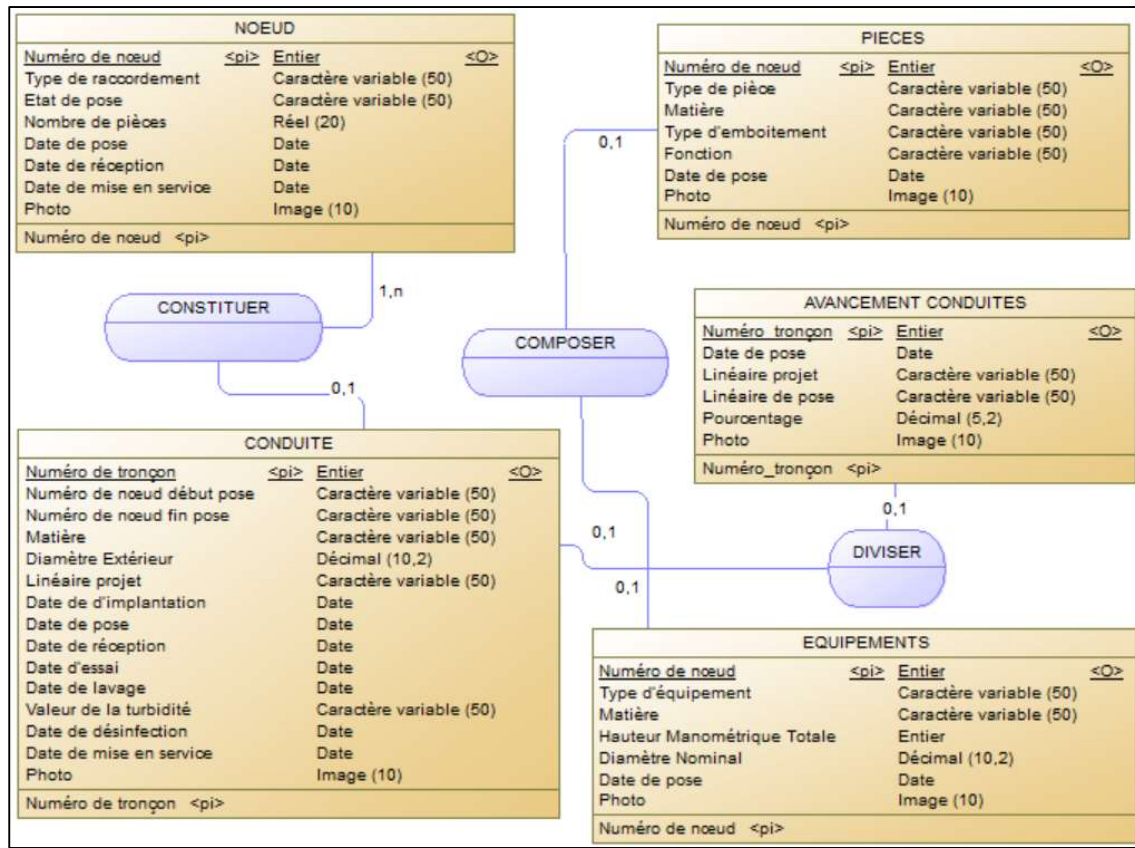


Figure 12 : Modèle Conceptuel de Données

Source : Boco A., 2024

Pour la modélisation de la base de données, huit (08) entités décrites par les attributs ont été prises en compte. Les relations, les cardinalités et les identifiants ont été établis entre les entités.

- **Entité** : Elle est définie comme un objet pouvant être identifié distinctement et qui récapitule les données de même nature.
- **Attributs** : Ce sont les caractéristiques ou propriétés des entités. Un attribut peut être obligatoire ou facultatif et avoir un domaine de valeur.
- **Identifiant** : C'est un attribut ou un ensemble d'attributs permettant de déterminer une et une seule entité à l'intérieur de l'ensemble. Toute entité doit obligatoirement posséder une propriété identifiante.
- **Relations** : Représentent les liens existants entre les entités.
- **Cardinalité** : C'est le nombre de participation d'une entité à une relation. Les cardinalités sont représentées dans un schéma conceptuel par :
 - 0-1 : aucune ou une seule

- 1-1 : une et une seule
- 0-N : aucune ou plusieurs
- 1-N : une ou plusieurs

A partir des informations collectées, un récapitulatif des différentes entités, leurs attributs et leurs codes a été défini et considéré comme le dictionnaire des données. Le tableau III présente le dictionnaire des données.

Tableau III : Dictionnaire des données

ENTITES	ATRIBUTS	CODE
NOEUDS	Numéro de nœud	NUM_NOEUD
	Type de raccordement	TYP_RACCOR
	Etat de pose	ETAT_POSE
	Nombre de pièces	NBR_PIECE
	Date de pose	DATE_POSE
	Date de réception	DATE_RECEP
	Date de mise en service	DATE_SERV
	Photo_1	PHOTO1
	Photo_2	PHOTO2
PIECES	Numéro de nœud	NUM_NOEUD
	Code de pièce	COD_PIECE
	Type de pièce	TYP_PIECE
	Matière	MATIERE
	Type d'emboitement	TYP_EMBOIT
	Angle	ANGLE
	Forme	FORME
	Fonction	FONCTION
	Diamètre Extérieur_1	DE1
	Diamètre Extérieur_2	DE2
	Diamètre Nominal_1	DN1
	Diamètre Nominal_2	DN2
	Pression nominale	PN
	Nom du fournisseur	NOM_FOURN
	Date de pose	DATE_POSE
	Photo_1	PHOTO1
	Photo_2	PHOTO2
EQUIPEMENTS	Numéro de nœud	NUM_NOEUD
	Code d'équipement	COD_EQUIP
	Type d'équipement	TYP_EQUIP
	Matière	MATIERE
	Débit	DEBIT
	Hauteur Manométrique Totale	HMT
	Diamètre Nominal	DN
	Pression nominale	PN
	Date de pose	DATE_POSE
	Photo_1	PHOTO1
	Photo_2	PHOTO2

CONDUITES	Numéro de tronçon	NUM_TRONC
	Etat de pose	ETAT_POSE
	Numéro de nœud début pose	NUM_NOEU_D
	Numéro de nœud fin pose	NUM_NOEU_F
	Matière	MATIERE
	Diamètre Extérieur	DE
	Diamètre Nominal	DN
	Pression nominale	PN
	Linéaire projet	LIN_PROJET
	Date de d'implantation	DATE_IMPL
	Linéaire implanté	LIN_IMPL
	Date de pose	DATE_POSE
	Date de réception	DATE_RECEP
	Date d'essai	DATE_ESSAI
	Date de lavage	DATE_LAVAG
	Valeur de la turbidité	VAL_TURBID
	Date de désinfection	DATE_DESIN
	Date de mise en service	DATE_SERV
	Photo_1	PHOTO1
	Photo_2	PHOTO2
AVANCEMENT	Numéro de tronçon	NUM_TRONC
	Date de pose	DATE_POSE
	Linéaire projet	LIN_PROJET
	Linéaire de pose	LIN_POSE
	Pourcentage	PRCENTAGE
	Photo_1	PHOTO1
	Photo_2	PHOTO2

3.4.3.2 Modèle Logique des Données (MLD)

C'est l'étape de transformation du modèle conceptuel en modèle logique relationnel. Dans le modèle logique, les entités sont présentées sous forme de tables ou relations reliées entre elles par des flèches. Il consiste à restructurer les données à utiliser dans le futur système sous une forme compréhensible par l'ordinateur et c'est cette organisation qui sera mise en place au niveau physique plus tard. La transcription d'un MCD en modèle relationnel s'effectue selon quelques règles simples avec l'identifiant comme clé primaire, puis à observer les valeurs prises par les cardinalités maximales de chaque association pour représenter celle-ci soit (ex : card. max 1[1-1 ou 0-1]) par l'ajout d'une clé étrangère dans une table existante, soit (ex : card. max n [0-N ou 1-N]) par la création d'une nouvelle table dont la clé primaire est obtenue par concaténation de la clé étrangère correspondant aux entités liées. La figure 13 présente le modèle logique de données.

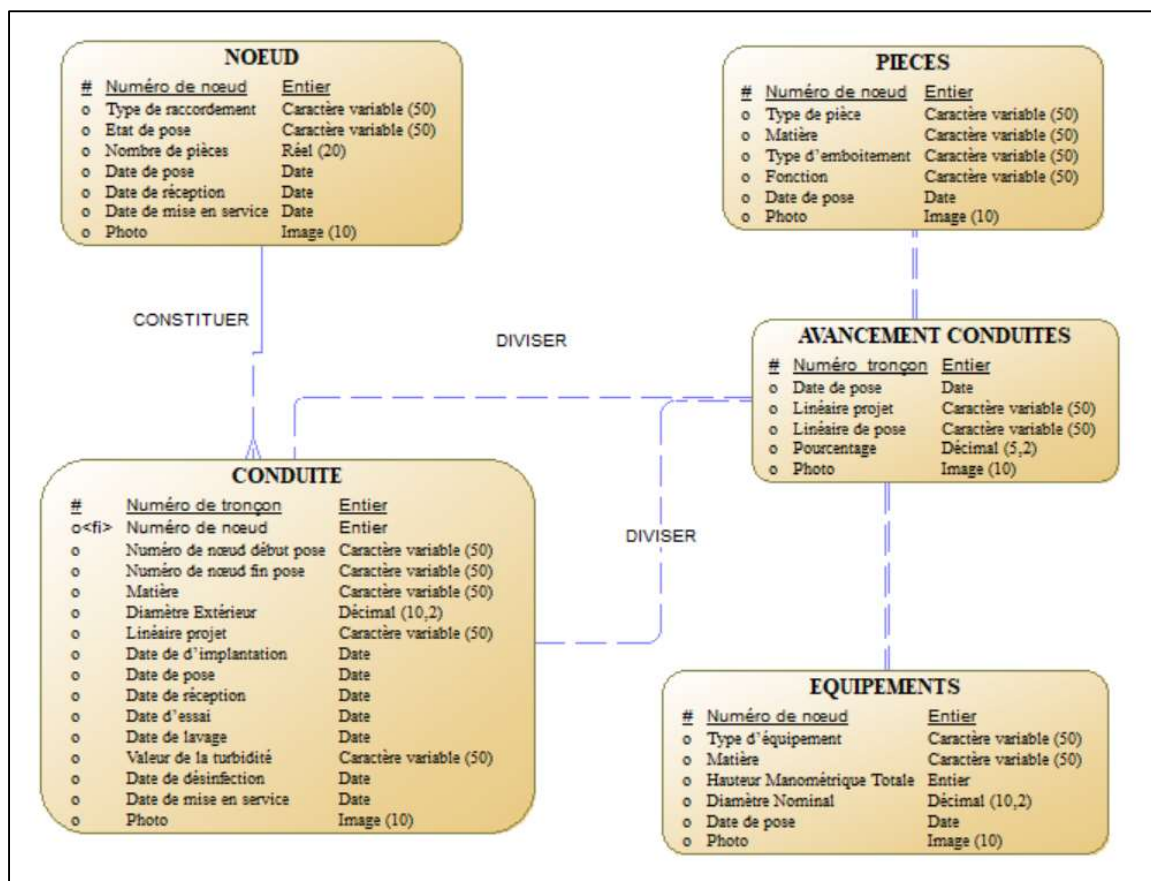


Figure 13 : Modèle logique des données

Source : Boco A., 2024

L'analyse de la figure 13, montre que la table « Nœuds » constitue l'entité principale. Elle est constituée de plusieurs clés (Primaire et étrangère), qui permettent de créer des associations avec les autres tables. Ainsi, la table Ouvrage est liée à la table Nœuds par sa clé étrangère « Num_noeud », qui constitue la clé primaire de la seconde table. La table « Pièces » est liée à la table principale à l'aide de sa clé primaire « Num_noeud ». La table « Equipements » est liée à la table Nœuds avec leur clé primaire « Num_noeud ».

3.4.3.3 Modèle Physique des Données (MPD)

La modélisation physique des données est la traduction du modèle logique des données en un modèle physique des données. Un modèle physique est l'implémentation du MLD par un logiciel. Le MPD précise le stockage de chaque donnée à travers son type et sa taille (en octets ou en bits). L'implémentation du MLD dans le logiciel SpatiaLite s'est faite à base du langage SQL. La figure 14 présente le modèle physique de données.

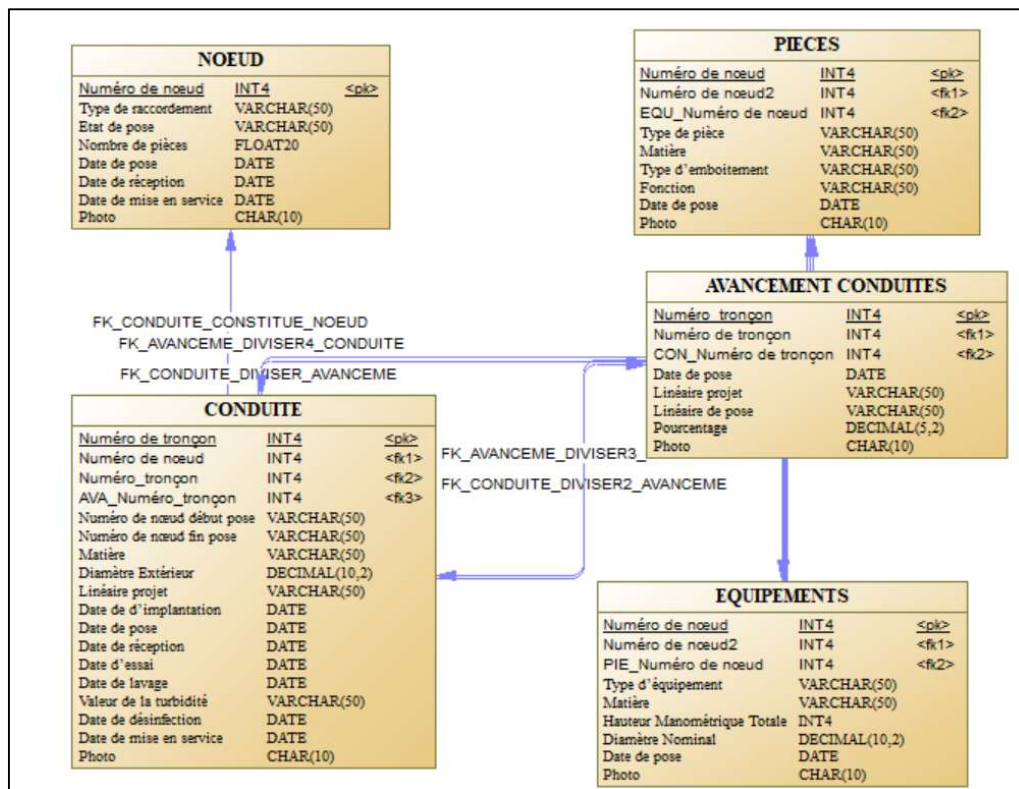


Figure 14 : Modèle physique de données

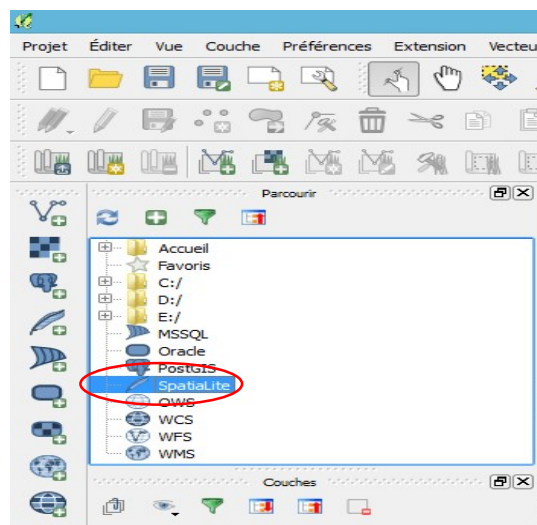
Source : Boco A., 2024

3.4.5. Implémentation de la base de données SpatiaLite avec QGIS 3.20

La création de la base de données SpatiaLite avec QGIS nécessite trois étapes à suivre.

Etape 1 : Recherche de l'outil SpatiaLite dans QGIS 3.20

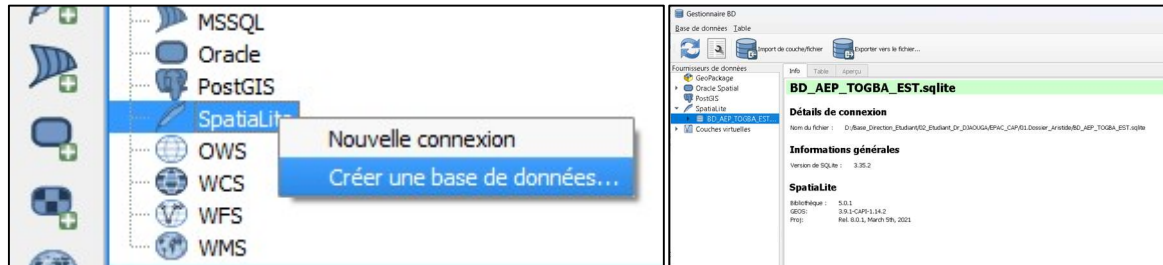
Démarrer QGIS et ouvrir le panneau d'exploration. Si le panneau Parcourir manque, cliquer sur Vue - Panneaux et cochez la case Parcourir. Dans le panneau Parcourir, l'utilisateur trouve l'entrée de SpatiaLite (Capture d'écran 4).



Capture d'écran 4 : Outil SpatiaLite dans l'interface de QGIS 3.20

Etape 2 : Création du projet SpatiaLite dans QGIS 3.20

Pour créer une nouvelle base de données SpatiaLite dans QGIS 3.20, on clique droit sur l'outil de SpatiaLite et on clique sur *Créer une base de données*. Pointez sur le répertoire de votre choix et nommez la nouvelle base de données. Dans le cadre de cette étude, il s'agit « **BD_AEP_TOGBA_EST** ». Celle-ci apparaît maintenant sous la rubrique *SpatiaLit* (Capture d'écran 5).

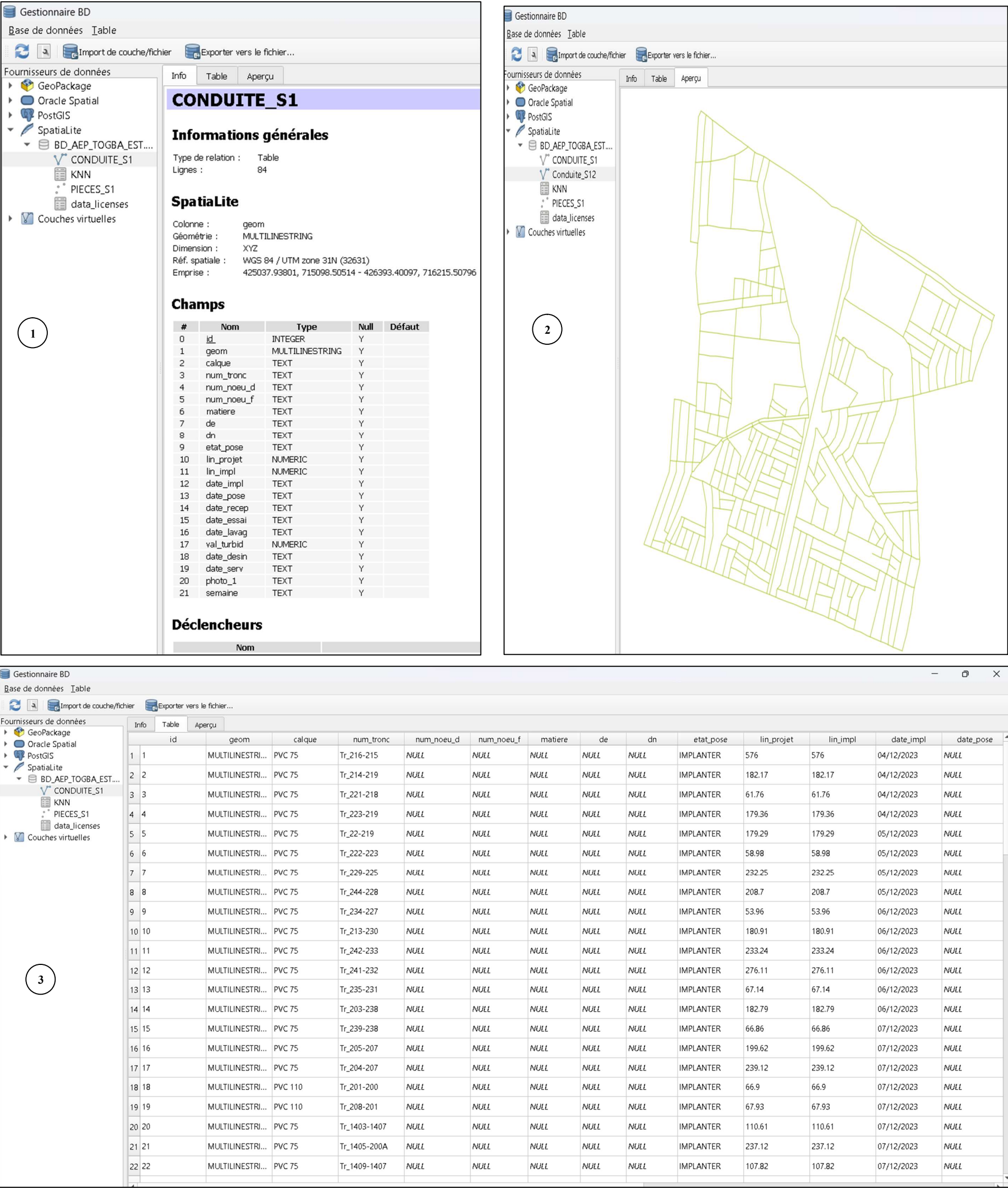


Capture d'écran 5 : Créer une base de données

L'interface de gestionnaire DB ainsi créée est composée de quatre parties : Barre de menus, Barre d'outils, Panneaux fournisseurs de données et d'information.

Etape 3 : Importer les données dans la base SpatiaLite

La base de données SpatiaLite prend en compte plusieurs types de formats à savoir : Shapefile (.shp), Dbase (.dbf), Text (.txt), Comma Separate Values (.csv), feuilles Excel (.xls), Well-known Text (.wkt) et Well-known Binary (.wkb), PostGIS (.ewkt / .ewkb), Geography Markup Language (.gml), Keyhole Markup Language (.kml), Geometry JavaScript Object Notation (.geojson) et Scalable Vector Graphics (svg). L'importation de ces données n'est pas contraignante avec le gestionnaire de base de données à l'aide de l'outil *Importer une couche ou un fichier*. La capture d'écran 6 présente l'importation réussie de la couche conduite dans la base de données avec les différentes informations.



CHAPITRE IV : RESULTATS

4.1 Description des différentes étapes de réalisation des travaux du réseau d'AEP d'Abomey-Calavi phase 3

Comme tout autre projet, l'exécution d'un chantier AEP se déroule généralement en deux grandes phases à savoir : l'élaboration du dossier d'exécution et l'exécution des travaux.

4.1.1. Elaboration du dossier d'exécution

Cette phase regroupe quatre étapes à savoir : La validation des tronçons ; lever topographique des tronçons ; les études hydrauliques ; les études génie-civil.

Etape 1 : Validation des tronçons

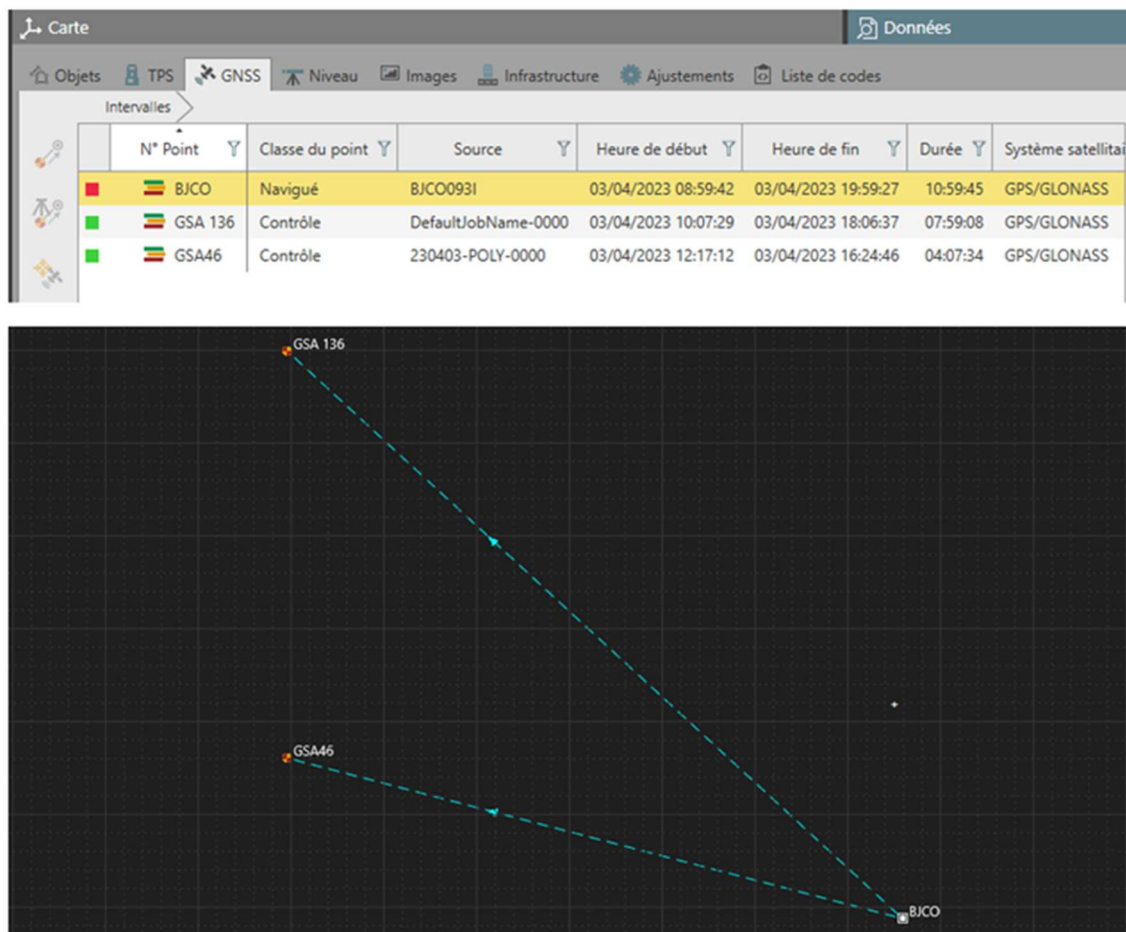
Les tronçons des différentes conduites sont déjà définis dans le dossier d'appel d'offre, mais à la phase de réalisation des travaux, ils sont validés au cours d'une visite sur le terrain en présence des autorités communales, des concessionnaires des autres réseaux, afin de confirmer si d'une part il y a des projets d'aménagement prévus, d'autre part la présence des réseaux souterrains et le rappel des dispositions constructives vis-à-vis des autres réseaux à respecter lors des études. Cette étape est sanctionnée par un procès-verbal.

Etape 2 : Levés topographiques des tronçons

La réalisation d'une étude d'exécution d'un projet en AEP, nécessite comme un projet de Voirie, un levé de corps de rue (Tronçon). Ce levé consiste à déterminer, à partir des points d'un canevas d'ensemble polygonal, la position des différents objets d'origine naturelle ou artificielle existant sur le terrain et dans l'emprise des tronçons retenus.

Le canevas d'ensemble polygonal du projet est constitué des bornes en béton de section 20 x 25 x 50 cm³ coulées sur place et enfouies dans le sol à une profondeur de 45 cm. Elles sont implantées à tous les 200 m environ d'intervalles et inter-visible entre eux.

Elles sont observées en mode statique et en mode RTK au GNSS et nivelées directement (en aller-retour) au niveau automatique NAK2. Elles sont rattachées à la station permanente de Cotonou dans le système WGS 84, projection UTM 31N avec comme ellipsoïde de référence le GRS 80 (IAG GRS 80). Le post-traitement des bornes observées en mode statique est fait avec le logiciel « Leica Infinity ». La capture d'écran 7 présente un post-traitement des deux bornes de base dans Leica Infinity.



BJCO : est le nom de la station permanente de Cotonou ayant servi au rattachement des bornes de la polygonation ;

GSA46 et GSA 136 : sont les noms des bornes ayant servi aux observations.

Capture d'écran 7 : Post-traitement des deux bornes de base dans Leica Infinity

La capture 7 représente la carte de positionnement des bornes de base pour les observations en mode RTK, avec les heures de débuts ; fins ; la durée des observations statiques ainsi que les constellations utilisées.

Les levés des tronçons et des sites d'ouvrages ont permis de collecter les données : les limites de lotissement, l'emprise des rues, les poteaux électriques et téléphoniques, les arbres, tout type d'ouvrage dans l'emprise des rues et le terrain naturel dans le système du canevas polygonal du projet. La planche 2 montre les levés des tronçons du projet.



Planche 2 : Levé des tronçons du projet

Prise de vue : Boco A., mars 2024, Ahossougbéta

Ces données ont permis d'établir le fond de plan qui servira de référence pour la vue en plan du réseau. Il ressort dans un fond, tous les éléments relevés lors des opérations topographiques sur le terrain à savoir (Capture d'écran 8) :

- Les végétations ; les marécages
- Les voies de communication ;
- La position des réseaux existants ;
- Les ouvrages existants.



Capture d'écran 8 : Capture d'écran d'une partie du fond de plan issu des levés des tronçon

Source : Traitement des données, mars 2024

La capture d'écran 8 de plan de voirie issu des relevés topographiques de terrain et servira de fond de plan pour le traçage des conduites du réseau de la distribution.

Etape 3 : Etudes hydrauliques

Les études hydrauliques en phase d'exécution, consistent à élaborer : la vue en plan du réseau ; son profil en long ; le cahier des nœuds et à vérifier le modèle du réseau prévu en APD.

- **Vue en plan du réseau**

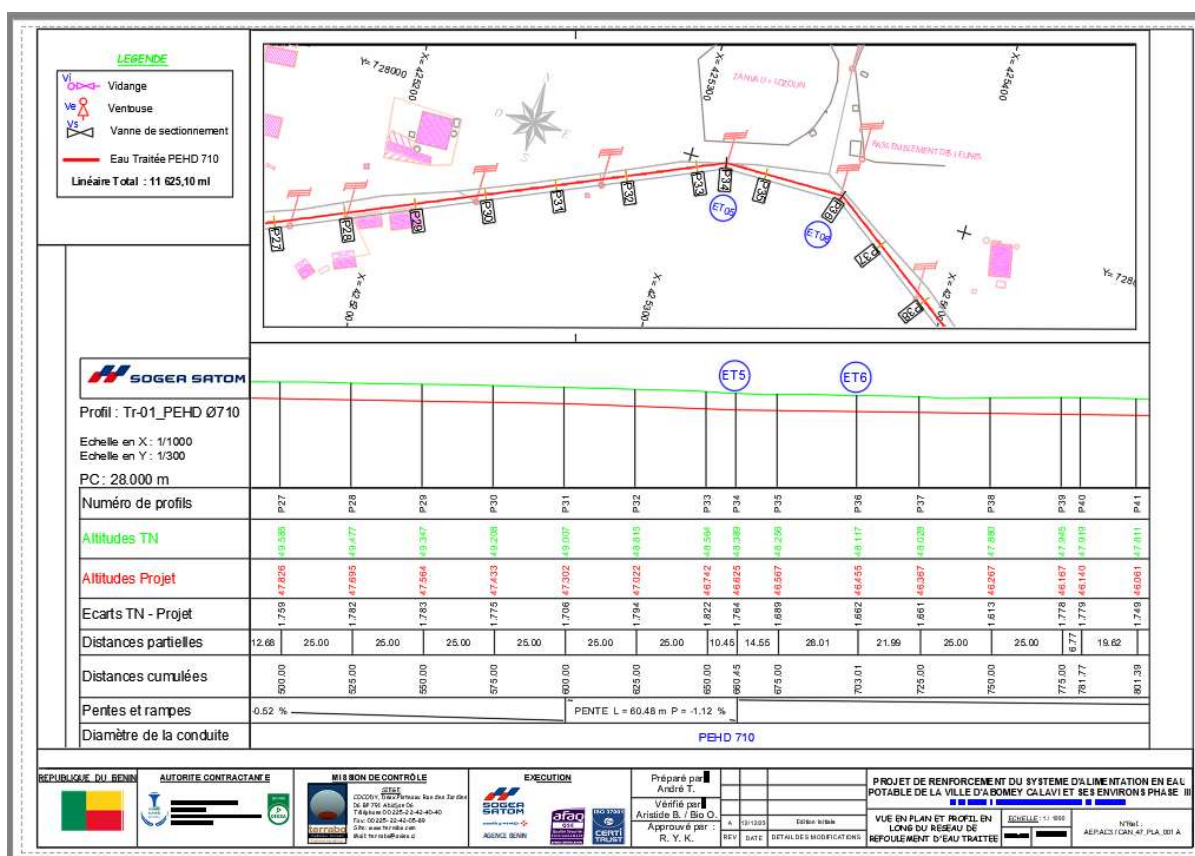
La vue en plan du réseau est une représentation graphique dans un fond de plan en référence, le positionnement des conduites projetées ; les équipements hydrauliques (ventouse, vidanges, vanne ... etc.) ; les numéros des nœuds et l'identifiants des tronçons.

Les paramètres de traçage des conduites projetées sont : 1.00 m des limites des lots en ce qui concerne la distribution et 2.00 au minimum des limites des lots pour le refoulement et l'Alimentation. La capture d'écran 9 montre une partie de la vue en plan du réseau.

La capture d'écran 9 représente une partie de la vue en plan du réseau de distribution dans le plan de voirie comme fond. Les lignes aux différentes couleurs, sont les positions des conduites sur lesquels sont inscrites les types de tuyaux et les diamètres, avec les numéros des nœuds dans les cercles bleus.

• Profil en long du réseau

Le profil en long du réseau, est une coupe longitudinale suivant le plan vertical, passant par des points bien déterminés situés sur l'axe de la conduite. Il est constitué d'un graphique sur lequel sont reportés les points du terrain naturel et ceux de l'axe de la conduite. Il permet d'apprécier le relief du terrain naturel mais également les formes de pentes de la conduite (les points hauts pour la mise en place des équipements d'évacuation d'air et les points bas pour la vidange en cas de travaux de maintenance). La capture d'écran 10 montre la présentation d'une partie de la vue en plan-profil du réseau



Capture d'écran 10 : Présentation d'une partie de la vue en plan-profil du réseau

La capture d'écran 10 est le tracé en plan combiné d'un tronçon du réseau, qui présente la vue en plan en haut et le profil en long en bas. Les autres parties représentent la cartouche du projet et la légende.

- **Schéma des nœuds du réseau**

Pour la représentation des schémas des nœuds, les symboles conventionnels des pièces constitutives ont été utilisés. La représentation a été aussi fidèle que possible que la disposition des constituants sur le terrain. La figure 15 présente le schéma et nomenclature du nœud 88.

88

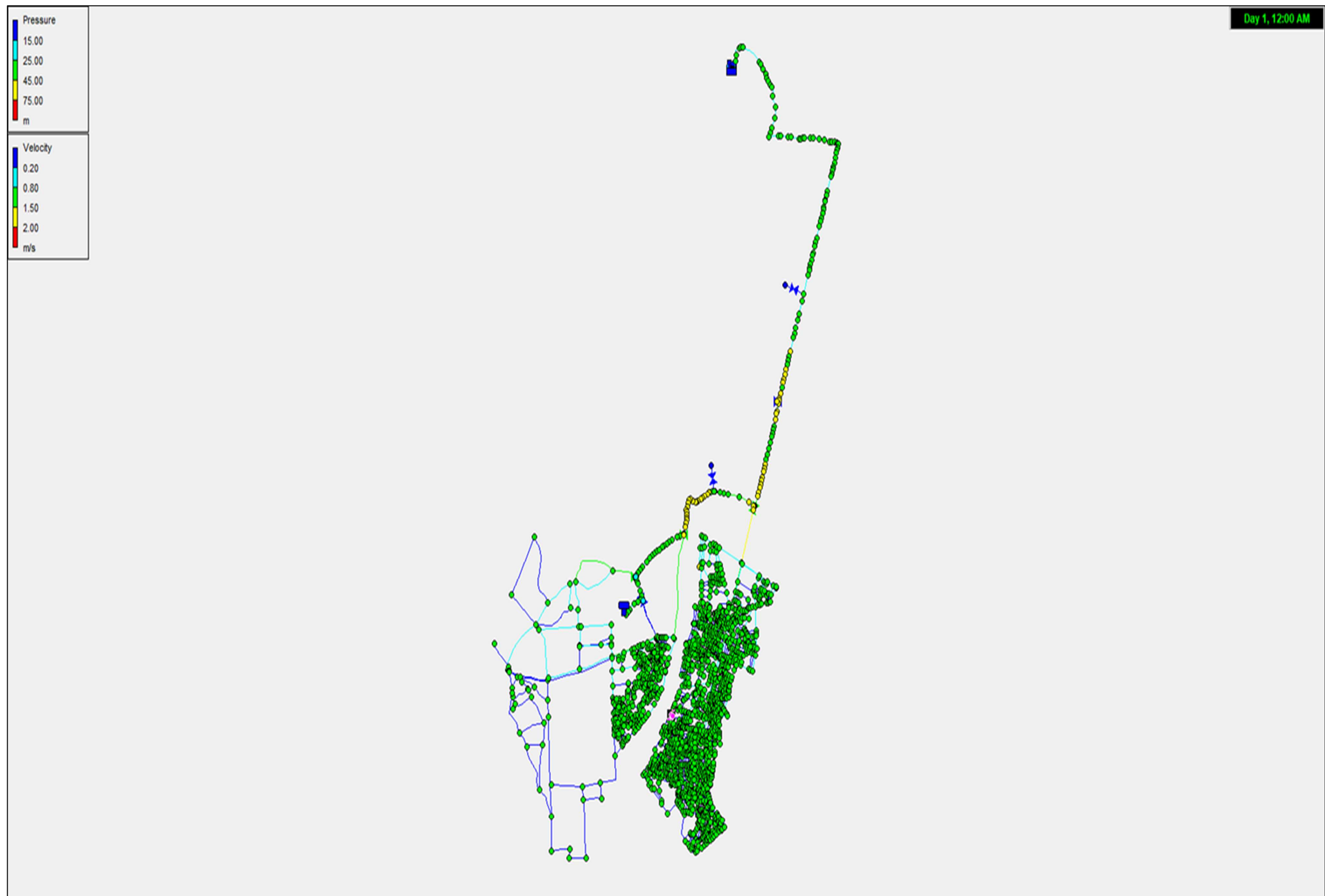
<u>NOMENCLATURE</u>			
Code	DESCRIPTION	Qté Unitaire	Qté Totale
FD-TEE-1.86	Té 2ETB FD DE 75 X DN 65 PN 10	1	1
FD-RVO-12.10	RV à opercule FD DN 80 avec tube allonge et bouche à clé PN 10	1	1
FD-BDE-31.15	Bride d'Emboitement FD pour PVC DN 90 X 80 PN 10	1	1
FD-CNB-9.38	Cône en fonte à brides DN 80 x 65 PN 10	1	1
PVC-JP-8.16	Joint plat DN 80 PN 10	3	3

Figure 15 : Schéma et nomenclature du nœud 88

La figure 15 représente le schéma d'un nœud composé un Té à 02 emboitements ; un cône à bride ; une vanne à opercule et une manchette à bride d'emboitement, le tout supporté par un buté en gros béton.

- **Vérification du modèle du réseau**

La vérification du réseau est faite sur la base des données du calage en planimétrie et le profil en long. Cette vérification vise à faire une simulation avec le logiciel EPANET, pour vérifier que les nœuds du réseau ont des pressions comprises entre 15 m et 60 m avec le réservoir à son niveau le plus bas. Les conduites sont également correctement dimensionnées pour faire circuler les débits de points à l'horizon du projet. Il a été réalisé une simulation en régime permanent du réseau avec le niveau d'eau dans le réservoir fixé au départ à 1 cm. La capture d'écran 11 présente vue en plan du réseau -modélisation EPANET.



Capture d'écran 11 : Vue en plan du réseau -modélisation EPANET

Etape 4 : Etudes génie-civil

Les études génie-civil démarrent après que la campagne géotechnique ait été effectuée et le rapport d'étude géotechnique validé. Elles consistent à déterminer les éléments géométriques et les éléments structuraux des regards de ventouses et de vidanges et d'autres ouvrages génie-civil qui sont dans le réseau pour qu'ils soient stables sous l'action des forces qui lui sont appliquées. Le but c'est de produire des plans de coffrages et de ferrillages pour l'exécution de ces ouvrages. La figure 16 montre un exemple de plan d'exécution de regards de ventouse (Plan de coffrage).

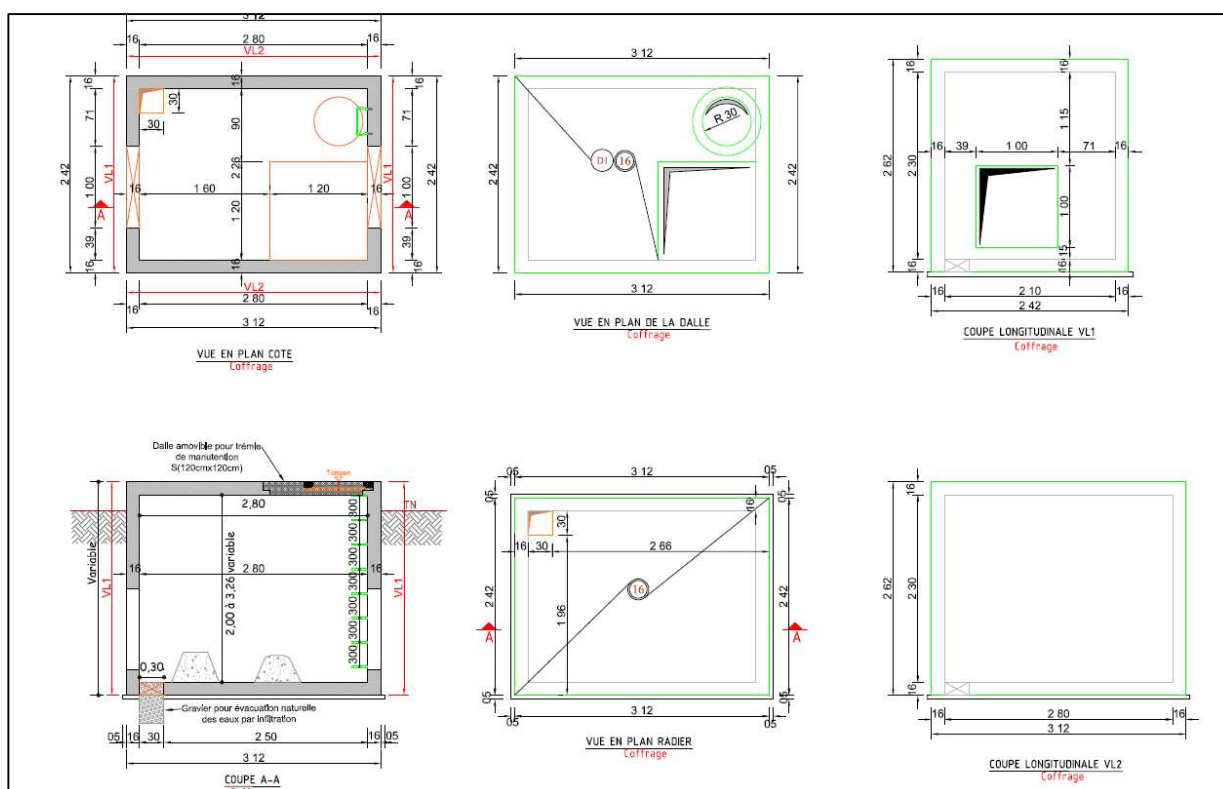


Figure 16 : Exemple de plan d'exécution de regards de ventouse (Plan de coffrage)

La figure 16 montre un exemple de plan d'exécution de regards de ventouse (Plan de ferrillage).

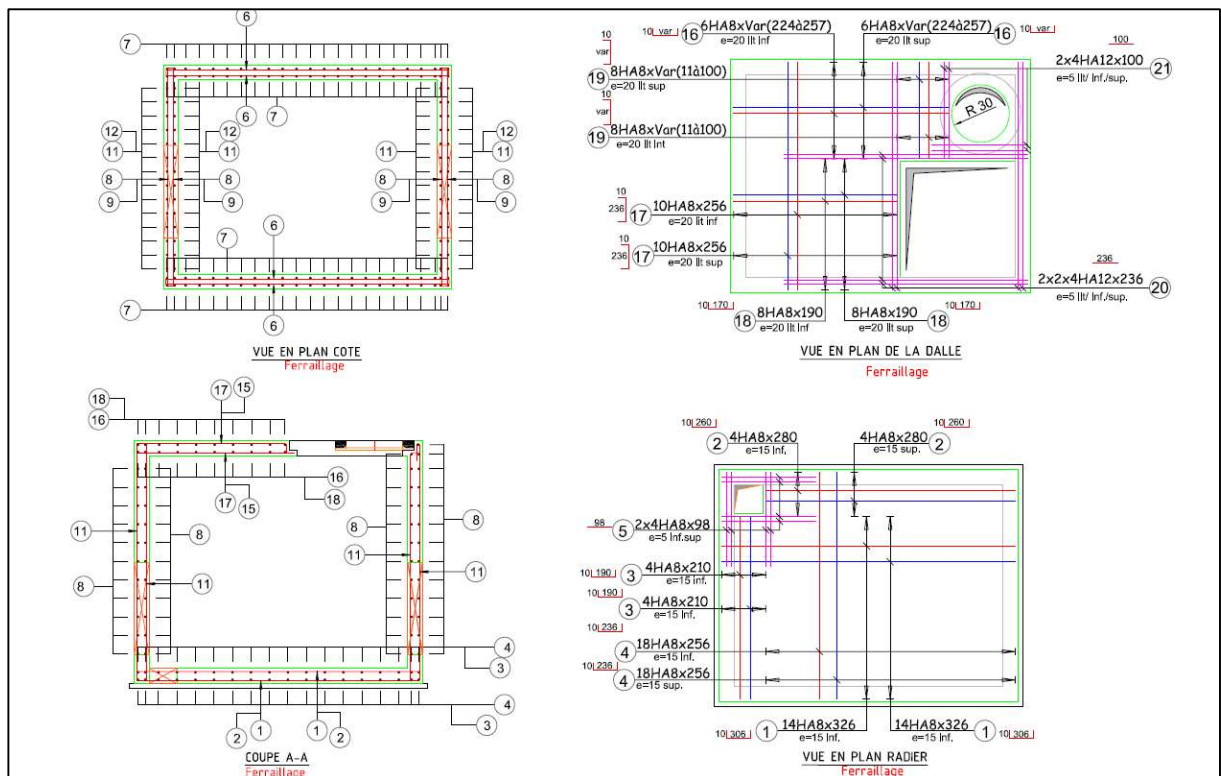


Figure 17 : Exemple de plan d'exécution de regards de ventouse (Plan de ferrailage)

4.1.2. Exécution des travaux

L'exécution des travaux du réseau est un ensemble de tâches qui commence par l'implantation du réseau ; fouille en tranchée ; assemblage des tuyaux ; la pose des tuyaux ; le raccordement des nœuds ; l'essai de pression ; lavage du réseau et finit par la désinfection.

4.1.2.1. Implantation du réseau

C'est une opération qui consiste à matérialiser à l'aide des piquets la position de la conduite au sol à travers des coordonnées X et Y. Les différentes implantations à faire sont :

- Implantation du tracé de la future canalisation ;
- Implantation des différents changements de pentes (Ventouses et vidanges) ;
- Implantation des différentes zones de sectionnement

Ces opérations sont faites à l'aide des appareils topographiques en partant sur le canevas de polygonation.

4.1.2.2. Fouille en tranchée pour canalisation

La tranchée pour canalisation est une excavation de longueur et de profondeur variables pratiquée dans le sol et destinée à enterrer les conduites. Elle est exécutée selon les

prescriptions du CCPT définies dans le marché et soit mécaniquement ou manuelles selon les diamètres, les profondeurs et les encombrements.

- Fouille à la main

Cette méthode implique une main d'œuvre importante mais indispensable dans un milieu très encombré et à proximité des câbles sous tension et de la fibre optique. De même elle sera également utilisée dans le cas où la largeur est incompatible avec le bâti existant. Cette méthode est utilisée en majorité sur la distribution ou nous avons plus de petits diamètres.

La profondeur normale des fouilles peut varier entre P_{min} et P_{max} :

$P_{min} = C + D_e$ (cm) et $P_{max} > P_{min}$ où

$P_{min} = C + D_e$ (cm)

$P_{max} = C + D_e + 40$ (cm)

C = couverture minimale (cm) avec $C \geq 0,80m$; D_e = Diamètre extérieur du tuyau (cm)

Tableau IV : Récapitulatif des dimensions des tranchées

Couverture/Profondeur/Largeur					
Type	D_e (mm)	C (cm)	Profondeur (cm)		Largeur L (min) $L = D_e + 0,40m$
			min ($D_e + C$)	max ($D_e + C + 40$)	
PVC	75	80	90	130	50
PVC	90	80	90	130	50
PVC	110	80	90	130	50
PVC	160	80	100	140	60
PVC	225	100	120	160	70

C : Couverture, D_e : Diamètre extérieur

- Fouille à la pelle mécanique

Les pelles hydrauliques serviront à creuser les tranchées et à manutentionner les conduites si elles sont équipées d'un système de sécurité. Elles sont utilisées sur les gros diamètres et les tranchées profondes.

4.1.2.3. Profondeur et largeur des fouilles

La profondeur normale des fouilles peut varier entre P_{max} et P_{min}

$P_{min} = C + D_e$ (cm)

$$P_{\max} = C + D_e + 100 \text{ (cm)}$$

$$L = D_e + 40 \text{ (cm) pour } D_e \leq 315$$

$$L = D_e + 70 \text{ (cm) pour } D_e \geq 400$$

Où

C = Couverture minimale (cm)

D_e = Diamètre extérieur du tuyau (cm)

L = Largeur de la fouille

Tableau V : Récapitulatif des dimensions des tranchées

Couverture/Profondeur/Largeur					
Type	D_e (mm)	C (cm)	Profondeur (cm)		Largeur L (min)
			min ($D_e + C$)	Max	
PE	225	100	120	200	80
PE	315	100	130	210	80
PE	400	100	140	220	100
PE	560	100	160	240	120
PE	710	100	170	270	130

C : Couverture et D_e : Diamètre extérieur

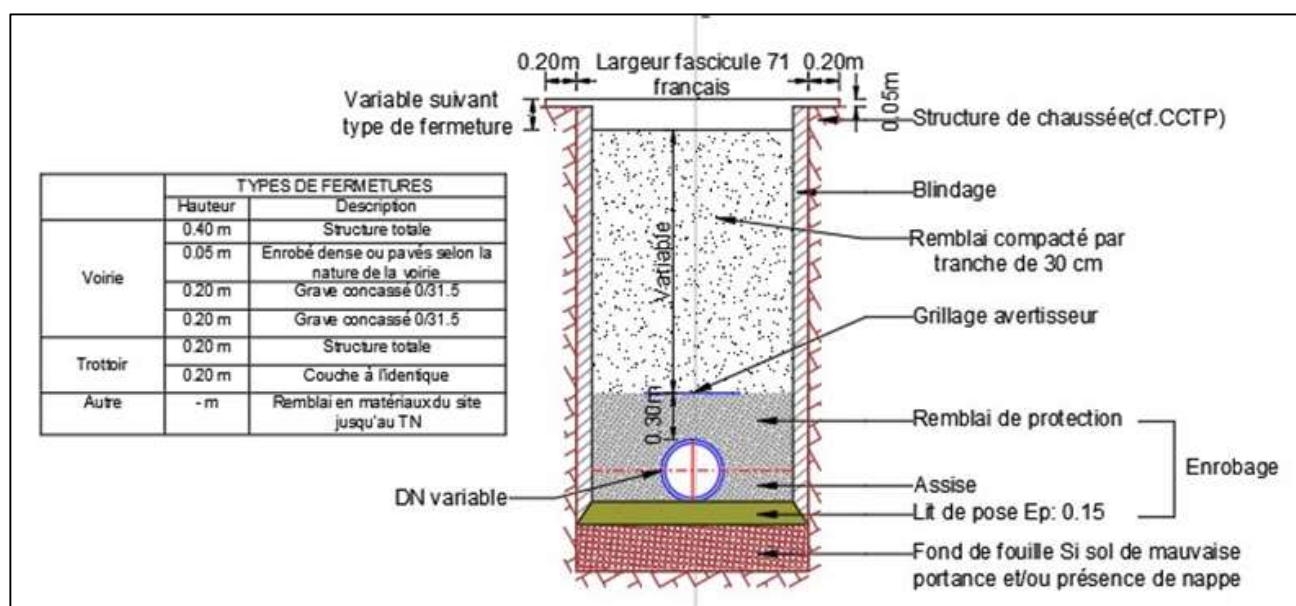


Figure 18 : Tranchée type de la conduite

L'aménagement des parois et du fond des tranchées est fait de telle sorte qu'il doit être expurgés des matériaux instables pour éviter les chutes de terre ou de roches.

4.1.2.4. Assemblage du tuyau

Le type d'assemblage et la procédure sont définis selon les types de tuyaux à assembler, dans le cadre de ce document, nous allons nous intéresser aux PEHD et PVC.

- **Polyéthylène haute densité (PEHD)**

Son assemblage est fait par soudage, selon deux techniques : soit le soudage bout à bout ou l'éctrosoudage. Dans le cadre du projet AEP dans la commune d'Abomey-Calavi phase III, les tuyaux PEHD utilisés ont été soudés bout à bout grâce aux deux machines de soudure appelées DELTA 500 et 800 et selon la procédure de soudure mise en place.

Dans le procédé bout à bout, les matériaux à souder sont chauffés par contact et ainsi ramollis pour ensuite être assemblés sous pression. Ce procédé reste limité à des soudures entre tubes et accessoires d'un même diamètre et d'une même épaisseur de l'embout à souder. La planche 3 montre une conduite PEHD soudée et la figure 19 le cycle de soudure standard.



Planche 3 : Ensemble du PEHD par soudage

Prise de vue : Boco A., mars 2024

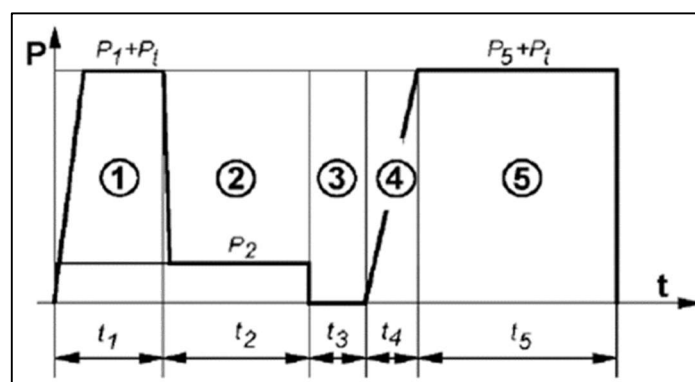


Figure 19 : Cycle de soudure standard

P1 : Pression de préchauffage, **P2** : pression de chauffage maximum, **P5** : pression de soudage, **Pt** : c'est la pression nécessaire pour battre le frottement dans la machine. Cette valeur peut être mesurée en lisant le manomètre dans le carter d'entraînement électrohydraulique, **t1, t2, ...t5** durée des phases 1, 2, ...5.

- **Polychlorure de Vinyle (PVC)**

Cet assemblage est fait par emboîtement et collé à l'aide d'une colle spéciale. Il s'agira de poser les tuyaux avec la partie femelle présentée, ainsi l'emboîtement se fera par le bout mâle dans le bout femelle. Une fois le tuyau descendu dans la tranchée, il est approché de la tubulure en attente. La photo 1 montre un ensemble de deux tuyaux PVC.



Photo 1 : Ensemble de deux tuyaux PVC

Prise de vue : Boco A., mars 2024

4.1.2.5. Pose des tuyaux

La pose dans les tranchées des conduites se fait à l'aide d'une pelle pour les grosses conduites sur le refoulement et à la main pour les petits diamètres généralement sur la distribution. Ce travail de pose consiste :

- au nivellement du fond de fouille (dans le cas où le terrain est graveleux, un apport de lit de sable d'environ 10 cm est nécessaire) ;
- à la pose de la conduite proprement dite ;
- à la pose d'un grillage avertisseur à hauteur de 40 cm de remblai sur la conduite ;
- au remblai total et le comptage.

La planche 4 montre la pose de la conduite PEHD.

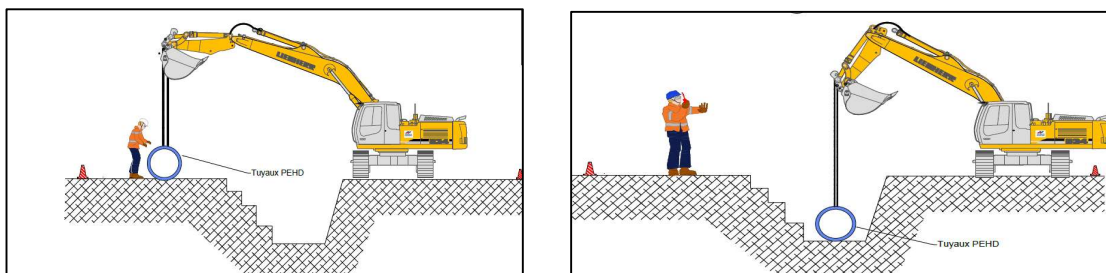


Planche 4 : Pose de la conduite PEHD

4.1.2.6. Raccordement des nœuds

Le raccordement des nœuds consiste à la mise en place des différentes pièces et équipements hydrauliques aux nœuds conformément au cahier des nœuds prévu à cet effet. Ces raccordements sont faits par soudage bout à bout pour PEHD et par emboîtement pour les PVC. La photo 2 montre le raccordement d'un nœud avec un Té sur du PEHD.



Photo 2 : Raccordement d'un nœud avec un Té sur du PEHD

Prise de vue : Boco A., mars 2024

4.1.2.7. Essai de pression

L'essai de pression est une épreuve qui a pour but de vérifier l'étanchéité des tronçons au niveau des joints, des points de soudure et des raccords, selon les règles de l'art.

L'épreuve permet de tester la tenue en pression du réseau pendant une durée définie ; de mettre en avant les éventuels défauts et parfois de quantifier le débit de fuite

Elle consiste à :

- la mise en place de la pompe d'épreuve auprès de la colonne d'essai située au point bas du tronçon ;
- l'alimentation en eau de cette même pompe et raccordement au tronçon à éprouver ;

- une fois assuré que toutes les vannes du tronçon en épreuve sont bien fermées et que le tronçon a bien été purgé d'air, l'on peut commencer la mise en pression progressivement jusqu'à atteindre la pression d'essai.

4.1.2.8. Lavage et désinfection

C'est l'étape qui précède la mise en service du réseau. C'est une opération de nettoyage et de désinfection des tronçons de la canalisation d'eau. Donc, elle permet d'obtenir, dès leur remise en service, une qualité conforme aux exigences réglementaires et en particulier, à éliminer les germes pathogènes qui peuvent être présents dans la section du réseau où l'intervention a eu lieu.

Il consiste à :

- se débarrasser du réseau des boues éventuelles qui s'y sont déposées (argiles, hydroxydes ou oxydes métalliques) au cours des travaux et permet d'obtenir dès leur remise en service, une qualité conforme aux exigences réglementaires et en particulier,
- introduire une solution désinfectante afin d'éliminer les germes pathogènes qui peuvent être présents dans la section du réseau où l'intervention a eu lieu.

4.2. Evaluation de l'apport des SIG dans l'avancement des travaux et du suivi des stocks des pièces hydrauliques pour la réalisation du réseau AEP de Togba-Est

Les résultats présentés dans cette partie sont issus des données collectées de façon hebdomadaire (du 29 janvier 2024 au 20 avril 2024). Le cumul de l'ensemble des tronçons en étude fait un linéaire de 74098,24 m.

4.2.1. Suivi de l'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la semaine 1 du 29 janvier 2024 au 03 février 2024

La figure 20 présente l'état d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques lors de la première semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.



Figure 20 : Etat d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la première semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est

L'observation de la figure 20 montre que les travaux de réalisation du réseau ont débuté par le Nord-Est du secteur d'étude. Il s'agit principalement de l'implantation des tronçons sur lesquels les conduites seront posées. La figure 21 présente l'état des conduites, des nœuds et le nombre de pièces hydrauliques utilisées lors de la semaine 1 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.

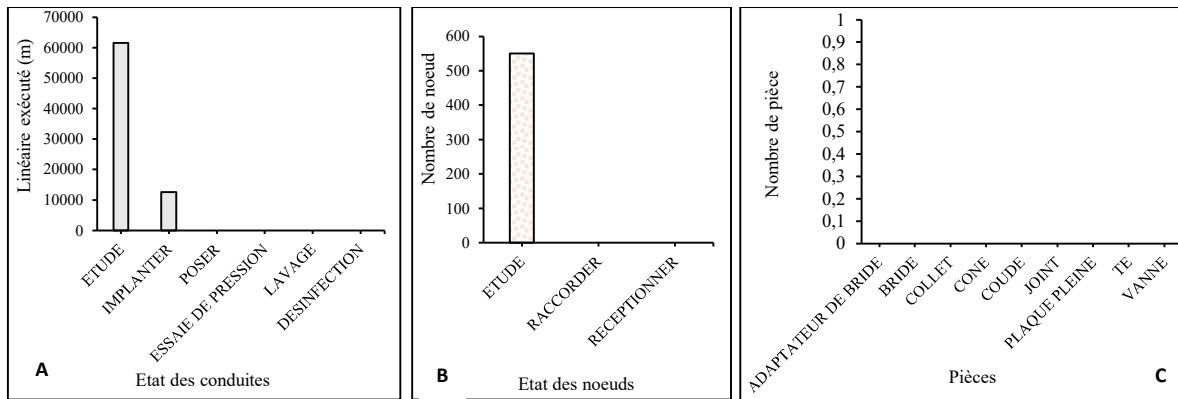


Figure 21 : Etat des conduites, des nœuds et nombre de pièces hydrauliques utilisés lors de la semaine 1 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est

L'examen de la figure 21A montre que dans la première semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est, 61566,87 m de tronçon sont encore en étude soit 83,09 %. 16,91 % de tronçon sont implantés soit 12531,37 m.

Pendant cette semaine, les figures 21B et 21C montrent qu'aucun nœud n'a été raccordé et réceptionné et aucune pièce hydraulique n'a été utilisée.

4.2.2. Suivi de l'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la semaine 2 du 05 février 2024 au 10 février 2024

La figure 22 présente l'état d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques lors de la deuxième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.

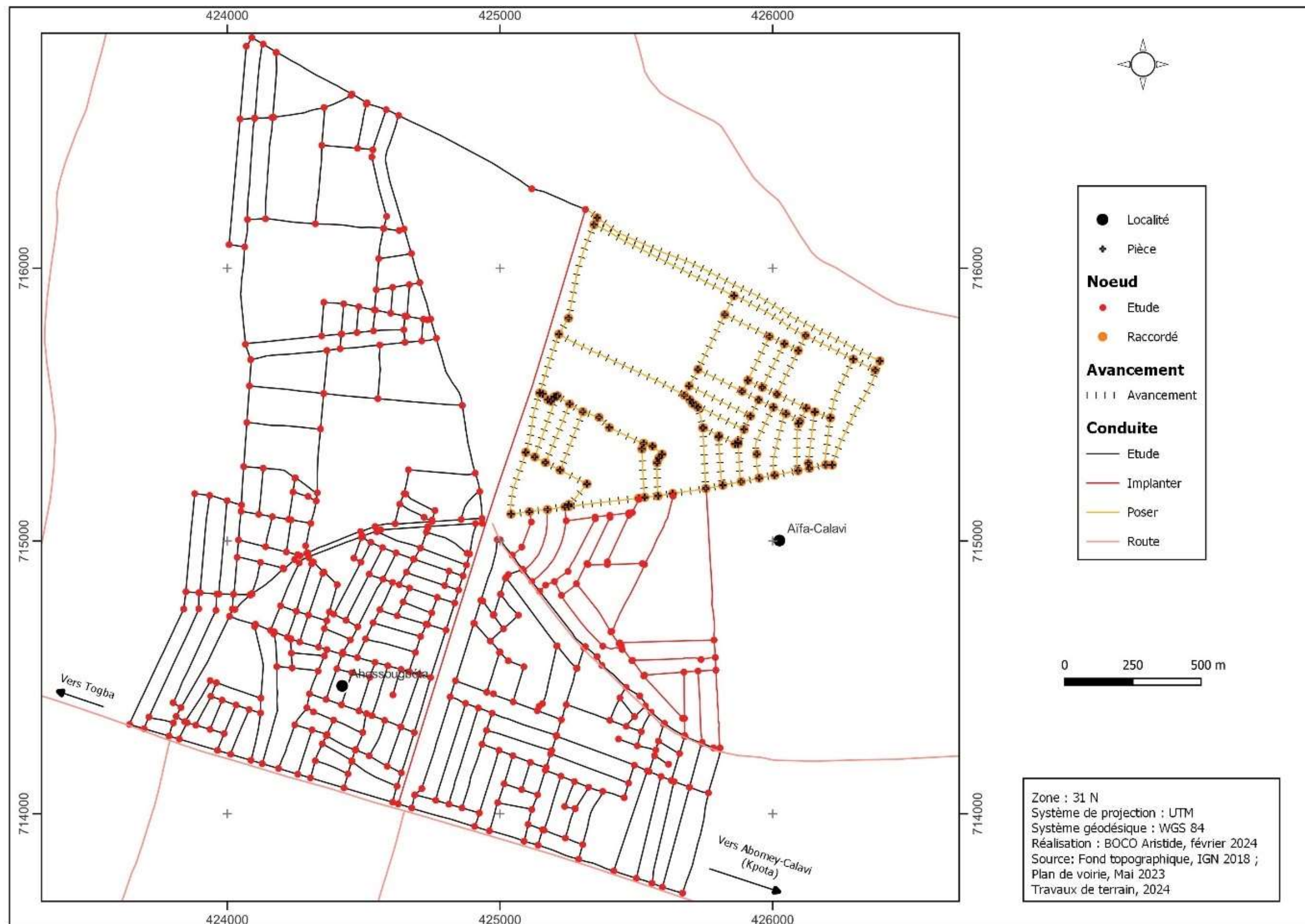


Figure 22 : Etat d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la deuxième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est

L'observation de la figure 22 montre qu'au cours de la deuxième semaine, 8412,38 m de tronçon ont été implantés soit 11,35 % réduisant ainsi à 53154,49 m le reste des tronçons en étude (71,74 %). Dans le même temps, 12531,37 m de conduite ont été posés soit 16,91 %. L'avancement montre que 100 % de la pose a été effectuée soit 12531,37 m.

En termes de raccordement de nœud, 86 nœuds ont été raccordés soit une proportion de 16 % de l'ensemble des nœuds à raccorder. Au cours de ces raccordements, des pièces hydrauliques ont été utilisées. Au total, 368 pièces ont été utilisées. Il s'agit d'adaptateur de bride (72), bride (01), collet (01), cône (02), coude (25), joint (159), plaque pleine (03), té (41) et vanne (64).

La figure 23 présente l'état des conduites, des nœuds et le nombre de pièces hydrauliques utilisées lors des semaines 1 et 2 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.

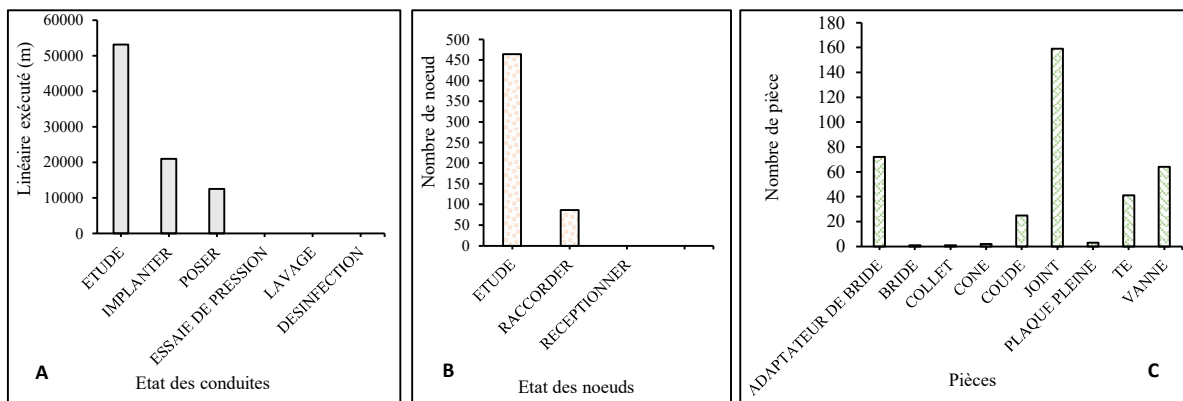


Figure 23 : Etat des conduites, des nœuds et nombre de pièces hydrauliques utilisées lors de la semaine 2 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est

L'examen de la figure 23A montre qu'au cours des deux premières semaines de réalisation du réseau AEP de Togba-Est, un total de 20943,75 m de tronçon sont implantés soit 45,18 %. 53154,49 m de tronçon sont encore en étude. En ce qui concerne les poses, au cours des deux semaines, un total de 12531,37 m de conduite a été posé.

Les figures 23B et 23C, montrent que 86 nœuds ont été raccordés soit avec un total de 368 pièces utilisées pendant ces deux semaines. Il s'agit d'adaptateur de bride (72), bride (01), collet (01), cône (02), coude (25), joint (159), plaque pleine (03), té (41) et vanne (64).

4.2.3. Suivi de l'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la semaine 3 du 12 février 2024 au 17 février 2024

La figure 24 présente l'état d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques lors de la troisième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.

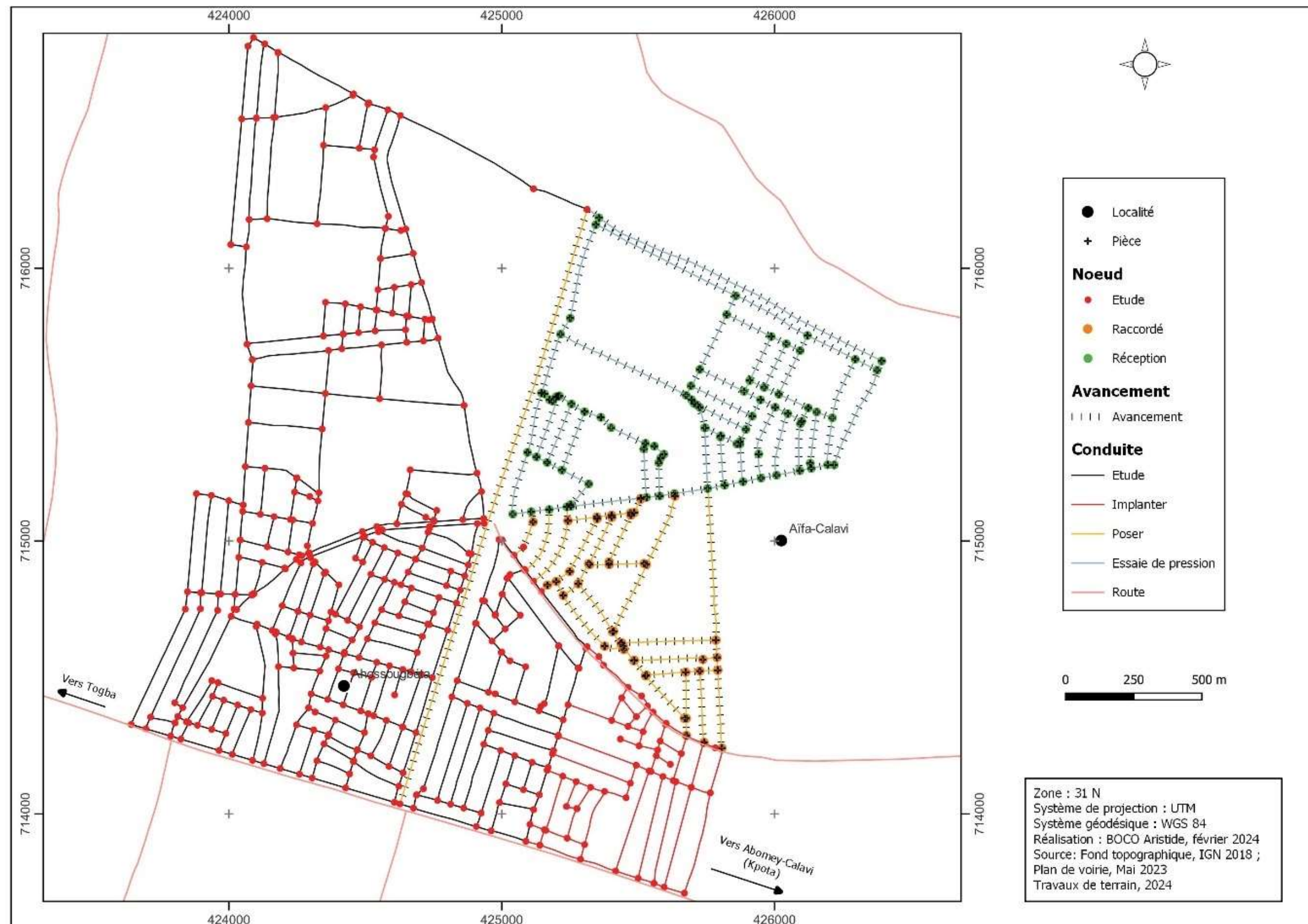


Figure 24 : Etat d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la troisième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est

L'observation de la figure 24 montre que dans la troisième semaine, 7330,74 m de tronçon ont été implantés soit 9,89 % réduisant ainsi à 45823,75 m le reste des tronçons en étude (61,84 %). Dans le même temps, 8412,38 m de conduite ont été posés, soit 11,35 %. L'avancement montre que 100 % de la pose a été effectué soit 8412,38 m. Au cours de cette même semaine, 12531,37 m (16,91 %) de conduite posée sont en essai de pression.

En termes de raccordement de nœud, 44 nœuds ont été raccordés, soit une proportion de 8 % de l'ensemble des nœuds et 86 nœuds ont été réceptionnés. Au cours des raccordements, 131 pièces hydrauliques ont été utilisées. Il s'agit d'adaptateur de bride (24), bride (01), collet (01), coude (24), joint (55), té (10) et vanne (16).

La figure 25 présente l'état des conduites, des nœuds et le nombre de pièces hydrauliques utilisées lors des semaines 1, 2 et 3 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.

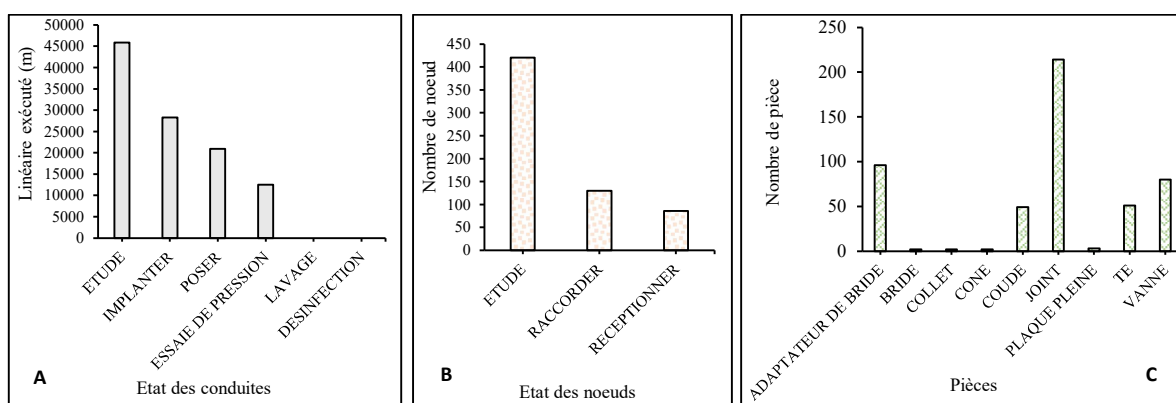


Figure 25 : Etat des conduites, des nœuds et nombre de pièces hydrauliques utilisées lors de la semaine 3 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est

L'examen de la figure 25A montre dans l'ensemble des trois semaines de réalisation du réseau AEP de Togba-Est, un total de 28274,49 m de tronçon sont implantés soit 83,33 %. 45823,75 m de tronçon sont encore en étude. En ce qui concerne les poses, durant les trois semaines, un total de 33475,12 m de conduite a été posé parmi lesquelles 12531,37 m sont en essai de pression.

Les figures 25B et 25C, montrent qu'un total de 130 nœuds ont été raccordés avec un total de 499 pièces utilisées pendant ces trois semaines. Il s'agit d'adaptateur de brise (96), bride (2), collet (02), cône (02), coude (49), joint (214), plaque pleine (03), té (51) et vanne (80). Les nœuds réceptionnés sont au nombre de 86.

4.2.4. Suivi de l'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la semaine 4 du 19 février 2024 au 24 février 2024

La figure 26 présente l'état d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques lors de la quatrième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.

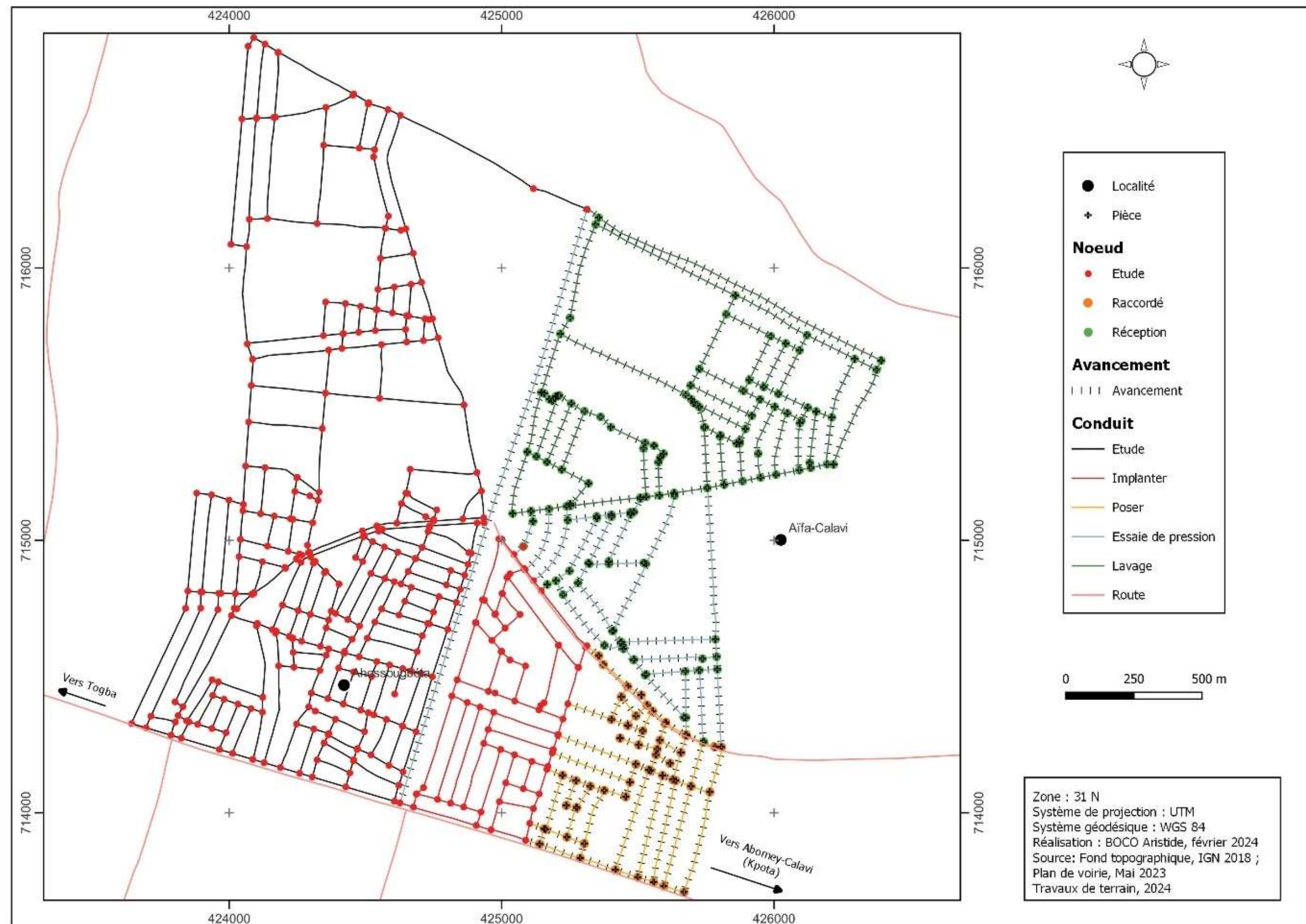


Figure 26 : Etat d'avancement des travaux et des stock des pièces hydrauliques de la quatrième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est

L'observation de la figure 26 montre que dans la quatrième semaine, 8222,59 m de tronçon ont été implantés soit 11,10 % réduisant ainsi à 37601,16 m le reste des tronçons en étude (50,75 %). Dans le même temps, 7330,74 m de conduite ont été posés soit 9,89 %. L'avancement montre que 100 % de la pose a été effectuée soit 7330,74 m. Pendant cette semaine, 8412,38 m de conduite sont passés en essai de pression 12531,37 m de conduite sont en état de lavage.

Quant aux raccordements de nœud, 56 nœuds ont été raccordés soit une proportion de 10 % de l'ensemble des nœuds et 44 nœuds ont été réceptionnés. Au cours des raccordements, 192 pièces hydrauliques ont été utilisées. Il s'agit d'adaptateur de bride (36), coude (12), joint (77), plaque pleine (01), té (31) et vanne (35).

La figure 27 présente l'état des conduites, des nœuds et le nombre de pièces hydrauliques utilisées lors des semaines 1, 2, 3 et 4 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.

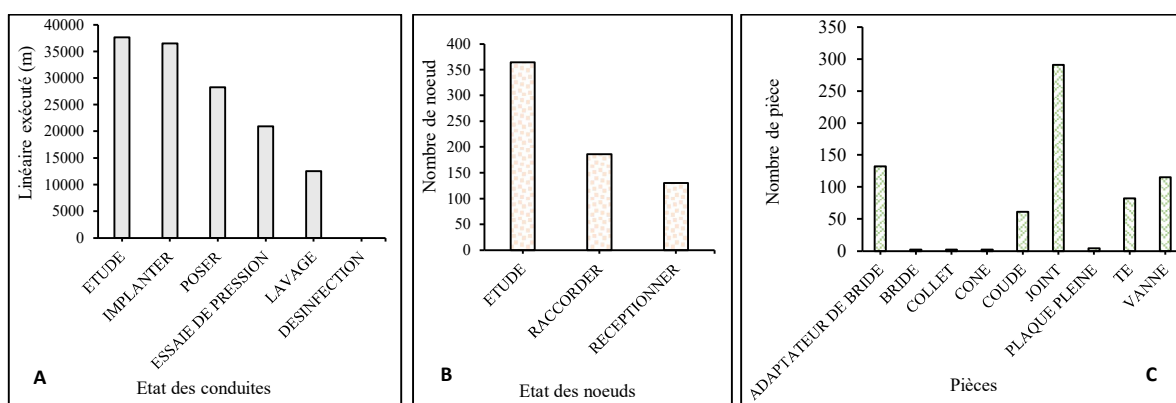


Figure 27 : Etat des conduites, des nœuds et nombre de pièces hydrauliques utilisées lors de la semaine 4 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est

L'examen de la figure 27A montre dans l'ensemble des quatre semaines de réalisation du réseau AEP de Togba-Est, un total de 36497,08 m de tronçon est implanté soit 49,25 %. 37601,16 m de tronçon sont encore en étude. En ce qui concerne les poses, durant les quatre semaines, un total de 28274,49 m de conduite a été posé avec 12531,37 m de conduite en état de lavage.

Les figures 27B et 27C, montrent qu'un total de 186 nœuds a été raccordé et 130 en sont réceptionnés. Au cours du raccordement, un total de 691 pièces utilisés pendant ces trois semaines. Il s'agit d'adaptateur de brise (132), bride (02), collet (02), cône (02), coude (61), joint (291), plaque pleine (04), té (82) et vanne (115).

4.2.5. Suivi de l'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la semaine 5 du 26 février 2024 au 02 mars 2024

La figure 28 présente l'état d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques lors de la cinquième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.

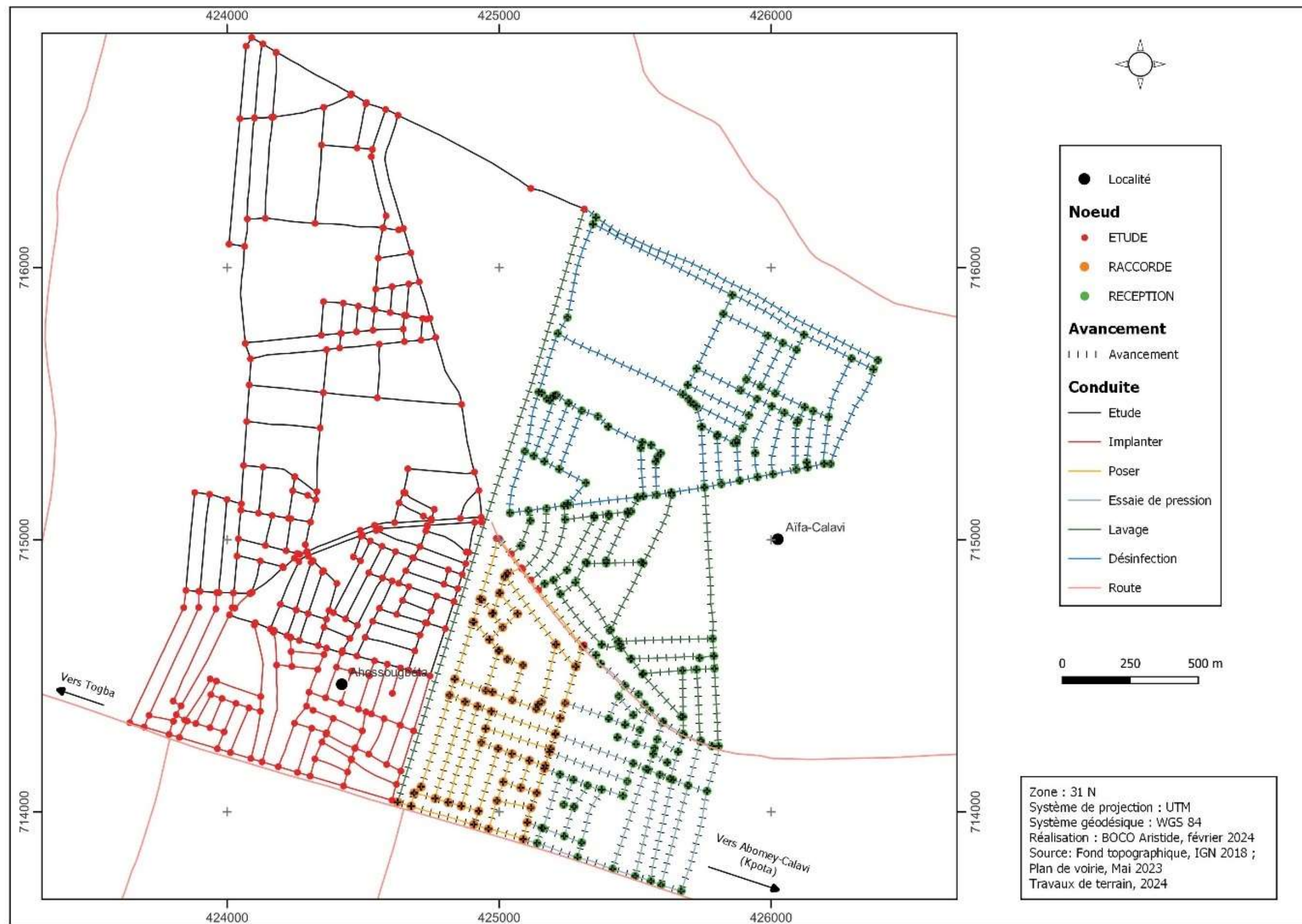


Figure 28 : Etat d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la cinquième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est

L'observation de la figure 28 montre que dans la cinquième semaine, 10730,81 m de tronçon ont été implantés soit 14,48 % réduisant ainsi à 26870,35 m le reste des tronçons en étude (36,26 %). Dans le même temps, 8222,59 m de conduite ont été posés, soit 11,10 %. L'avancement montre que 100 % de la pose a été effectuée soit 8222,59 m. Pendant cette semaine, 7330,74 m de conduite sont passés en essai de pression, 8412,38 m sont en état de lavage et 12531,37 m sont en état de désinfection.

Quant aux raccordements de nœud, 65 nœuds ont été raccordés soit une proportion de 12 % de l'ensemble des nœuds et 56 nœuds ont été réceptionnés. Au cours des raccordements, 211 pièces hydrauliques ont été utilisées. Il s'agit d'adaptateur de bride (47), coude (26), joint (84), plaque pleine (01), té (25) et vanne (28).

La figure 29 présente l'état des conduites, des nœuds et le nombre de pièces hydrauliques utilisées lors des semaines 1, 2, 3, 4 et 5 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.

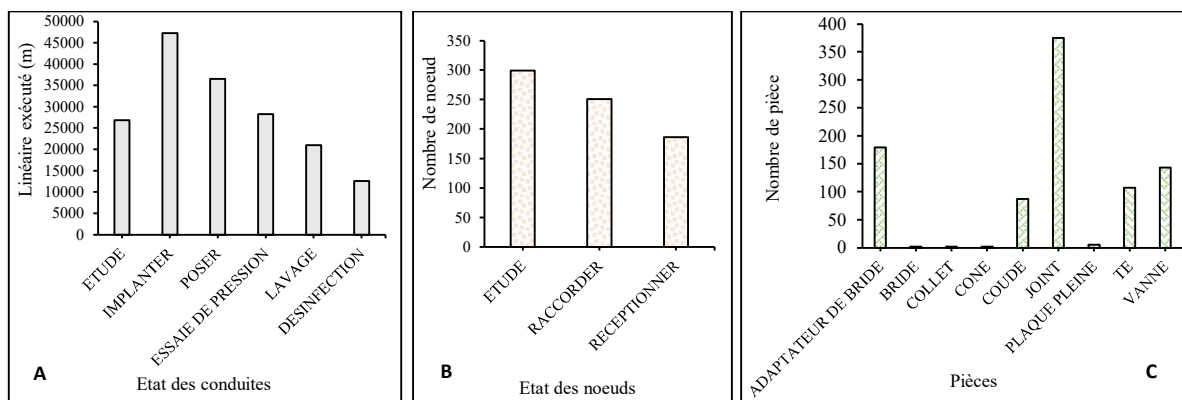


Figure 29 : Etat des conduites, des nœuds et nombre de pièces hydrauliques utilisées lors de la semaine 5 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est

L'examen de la figure 29A montre dans l'ensemble des cinq semaines de réalisation du réseau AEP de Togba-Est, un total de 47227,89 m de tronçon est implanté, soit 63,74 %. 26870,35 m de tronçon sont encore en étude (36,26 %). En ce qui concerne les poses, durant les cinq semaines, un total de 36497,08 m de conduite a été posé. Parmi ces conduites, 28274,49 m sont en essai de pression, 20943,75 m sont en lavage et 12531,37 m sont en désinfection.

Les figures 29B et 29C, montrent qu'un total de 251 nœuds et 186 nœuds ont été respectivement raccordés et réceptionnés avec un total de 691 pièces utilisés pendant ces cinq semaines. Il s'agit d'adaptateur de brise (132), bride (02), collet (02), cône (02), coude (61), joint (291), plaque pleine (04), té (82) et vanne (115).

4.2.6. Suivi de l'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la semaine 6 du 04 mars 2024 au 09 mars 2024

La figure 30 présente l'état d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques lors de la sixième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.

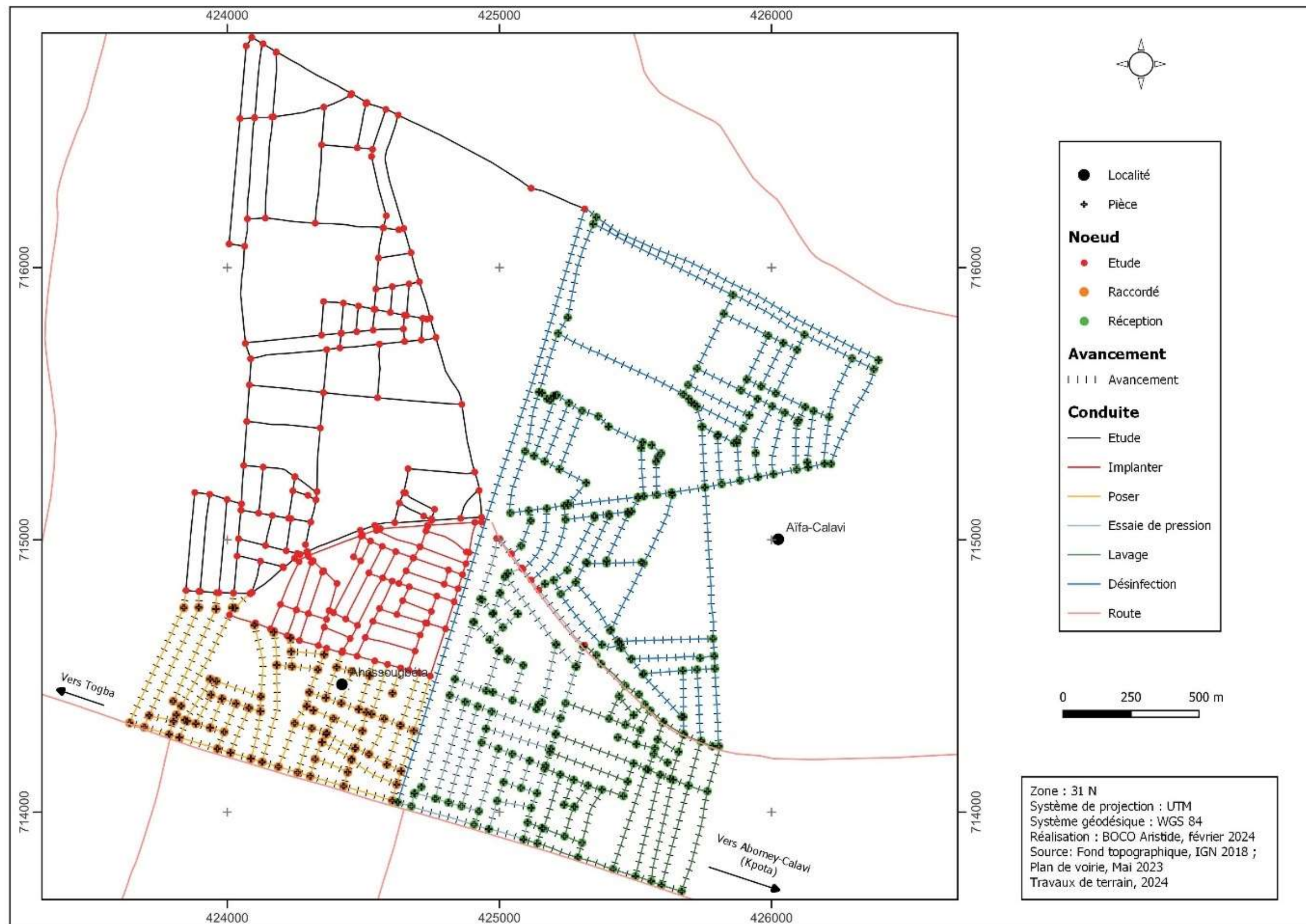


Figure 30 : Etat d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la sixième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est

L'observation de la figure 30 montre que dans la sixième semaine, 8106,13 m de tronçon ont été implantés soit 10,94 % réduisant ainsi à 18764,22 m le reste des tronçons en étude (25,32 %). Dans le même temps, 10730,81 m de conduite ont été posés soit 14,48 %. L'avancement montre que 100 % de la pose a été effectuée soit 10730,81 m. Pendant cette semaine, 8222,59 m de conduite sont passés en essai de pression, 7330,74 m sont en état de lavage et 8412,38 m sont en état de désinfection.

Quant aux raccordements de nœud, 77 nœuds ont été raccordés soit une proportion de 14 % de l'ensemble des nœuds et 65 nœuds ont été réceptionnés. Au cours des raccordements, 283 pièces hydrauliques ont été utilisées. Il s'agit d'adaptateur de bride (45), bride (25), collet (25), coude (11), joint (93), té (42) et vanne (42).

La figure 31 présente l'état des conduites, des nœuds et le nombre de pièces hydrauliques utilisées lors des semaines 1, 2, 3, 4, 5 et 6 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.

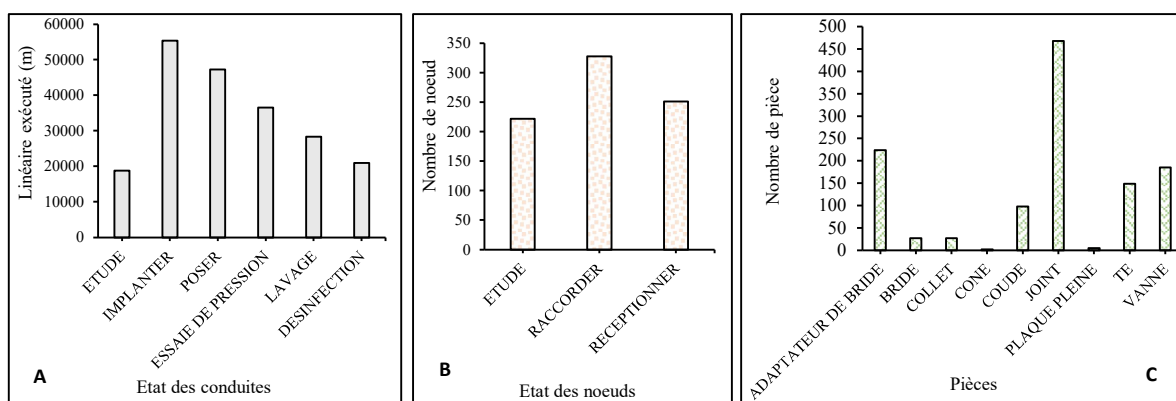


Figure 31 : Etat des conduites, des nœuds et nombre de pièces hydrauliques utilisées lors de la semaine 6 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est

L'examen de la figure 31A montre dans l'ensemble des six semaines de réalisation du réseau AEP de Togba-Est, un total de 55334,02 m de tronçon sont implantés soit 74,68 %. 18764,22 m de tronçon sont encore en étude (25,32 %). En ce qui concerne les poses, durant les six semaines, un total de 47227,89 m de conduite a été posé. Parmi ces conduites, 36497,08 m sont en essai de pression, 28274,49 m sont en lavage et 20943,75 m sont en désinfection.

Les figures 31B et 31C, montrent qu'un total de 328 nœuds a été raccordé soit 60 % de l'ensemble des nœuds avec un total de 1185 pièces utilisées pendant ces six semaines. Il s'agit d'adaptateur de bride (224), bride (27), collet (27), cône (02), coude (98), joint (468), plaque pleine (05), té (149) et vanne (185).

4.2.7. Suivi de l'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la semaine 7 du 11 mars 2024 au 16 mars 2024

La figure 32 présente l'état d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques lors de la septième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.

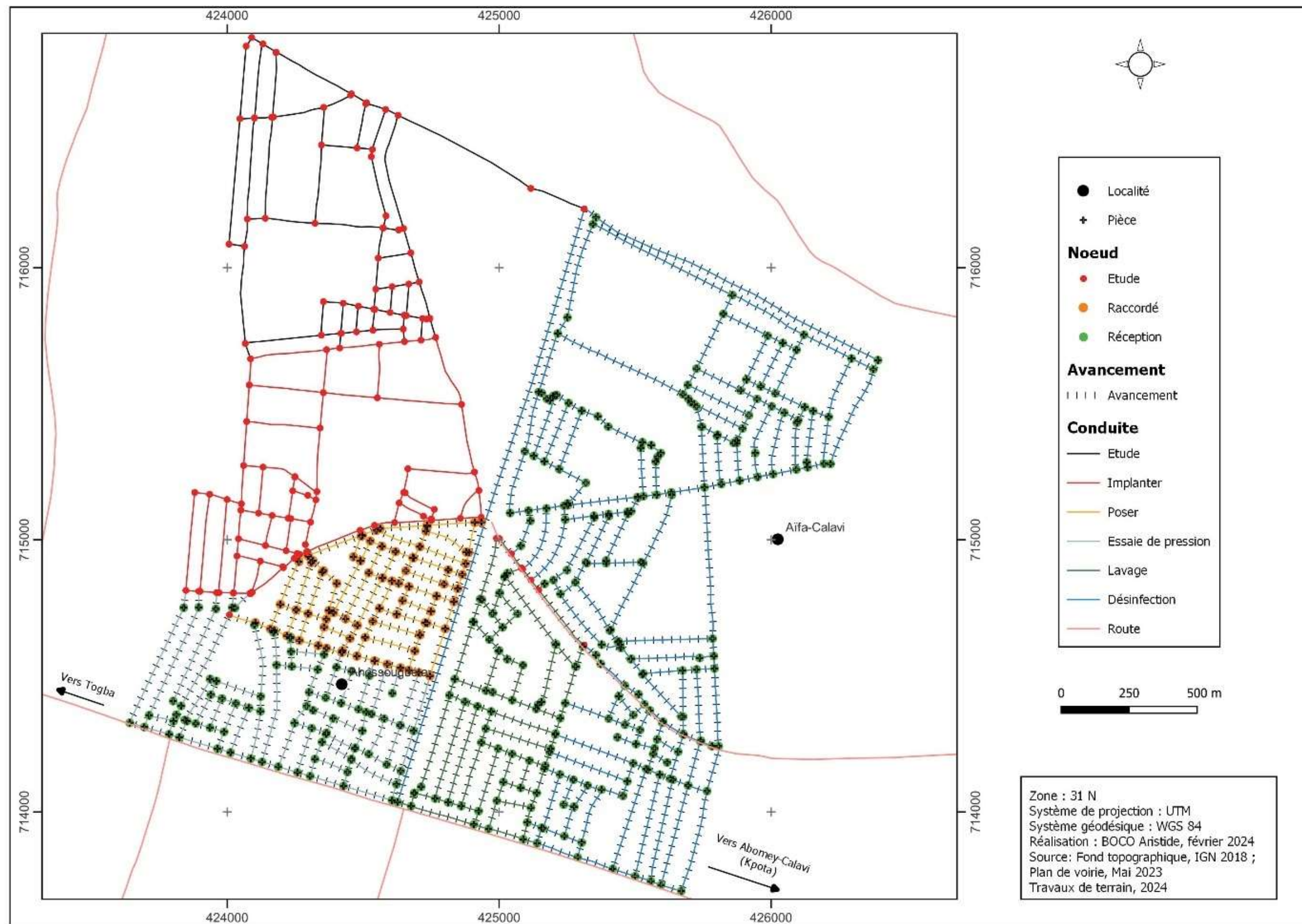


Figure 32 : Etat d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la septième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est

L'observation de la figure 32 montre que dans la septième semaine, 9265,73 m de tronçon ont été implantés soit 12,50 % réduisant ainsi à 9498,49 m le reste des tronçons en étude (12,82 %). Dans le même temps, 8106,13 m de conduite ont été posés, soit 10,94 %. L'avancement montre que 100 % de la pose a été effectuée soit 8106,13 m. Pendant cette semaine, 10730,81 m de conduite sont passés en essai de pression, 8222,59 m sont en état de lavage et 7330,74 m sont en état de désinfection.

Quant aux raccordements de nœud, 85 nœuds ont été raccordés soit une proportion de 15 % de l'ensemble des nœuds et 77 nœuds ont été réceptionnés. Au cours des raccordements, 355 pièces hydrauliques ont été utilisées. Il s'agit d'adaptateur de bride (70), cône (03), coude (12), joint (141), plaque pleine (01), té (64) et vanne (64).

La figure 33 présente l'état des conduites, des nœuds et le nombre de pièces hydrauliques utilisées lors des semaines 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.

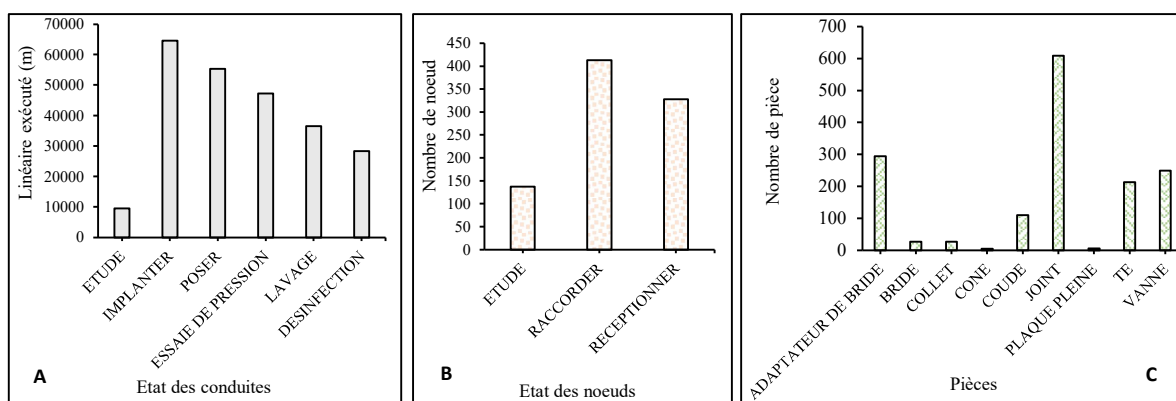


Figure 33 : Etat des conduites, des nœuds et nombre de pièces hydrauliques utilisées lors de la semaine 7 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est

L'examen de la figure 33A montre dans l'ensemble des sept semaines de réalisation du réseau AEP de Togba-Est, un total de 64599,75 m de tronçon sont implantés, soit 87,18 %. 9498,49 m de tronçon sont encore en étude (12,82 %). En ce qui concerne les poses, durant les sept semaines, un total de 55334,02 m de conduite a été posé. Parmi ces conduites, 47227,89 m sont en essai de pression, 36497,08 m sont en lavage et 28274,49 m sont en désinfection.

Les figures 33B et 33C, montrent qu'un total de 413 nœuds a été raccordé, soit 75 % de l'ensemble des nœuds avec un total de 1540 pièces utilisées pendant ces sept semaines. Il s'agit d'adaptateur de brise (294), bride (27), collet (27), cône (05), coude (110), joint (609), plaque pleine (06), té (213) et vanne (249). Parmi ces nœuds, 328 sont déjà réceptionnés.

4.2.8. Suivi de l'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la semaine 8 du 18 mars 2024 au 23 mars 2024

La figure 34 présente l'état d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques lors de la huitième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.

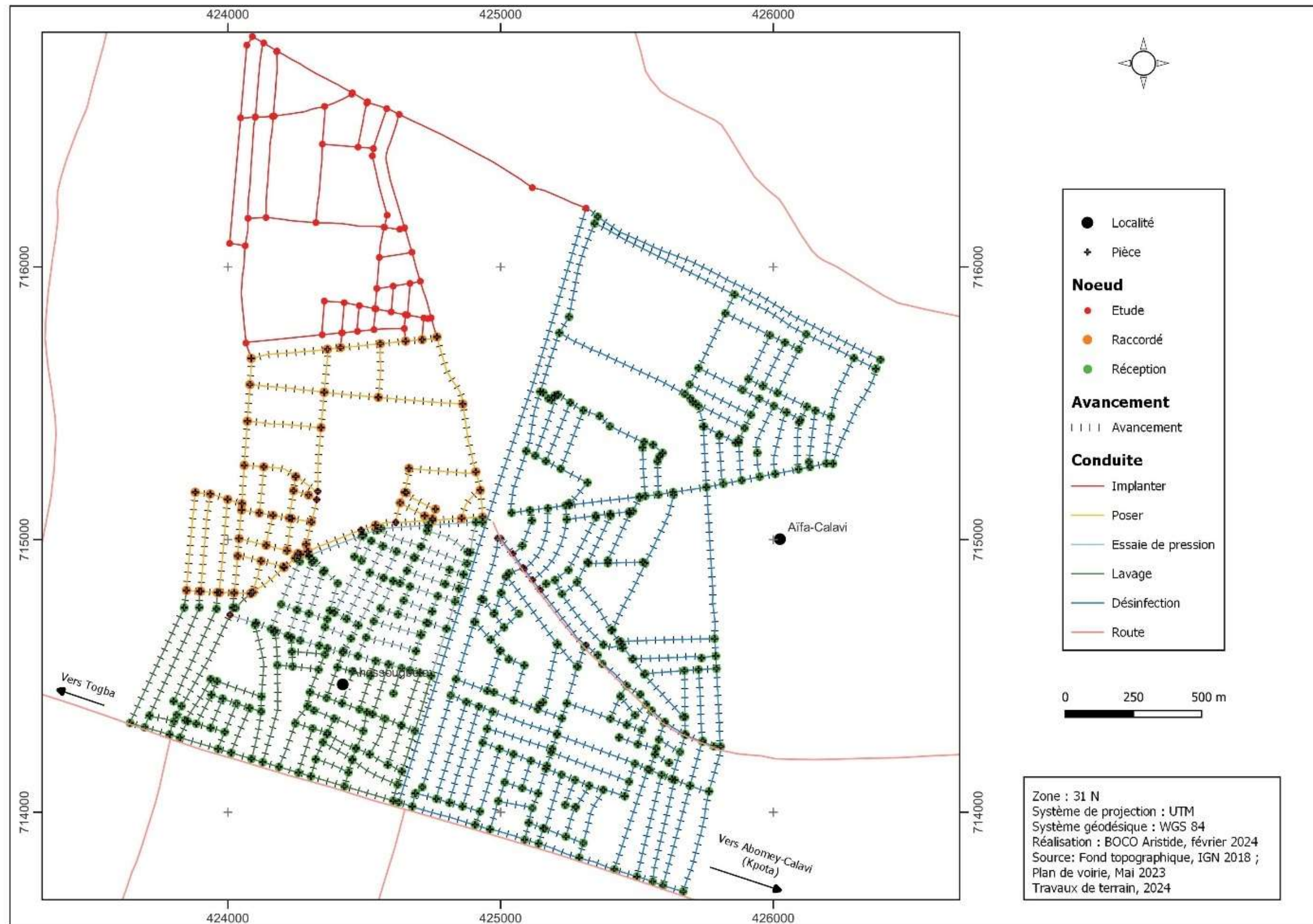


Figure 34 : Etat d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la huitième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est

L'observation de la figure 34 montre que dans la huitième semaine, 9498,49 m de tronçon ont été implantés, soit 12,82 %. Dans le même temps, 9265,73 m de conduite ont été posés soit 10,94 %. L'avancement montre que 100 % de la pose a été effectuée soit 9265,73 m. Pendant cette semaine, 8106,13 m de conduite sont passés en essai de pression, 10730,81 m sont en état de lavage et 8222,59 m sont en état de désinfection.

Quant aux raccordements de nœud, 67 nœuds ont été raccordés, soit une proportion de 12 % de l'ensemble des nœuds et 85 nœuds ont été réceptionnés. Au cours des raccordements, 305 pièces hydrauliques ont été utilisées. Il s'agit d'adaptateur de bride (62), coude (08), joint (123), plaque pleine (02), té (54) et vanne (56).

La figure 35 présente l'état des conduites, des nœuds et le nombre de pièces hydrauliques utilisées lors des semaines 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.

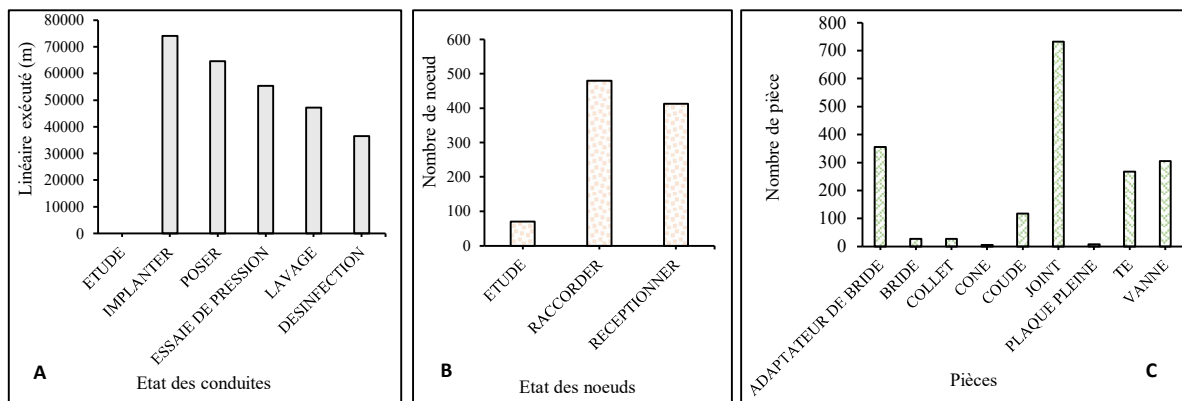


Figure 35 : Etat des conduites, des nœuds et nombre de pièces hydrauliques utilisées lors de la semaine 8 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est

L'examen de la figure 35A montre dans l'ensemble des huit semaines de réalisation du réseau AEP de Togba-Est, un total de 74098,24 m de tronçon sont implantés, soit 100 %. Ce qui marque la fin des travaux d'implantation et la fin des tronçons en étude. En ce qui concerne les poses, durant les sept semaines, un total de 64599,75 m de conduite a été posée. Parmi ces conduites, 55334,02 m sont en essai de pression, 47227,89 m sont en lavage et 36497,08 m sont en désinfection.

Les figures 35B et 35C, montrent qu'un total de 480 nœuds a été raccordé, soit 87 % de l'ensemble des nœuds avec un total de 1845 pièces utilisées pendant ces huit semaines. Il s'agit d'adaptateur de brise (356), bride (27), collet (27), cône (05), coude (118), joint (732), plaque pleine (08), té (267) et vanne (305). Parmi ces nœuds, 413 sont déjà réceptionnés.

4.2.9. Suivi de l'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la semaine 9 du 25 mars 2024 au 30 mars 2024

La figure 36 présente l'état d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques lors de la neuvième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.

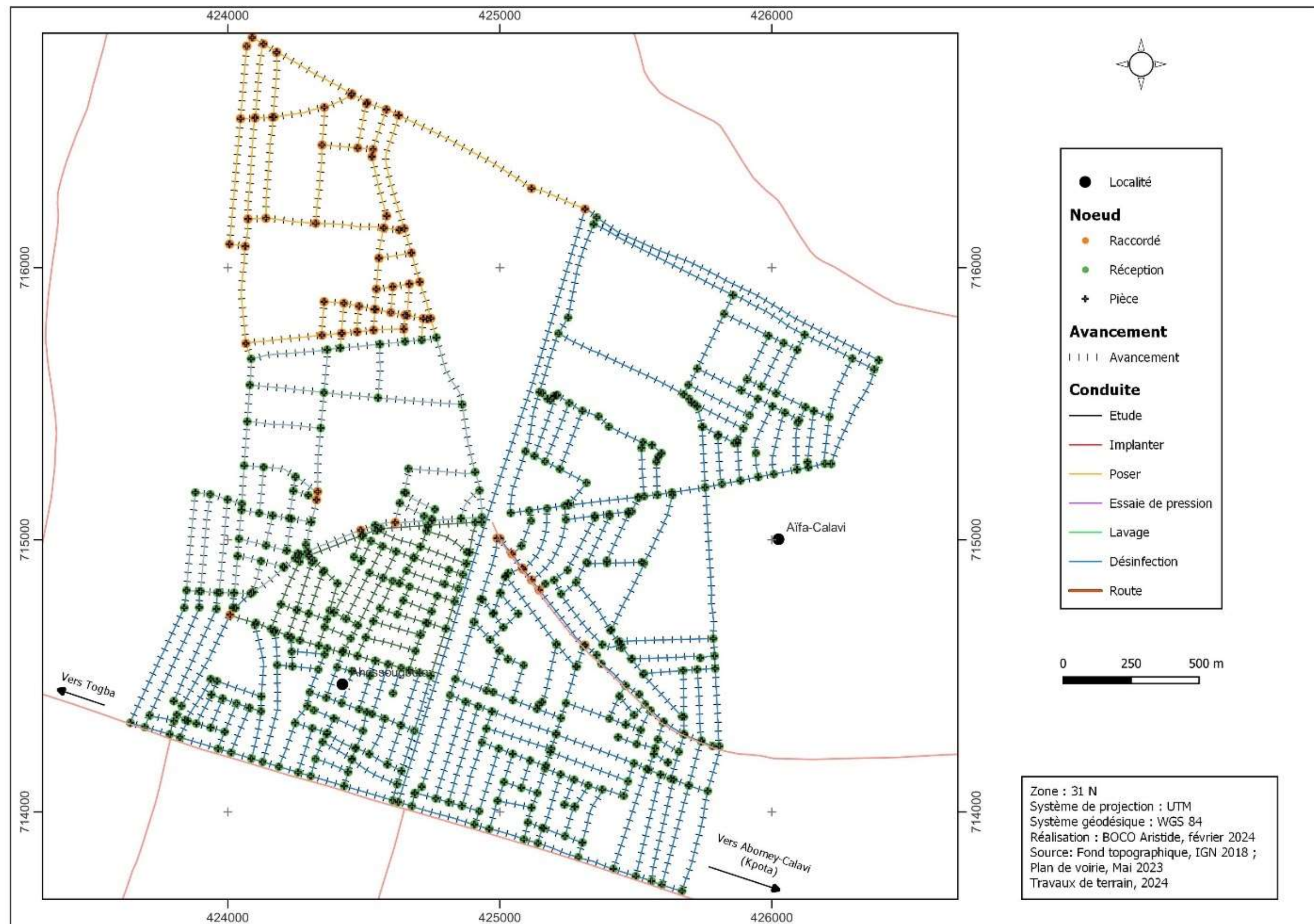


Figure 36 : Etat d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la neuvième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est

L'observation de la figure 36 montre que dans la neuvième semaine, les opérations d'implantation étant déjà terminées, les opérations se sont poursuivies avec les poses, les essais de pression, les lavages et la désinfection. Ainsi, au cours de cette neuvième semaine, 9498,49 m de conduite ont été posées, soit 10,94 % à 100 % soit 9265,73 m d'avancement. Pendant cette semaine, 9265,73 m de conduite sont passés en essai de pression, 8106,13 m sont en état de lavage et 10730,81 m sont en état de désinfection.

Quant aux raccordements de nœud, 70 nœuds ont été raccordés, soit une proportion de 13 % de l'ensemble des nœuds et 67 nœuds ont été réceptionnés. Au cours des raccordements, 287 pièces hydrauliques ont été utilisées. Il s'agit d'adaptateur de bride (58), bride (02), collet (02), coude (11), joint (112), plaque pleine (02), té (49) et vanne (51).

La figure 37 présente l'état des conduites, des nœuds et le nombre de pièces hydrauliques utilisées lors des semaines 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.

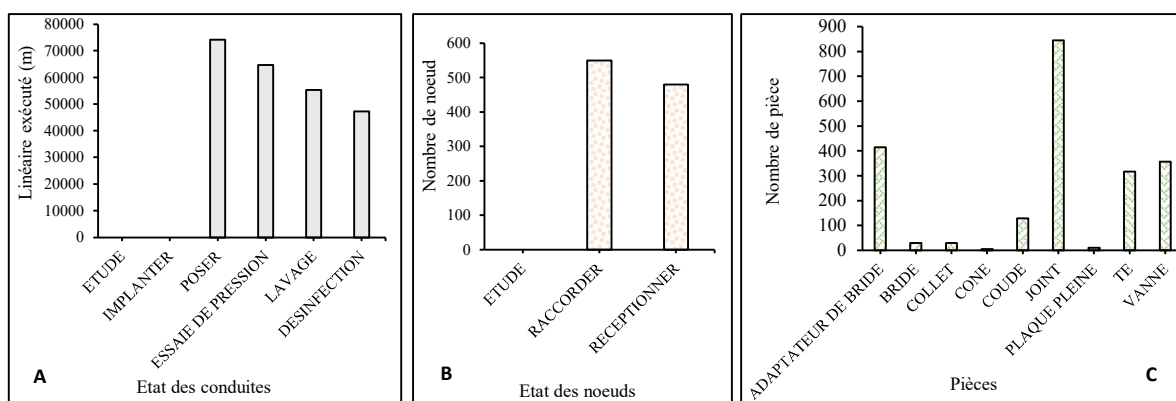


Figure 37 : Etat des conduites, des nœuds et nombre de pièces hydrauliques utilisées lors de la semaine 9 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est

L'examen de la figure 37A montre dans l'ensemble des neuf semaines de réalisation du réseau AEP de Togba-Est, un total de 74098,24 m de conduite a été posé, soit 100 % des tronçons. Parmi ces conduites, 64599,75 m sont en essai de pression, 55334,02 m sont en lavage et 47227,89 m sont en désinfection.

Les figures 37B et 37C, montrent qu'un total de 550 nœuds a été raccordé, soit 100 % des nœuds avec un total de 2132 pièces utilisées pendant ces neuf semaines de travaux. Il s'agit d'adaptateur de brise (414), bride (29), collet (29), cône (05), coude (129), joint (844), plaque pleine (10), té (316) et vanne (356). Parmi ces nœuds raccordés, 480 sont réceptionnés.

4.2.10. Suivi de l'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la semaine 10 du 01 avril 2024 au 06 avril 2024

La figure 38 présente l'état d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques lors de la dixième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.

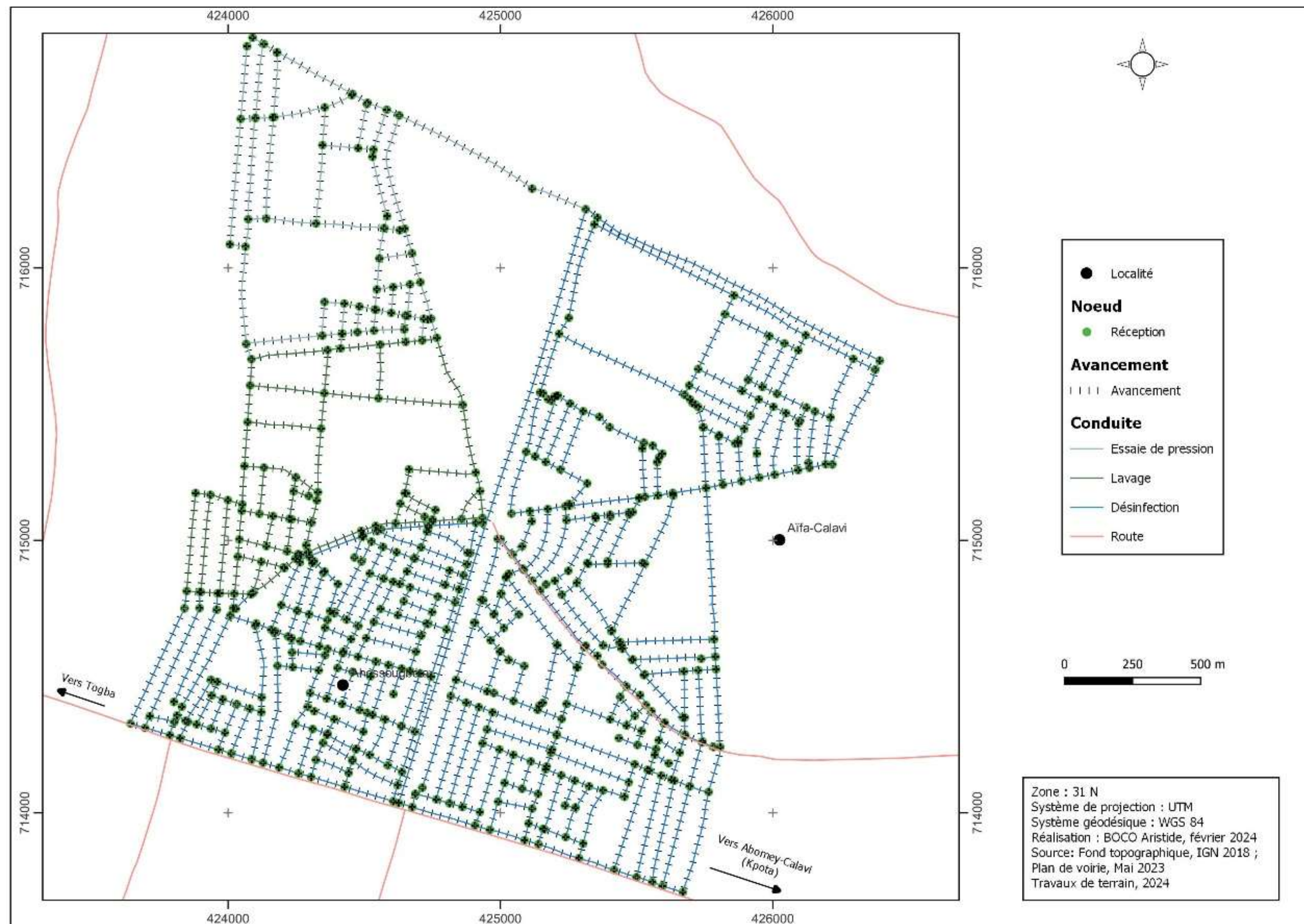


Figure 38 : Etat d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la dixième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est

L'observation de la figure 38 montre que dans la dixième semaine, les opérations d'implantation et de poses étant déjà terminées, les travaux se sont poursuivis avec les essais de pression, les lavages et la désinfection. Dans la dixième semaine, 9498,49 m de conduite qui ont été soumis en essai de pression, soit 12,82 %. Pendant cette semaine, 9265,73 m sont en état de lavage et 8106,13 m sont en état de désinfection.

Au cours de la dixième semaine, seule la réception de 70 nœuds a été effectuée pour mettre fin aux opérations de raccordement et de réception.

La figure 39 présente l'état des conduites, des nœuds et le nombre de pièces hydrauliques utilisées lors des semaines 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.

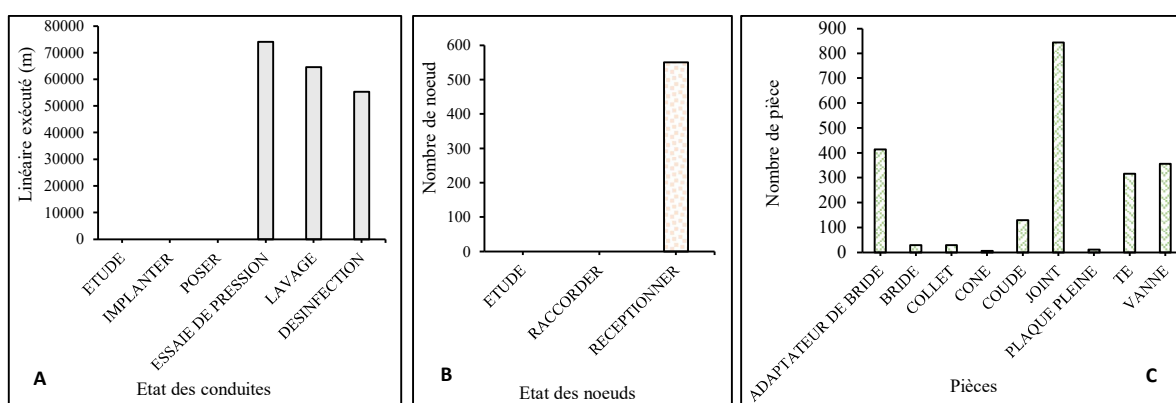


Figure 39 : Etat des conduites, des nœuds et nombre de pièces hydrauliques utilisées lors de la semaine 10 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est

L'examen de la figure 39A montre dans l'ensemble des 10 semaines de réalisation du réseau AEP de Togba-Est, l'ensemble des tronçons est passé en essai de pression (74098,24 m) soit 100 % des tronçons. 64599,75 m sont en lavage et 55334,02 m sont en désinfection.

Les figures 39B et 39C, montrent que l'ensemble des nœuds (550) a été réceptionnée soit 100 % des nœuds avec un total de 2132 pièces utilisées pendant ces neuf semaines de travaux. Il s'agit d'adaptateur de bride (414), bride (29), collet (29), cône (05), coude (129), joint (844), plaque pleine (10), té (316) et vanne (356). Parmi ces nœuds raccordés, 480 sont réceptionnés.

4.2.11. Suivi de l'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la semaine 11 du 08 avril 2024 au 13 avril 2024

La figure 40 présente l'état d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques lors de la onzième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.

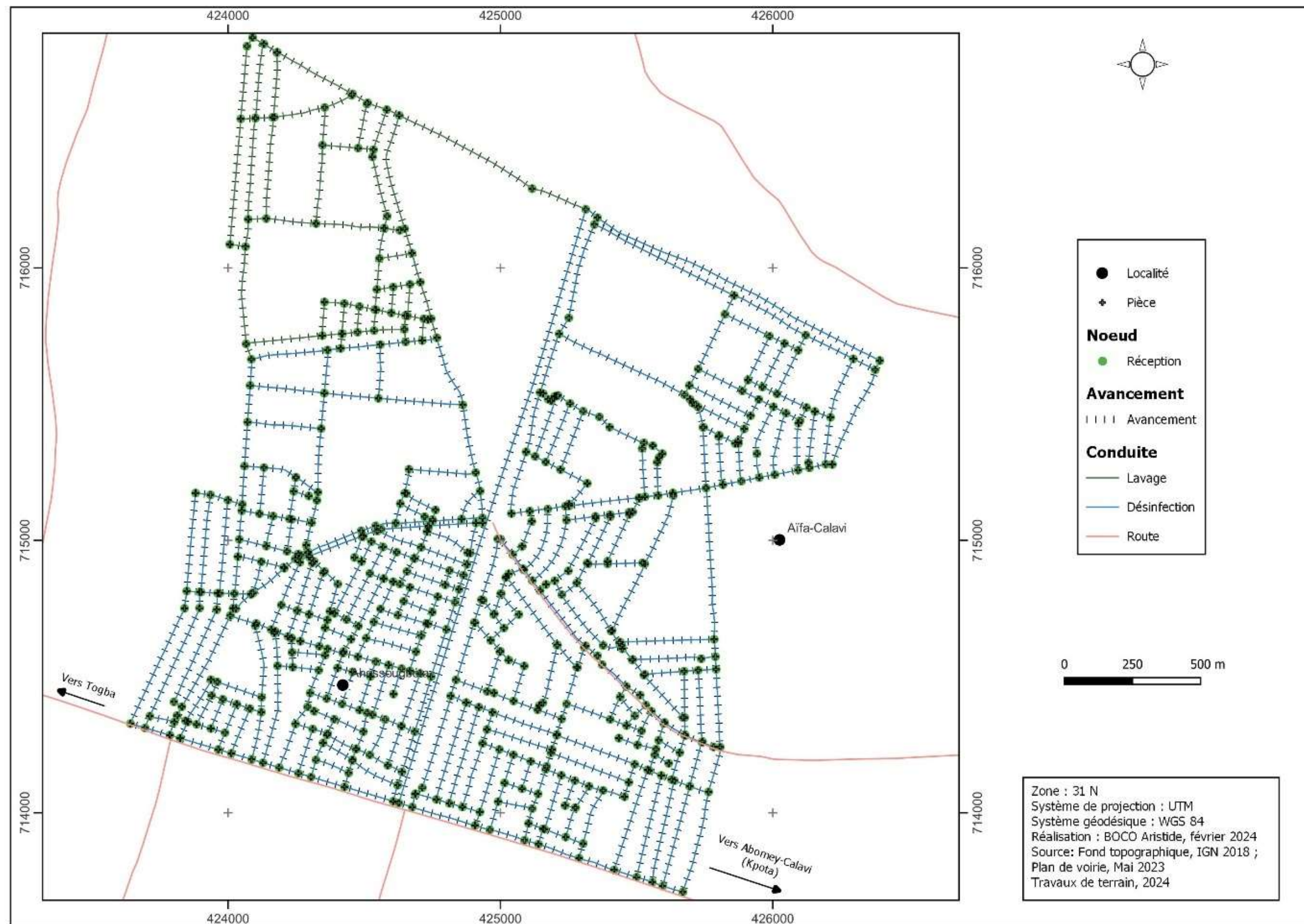


Figure 40 : Etat d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la onzième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est

L'observation de la figure 40 montre que dans la onzième semaine, seules les opérations de lavage et de désinfection ont été effectuées. Ainsi, 9498,49 m (12,82 %) sont en état de lavage et 9265,73 m (12,50 %) sont en état de désinfection.

La figure 41 présente l'état des conduites, des nœuds et le nombre de pièces hydrauliques utilisées lors des semaines 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 et 11 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.

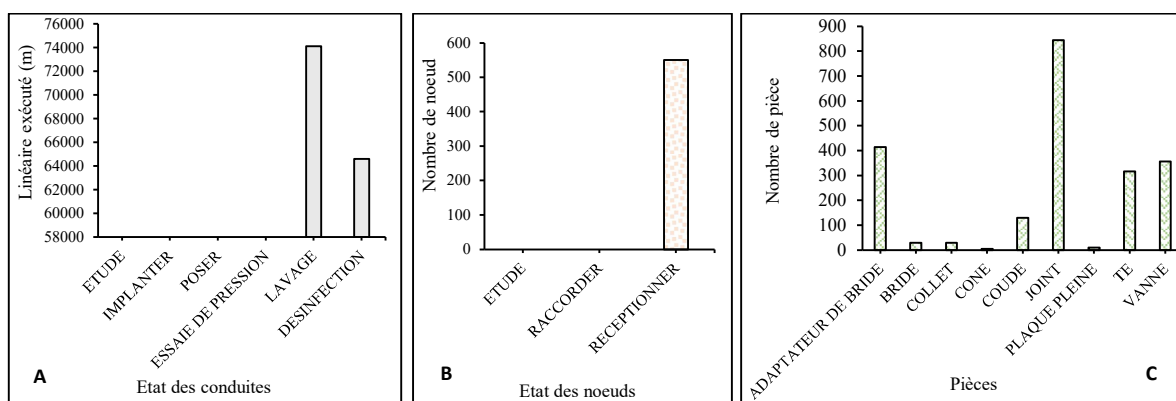


Figure 41: Etat des conduites, des nœuds et nombre de pièces hydrauliques utilisées lors de la semaine 11 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est

L'examen de la figure 41A montre dans l'ensemble des 11 semaines de réalisation du réseau AEP de Togba-Est, l'ensemble des tronçons a subi de lavage (74098,24 m) soit 100 % des tronçons. Seuls 55334,02 m sont en attente de désinfection.

Les figures 41B et 41C, montrent que tous les nœuds (550) ont été réceptionnés soit 100 % des nœuds avec un total de 2132 pièces utilisées dans tout le secteur.

4.2.12. Suivi de l'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la semaine 12 du 15 avril 2024 au 20 avril 2024

La figure 42 présente l'état d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques lors de la douzième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.

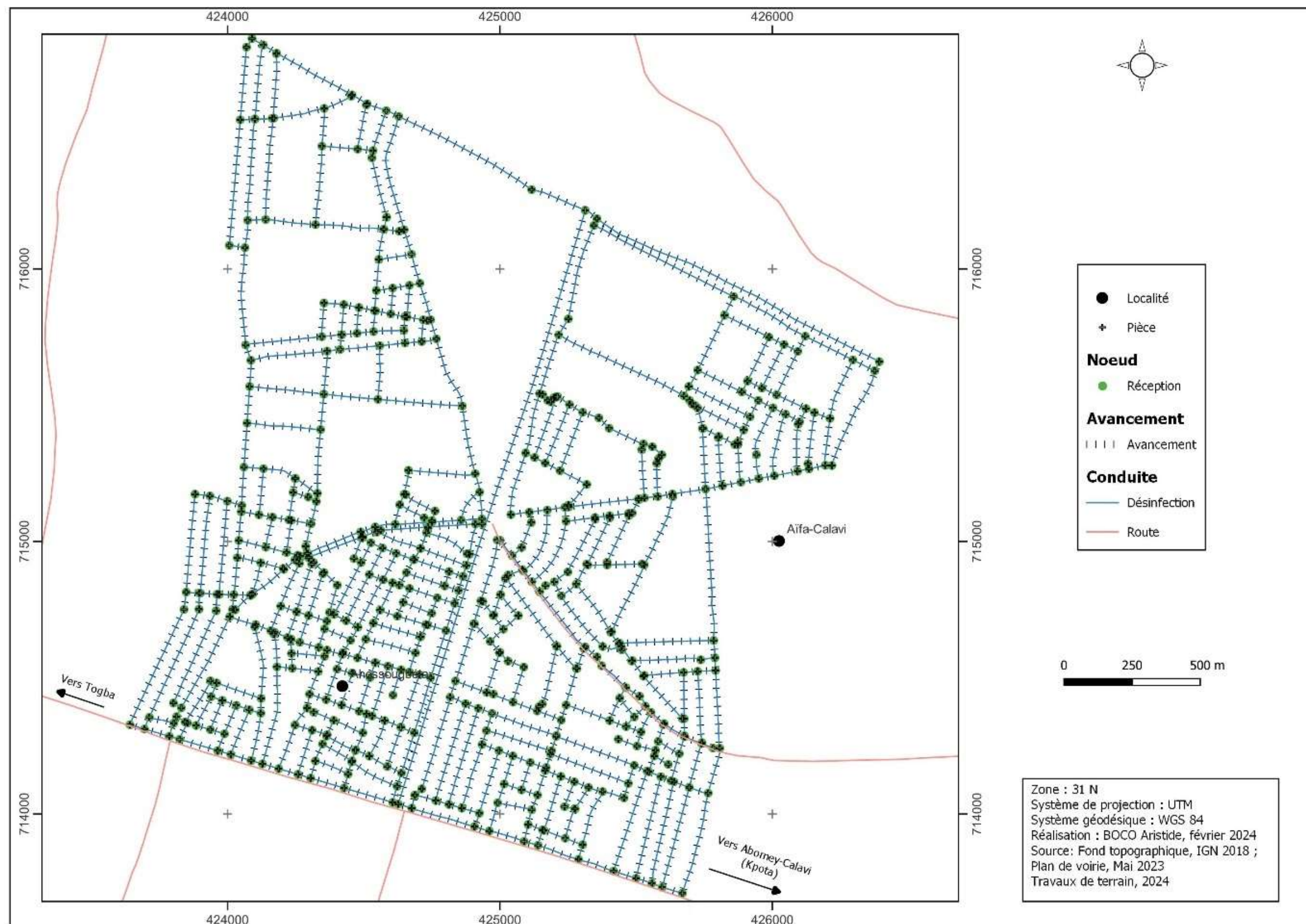


Figure 42 : Etat d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la douzième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est

L'observation de la figure 42 montre que dans la douzième semaine, marque la fin des travaux de canalisation et de raccordement avec 9498,49 m (12,82 %) de tronçon qui ont été désinfectés.

La figure 42 présente l'état des conduites, des nœuds et le nombre de pièces hydrauliques utilisées lors des semaines 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,10, 11 et 12 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.

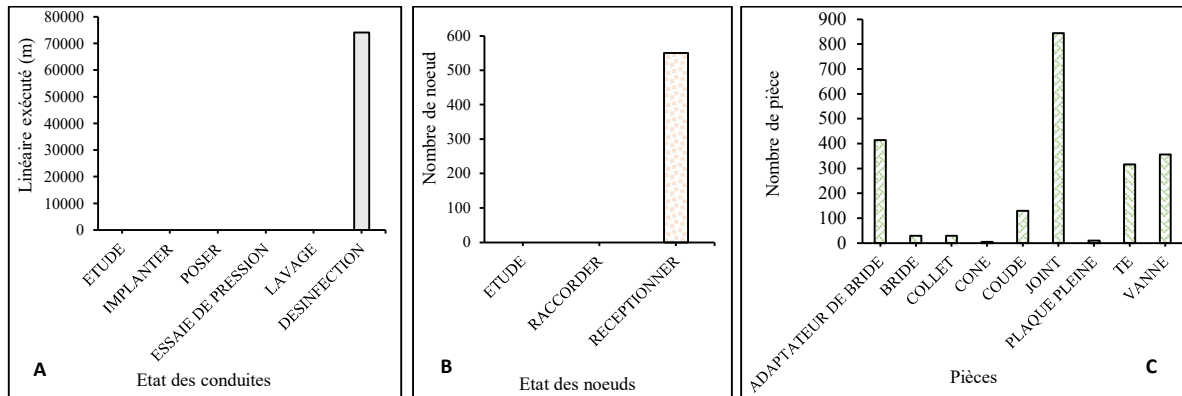


Figure 42 : Etat des conduites, des nœuds et nombre de pièces hydrauliques utilisées lors de la semaine 12 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est

L'examen de la figure 42A, 42B et 42C montrent que tous les tronçons ont été implantés, toutes les conduites ont été posées, ont subi les essais de pression, ont été lavées et désinfectées (74098,24 m). Également, tous les nœuds ont été réceptionnés et un total de 2132 pièces ont été utilisées dans le réseau.

4.3. Implémentation d'une base donnée SIG pour une gestion efficiente des stocks dans la réalisation des travaux du réseau AEP de Togba-Est

4.3.1. Typologie des conduites

La figure 43 présente les types de conduite utilisée dans la réalisation du réseau AEP de Togba-Est.



Figure 43 : Types de conduite utilisée dans la réalisation du réseau AEP de Togba-Est

L'examen de la figure 43 montre que deux catégories de conduite ont été principalement utilisées dans le secteur d'étude. Il s'agit des Polyéthylène haute densité (PEHD) et Polychlorure de vinyle (PVC). La première mesure 2286,02 m linéaire, soit 3,09 % de l'ensemble du réseau. Par ailleurs, la seconde catégorie (PVC) occupe la plus grande portion avec 71812,22 m de longueur, soit 96,91 %.

4.3.2. Répartition des vannes dans le réseau AEP de Togba-Est

La vanne est un dispositif placé sur une conduite pour régler l'ouverture et le débit de l'eau. La figure 44 présente la répartition des vannes dans le réseau AEP de Togba-Est.



Figure 44 : Répartition des vannes dans le réseau AEP de Togba-Est

L'observation de la figure 44 montre que les vannes occupent la presque totalité du réseau d'AEP. Elles sont au nombre de 356 et représentent 16,17 % de l'ensemble des pièces utilisées dans le réseau. La photo 3 présente une vanne.



Photo 3 : Vanne

Prise de vue : Boco A., mars 2024

4.3.3. Répartition des cônes dans le réseau AEP de Togba-Est

Les cônes dans un réseau AEP sont des dispositifs hydrauliques composés d'un piston, et deux chambres à travers lesquelles un fluide visqueux doit traverser. La figure 45 présente la répartition des cônes dans le réseau AEP de Togba-Est.



Figure 45 : Répartition des cônes dans le réseau AEP de Togba-Est

L'observation de la figure 45 montre que les cônes sont très peu utilisés dans le réseau d'AEP. Au sein du réseau, on dénombre 5 cônes soit 0,23 % de l'ensemble des pièces utilisées dans le réseau. La photo 4 présente un cône.



Photo 4 : Cône

Prise de vue : Boco A., mars 2024

4.3.4. Répartition des plaques pleines dans le réseau AEP de Togba-Est

La plaque pleine dans un réseau AEP est un produit souple, mais également résistant et indéchirable, utilisé dans les réseaux d'Alimentation d'Eau Potable. La figure 46 présente la répartition des plaques pleines dans le réseau AEP de Togba-Est.

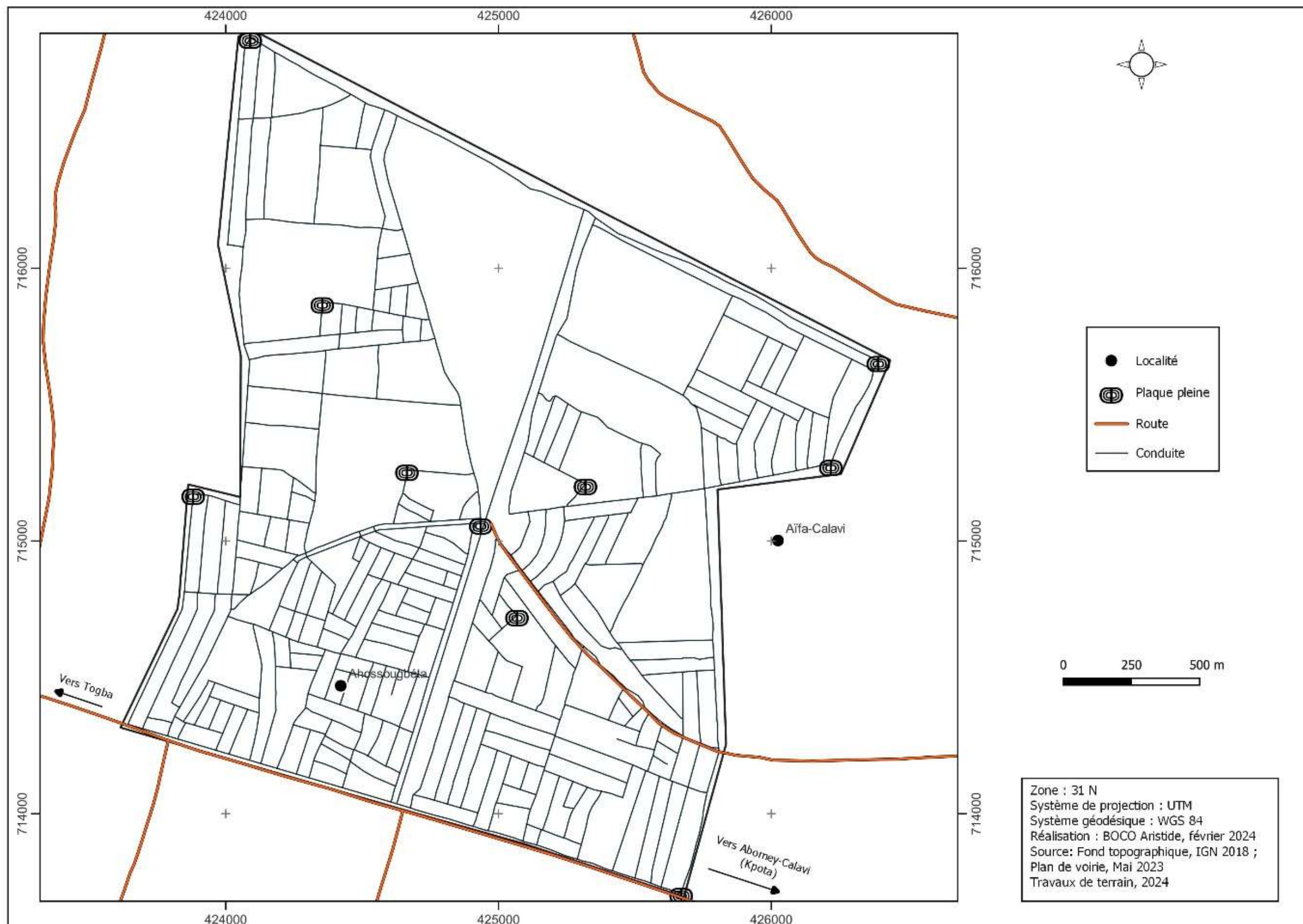


Figure 46 : Répartition des plaques pleines dans le réseau AEP de Togba-Est

L'examen de la figure 46 montre que le réseau d'AEP compte très peu de plaque pleine. Au nombre de 10, elles occupent une proportion de 0,23 % de l'ensemble des pièces utilisées dans le réseau. La photo 5 présente une plaque pleine.



Photo 5 : Plaque pleine

Prise de vue : Boco A., mars 2024

4.3.5. Répartition des Té dans le réseau AEP de Togba-Est

La figure 47 présente la répartition des Té dans le réseau AEP de Togba-Est.

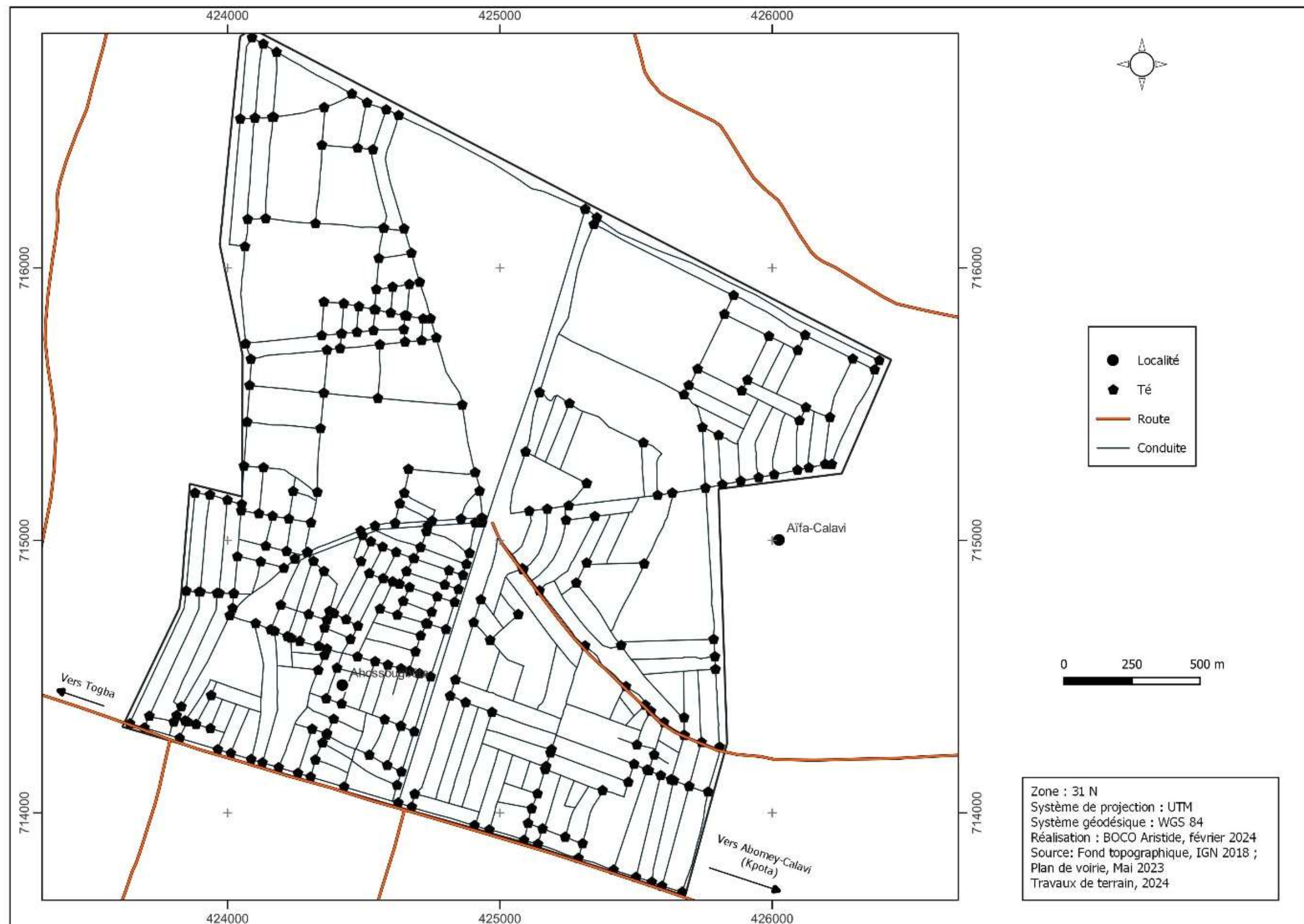


Figure 47 : Répartition des Tè dans le réseau AEP de Togba-Est

L'examen de la figure 47 montre que les Té sont majoritairement utilisés dans le réseau d'AEP de Togba-Est. On dénombre 316 Té utilisés dans le réseau. Ces Té représentent une proportion de 14,82 % de l'ensemble des pièces utilisées dans le réseau.

4.3.6. Répartition des types de Té dans le réseau AEP de Togba-Est

La figure 48 présente la répartition des types de Té dans le réseau AEP de Togba-Est.



Figure 48 : Répartition des types de Té dans le réseau AEP de Togba-Est

L'examen de la figure 48 montre que dans le réseau d'AEP de Togba-Est, deux types de Té ont été utilisés. Il s'agit du Té à 3 brides et celui du Té à 2 emboitements tubulure bride. Au nombre de 316, on dénombre 61 au niveau du premier qu'est le Té à 3 brides soit une proportion de 19,3 %. Le second Té, le Té à 2 emboitements tubulure bride compte 255 éléments et représente une proportion de 80,7 % des Té utilisés. La planche 5 présente un Té à trois brides et Té à deux emboitements.



Planche 5 : Té à trois brides et Té à deux emboitements

Prise de vue : Boco A., mars 2024

4.3.7. Répartition des coudes dans le réseau AEP de Togba-Est

La figure 49 présente la répartition des coudes dans le réseau AEP de Togba-Est.



Figure 49 : Répartition des coudes dans le réseau AEP de Togba-Est

L'examen de la figure 49 montre que les coudes utilisés dans le réseau d'AEP de Togba-Est sont au nombre de 129. Ce qui représente une proportion de 6,05 % de l'ensemble des pièces utilisées dans le réseau. Deux types de coudes ont été essentiellement utilisés dans le réseau.

4.3.7.1. Répartition des coudes à 2 brides dans le réseau AEP de Togba-Est

La figure 50 présente la répartition des coudes à deux brides dans le réseau AEP de Togba-Est.



Figure 50 : Répartition des coudes à deux brides dans le réseau AEP de Togba-Est

L'examen de la figure 50 montre que dans le réseau d'AEP de Togba-Est dispose de 36 coudes à bride. Ce qui représente une proportion de 27,91 % des coudes utilisés. La photo 6 présente un coude à deux brides.



Photo 6 : Coude à deux brides

Prise de vue : Boco A., mars 2024

4.3.7.2. Répartition des coudes à 2 emboitements dans le réseau AEP de Togba-Est

La figure 51 présente la répartition des coudes à deux emboitements dans le réseau AEP de Togba-Est.



Figure 51 : Répartition des coudes à deux emboitements dans le réseau AEP de Togba-Est

L'examen de la figure 51 montre que 93 coudes à deux emboitements ont été utilisés lors des travaux du réseau d'AEP Togba-Est. Ce qui représente une proportion de 72,09 % des coudes utilisés. La photo 7 présente un coude à deux emboitements.



Photo 7 : Coude à deux emboitements

Prise de vue : Boco A., mars 2024

CHAPITRE V : DISCUSSION

5.1. Description des différentes étapes de réalisation des travaux d'un réseau d'AEP

Comme tout autre projet, la réalisation d'un réseau AEP nécessite une organisation au préalable de plusieurs phases. Ceci permet aux différents acteurs travaillant sur le projet d'assurer une bonne conception et un bon suivi du projet, d'optimiser le temps, de bien gérer la mobilisation du personnel, de structurer et normaliser les démarches à suivre pour la réalisation du projet (Jib, 2018). Le processus se résume en deux grandes phases des travaux dans le secteur d'étude à savoir l'élaboration du dossier d'exécution et l'exécution des travaux. L'élaboration du dossier d'exécution regroupe quatre étapes qui sont la validation des tronçons, les levés topographiques des tronçons, les études hydrauliques et les études génie-civil. Pour la seconde grande phase qu'est l'exécution des travaux, elle regroupe l'implantation du réseau, la fouille en tranchée, l'assemblage des tuyaux, la pose des tuyaux, le raccordement des nœuds, l'essai de pression ; le lavage du réseau et la désinfection. Comme dans cette étude, plusieurs auteurs définissent les étapes de réalisation d'un réseau d'AEP selon le contexte et/ou la position dans lequel ils se trouvent. Pour la SECMO et l'EGIS (2016), la conception d'infrastructures d'un réseau AEP s'inscrit dans le processus plus global de réalisation, qui passe par trois étapes successives à savoir la programmation (de quoi a-t-on besoin), la conception (quelle solution apporter) et la réalisation (mettre en œuvre la solution par des travaux). Par ailleurs, selon BURGEAP (2000), l'exécution d'un projet d'AEP se divise schématiquement en trois étapes dont (i) l'initiation du projet et la recherche de son financement, (ii) l'élaboration du dossier de projet hydraulique, (iii) la réalisation des travaux jusqu'à la mise en service des installations. Pour Jib (2018), cinq phases majeures sont à prendre en compte dans les projets de construction d'AEP comme l'identification, la planification, la concertation, la conception et la construction. Selon lui, l'identification consiste à localiser les communes ayant un réel besoin de la réalisation ou la réhabilitation d'un réseau d'eau potable ; la planification permet de tracer une stratégie à suivre pour le lancement des procédures d'avant-projet sommaire ; la concertation a pour but de rassembler les acteurs institutionnels, financiers, techniques, sociaux qui seront impliqués dans le futur projet et de définir les rôles de chacun, de déterminer les étapes à suivre, de définir les conditions de financement des prestataires ; la conception d'un système d'AEP est la phase qui, à la base d'une étude profonde du contexte du projet, permet de dimensionner tout le réseau. Au vu des idées évoquées plus haut, une diversité de phase dans les projets d'AEP permet de valider l'hypothèse selon laquelle les travaux de réalisation d'un réseau d'Alimentation d'Eau Potable (AEP) commencent par la validation des tronçons et finissent

par l'exécution des travaux en passant par les phases de levé, les études hydrauliques et études génie civil.

5.2. Evaluation de l'apport des SIG dans le suivi de l'avancement des travaux pour la réalisation d'un réseau d'AEP

Le SIG a été utilisé dans plusieurs pays comme le Sénégal où on procède depuis quelques années à l'implantation des SIG et qui permettent de répondre à de véritables préoccupations des décideurs (Thiam, 2012). Il constitue un outil simpliste et dynamique et il est à la portée de l'administration locale (Gay, 2012). Au Cameroun, l'outil SIG utilisé dans la réduction des disparités de la répartition spatiale, des équipements socio-collectifs publics et a permis d'identifier et de proposer des sites optima pour une aide à la prise de décision par les autorités compétentes. Dans de nombreuses études, les SIG sont utilisés pour une meilleure gestion d'un phénomène.

Les opérations de suivi de chantier ne sont ni normalisées, ni soumises à une législation particulière. Il convient donc à chaque entreprise de mettre en œuvre par ses propres moyens, des outils permettant de suivre l'avancement de ses travaux (Heinry, 2012). A cet effet, pour Chiheb et Akram (2019), le suivi et le contrôle dans la réalisation des chantiers génie civil pour la construction d'un bâtiment de type R+, l'ingénieur surveillant doit s'assurer de la conformité des travaux avec les plans. Il doit également assurer l'intégrité et la sécurité de l'ouvrage et de son environnement lorsque les travaux sont effectués. À cette fin, il doit opérer des visites quotidiennes de chantier pour la vérification de la conformité des travaux aux plans. Ainsi, les plans et les visites quotidiennes de chantier sont les outils de suivi de chantier pour ces auteurs. Par ailleurs, pour Heinry (2012), le planning prévisionnel est un document de suivi des chantiers. Il est établi lors de l'étude et est intégré dans l'offre remise par l'entreprise systématiquement. Il contient poste par poste la durée d'intervention, le matériel et le nombre d'ouvriers affectés. Sous forme de tableur Excel, les conducteurs de travaux de l'entreprise l'utilisent et cela leur permet poste par poste de traduire les travaux à effectuer et de savoir où en sont les travaux. Sur cette feuille du tableur Excel on retrouve plusieurs informations concernant le suivi du chantier. Les fiches sont donc un moyen permettant de recenser les prestations effectuées ainsi que le temps leur étant imparti. C'est un outil permettant, s'il est bien utilisé de suivre en temps réel l'avancement du chantier (Heinry, 2012). Un autre moyen de se rendre compte de l'avancée des travaux est d'effectuer des visites et des réunions sur le site (Righi et Ben Ahmed, 2021). Ces mêmes auteurs remarquent que les visites sur le site ne sont pas suffisantes pour se rendre compte de l'avancement du chantier. Il faut en effet passer de temps en temps contrôler, venir assister lors d'opérations

déliçates, comme la programmation d'un coffret d'arrosage, l'implantation d'une clôture. Ces déplacements permettent à la fois de se rendre compte des difficultés du site pour anticiper les problèmes. Un carnet, un tableau ou un graphique, issus d'un planning du chantier précis et clair permet de consigner toutes les données essentielles du projet. Ce sont des supports indispensables qui offrent à toutes les parties prenantes une vision d'ensemble du chantier et fournissent à chacune le même niveau d'information (Mur, 2021).

Chacun des outils décrits à un potentiel certain dans le sens où ils permettent tous la collecte d'informations venant du chantier. Cependant leur utilisation n'est pas optimale, par exemple les feuilles de travaux ne font pas l'objet d'un traitement informatique particulier. Une fois relues, elles sont entreposées dans le classeur du chantier auquel elles correspondent. Cette utilisation réduite ne permet pas de savoir où précisément en est le chantier d'un point de vue spatial. Un autre problème rencontré avec ces outils c'est qu'ils sont très souvent remplis de manière incomplète. Des omissions quant aux quantités mises en place, la précision des heures passées à telle tâche. Parfois même la date et le nom du chantier ne sont pas indiqués sur la feuille, ce qui est source d'imprécision pour gérer les quantités tant de travail que de fournitures.

Aujourd'hui avec les SIG, ces problèmes statistiques et de représentation sont en train d'être résolus comme le montrent nos différents résultats obtenus. Les résultats obtenus dans le cadre de cette étude en ce qui concerne l'utilité et le rôle joué par le SIG dans le domaine hydraulique sont semblables à ceux de Garouani *et al.* (2006). Ces auteurs, ont visé dans leur travail un objectif fondamental qui est basé sur l'amélioration des connaissances sur les ressources en eau et de leur protection. Dans notre contexte actuel, le SIG a joué un rôle capital et assez important. De façon hebdomadaire, à Togba-Est, nous avons pu voir l'évolution de l'implantation des tronçons et les états des conduites de la pose jusqu'au lavage en passant par l'avancement de pose. Par exemple à la quatrième semaine, on peut dire avec précision que 8222,59 m de tronçon ont été implantés et 37601,16 m de tronçon sont encore en étude. De même, 7330,74 m de conduite ont été posés avec un avancement de 100 % de la pose soit 7330,74 m. Également au cours de la même semaine, 8412,38 m de conduite sont passés en essai de pression 12531,37 m de conduite sont en état de lavage. Il a permis d'avoir une idée sur la typologie de ces infrastructures et de leur répartition. Une étude similaire avait été réalisée par Houngbévous *et al.* (2013) au Bénin. Dans le suivi des pièces hydrauliques, il a permis de savoir avec précision l'endroit de raccordement de la pièce et le nombre de pièces au niveau de chaque nœud du réseau. Ce qui fait qu'à chaque fin de semaine, le nombre et les types de pièces hydrauliques sont connus avec précision.

L'importance des SIG n'étant plus à démontrer sur les chantiers AEP, leur utilisation permet un suivi cartographique et l'obtention d'un plan de récolement à la fin du chantier. Ainsi, l'hypothèse qui stipule que le SIG permet de suivre visuellement l'avancement des travaux et du stock des pièces et équipements hydrauliques sur le chantier est alors vérifiée.

5.3. Implémentation d'une base de données SIG pour une gestion efficiente des stocks dans la réalisation des travaux d'un réseau d'AEP

Le système actuel de suivi des travaux et des pièces hydrauliques sur les chantiers (analogie) a montré ses limites. Les données existantes sur le réseau sont dispersées dans des registres, des carnets, des plans, des fichiers Excel qui au moindre incendie ou mauvais entretien pourraient disparaître. La mise en place d'une base de données est une alternative aux techniques classiques de stockage de l'information sur les réseaux, elle offre une meilleure gestion de données à travers la saisie, le traitement et un accès rapide de l'information. La base de données mise en place dans le cadre de cette recherche fournit un puissant outil de gestion du réseau d'AEP de Togba-Est. En effet, les avantages de la base de données SIG sont nombreux. Elle permet aux gestionnaires du réseau de disposer d'informations descriptives et spatiales fiables sur l'ensemble du réseau. Selon Azehoun *et al.* (2013), les Systèmes d'Information Géographique apparaissent de nos jours comme des outils de gestion, de planification, d'aide à la décision et de suivi politique. Dans la même optique, Kebe (2014) souligne que le SIG de par sa capacité de stockage, d'analyse et de visualisation des données à référence spatiale représente un outil efficace pour la gestion et les prises de décision.

Le SGBD va également permettre de disposer d'informations fiables et sécurisées. Un administrateur est tenu responsable de la base de données, il est chargé de la mise à jour de la base et toutes les opérations impliquant la base sont sous sa direction. Pour Azandégbé (2013), l'exploitation d'une base de données et sa mise à jour permanente permettent aux utilisateurs d'avoir une meilleure vision du territoire et de gérer efficacement l'information du réseau. Parlant de la gestion, la base de données mise en place dans le cadre de cette étude, permettra aussi de mieux connaître le réseau et de faciliter les interventions pour une meilleure gestion en cas de maintenance. Cette remarque a été également faite par Idani (2010) pour qui, la base de données permet la lecture spatio-temporelle, avec une identification des espaces attribués, leur localisation, les usages souhaités et toutes les informations sur le réseau. A cet effet, pour l'OSS (2003), la mise en place de la base de données SIG permet de rassembler et de rendre homogène l'ensemble des informations disponibles à ce jour sur la zone au sein d'une structure relationnelle cohérente. Sans cette

architecture ouverte, il aurait été difficile d'imaginer que se réalisent tous les traitements, requêtes et cartes thématiques qu'un projet peut produire. Ainsi, dans cette étude, plusieurs traitements ont été effectués à travers les requêtes dans la base de données mise en place. Ce qui a permis de mettre en exergue plusieurs cartes thématiques à savoir les types de conduite ou de tuyaux, la répartition des vannes, la répartition des cônes, la répartition des plaques pleines, la répartition des Té dans le réseau AEP de Togba-Est, etc. Touré (2015), a également élaboré des cartes thématiques de la situation de référence de la zone d'intervention du projet de renforcement de l'élevage pastoral dans les régions du Baha, de l'Ennedi et du Waadi Fira au Tchad à travers la base de données qu'il a mise en place. Les résultats des requêtes obtenus constituent une première forme de diagnostic. Par repérage des points de dysfonctionnements, l'exploitant peut identifier, dans un premier temps, les zones du réseau à priori problématiques et prendre des décisions pour améliorer l'état du réseau (Blindu, 2004). Ainsi, l'hypothèse selon laquelle une base de données SIG à jour est dispensable pour une meilleure communication sur le chantier, une amélioration dans la gestion et une meilleure prise de décision est alors vérifiée.

La base de données mise en place dans cette recherche n'a pas pris en compte tous les aspects d'un réseau AEP de façon générale. Compte tenu des spécifications du réseau, les données sur les stations (traitement et pompage), les ouvrages et les équipements n'ont pas été abordés ici. De plus cette base de données est spécifique au suivi des chantiers en phase d'exécution. Raisons pour lesquelles, dans les études futures et en fonction du type de réseau, il est possible de :

- renforcer la base de données en intégrant les informations sur les stations (traitement et pompage), les ouvrages et les équipements ;
- créer une base de données pour le service clientèle et développement d'un géocodage, pour faciliter les interventions sur le réseau.

CONCLUSION

L'étude sur Système d'Information Géographique (SIG) pour le suivi et la gestion des stocks du réseau d'Alimentation d'Eau Potable en phase d'exécution dans la commune d'Abomey-Calavi : Cas de Togba-Est » est faite à partir des données collectées et traitées. Elle a été réalisée à travers la description des différentes étapes de réalisation des travaux du réseau d'AEP, l'évaluation de l'apport des SIG dans l'avancement des travaux et du suivi des stocks des pièces hydrauliques pour la réalisation du réseau AEP en second lieu et pour finir l'implémentation d'une base de données SIG pour le suivi de l'avancement et la gestion des stocks dans la réalisation du réseau d'AEP. La base de données SIG a été réalisée à travers SpatiaLite et la cartographie via le logiciel QGIS. Les étapes de réalisation des travaux du réseau d'AEP passe par plusieurs phases d'exécution que sont : l'élaboration du dossier d'exécution et l'exécution des travaux. L'élaboration du dossier d'exécution regroupe la validation des tronçons, les levés topographiques des tronçons, les études hydrauliques et les études génie-civil. Quant à l'exécution des travaux on retrouve l'implantation du réseau, la fouille en tranchée l'assemblage des tuyaux, la pose des tuyaux, le raccordement des nœuds, l'essai de pression, le lavage du réseau et la désinfection. Les SIG ont permis de suivre les travaux et de collecter les données pendant les douze semaines d'exécution. Ainsi de façon hebdomadaire on peut retenir qu'au démarrage des travaux (1^{ère} semaine), seuls les tronçons sont en étude et en implantation. Lors de la deuxième semaine, les poses et les raccordements ont débutés ce qui a permis de faire le point les pièces hydrauliques utilisées. Pendant la troisième semaine, les essais de pression ont également démarré suivis des autres activités déjà en cours. Les quatrième et cinquième semaine ont vu les lavages et les désinfections effectués. L'ensemble de ces opérations a été suivies et cartographié rigoureusement. Ce qui a permis à la fin des travaux de savoir que 74098,24 m de conduite (PVC et PEHD) ont été posés, lavés et désinfectés avec un total de 550 nœuds raccordé et réceptionné. 2132 pièces réparties sur neuf catégories de pièces ont été utilisées. Il s'agit d'adaptateur de bride, bride, collet, cône, coude, joint, plaque pleine, té et vanne.

Les SIG ont permis également de manipuler et d'exécuter les tâches capitales dans la gestion du réseau. Ainsi le gestionnaire du réseau dispose des informations solides et concrètes pour toute planification et prise de décision. Il constitue dès lors de supports informationnels pour la gestion du réseau d'Alimentation d'Eau Potable et donc ainsi un outil efficace dans la prévention de même qu'en cas d'intervention sur le réseau.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abdelbaki C. (2001). Contribution à la gestion d'un réseau d'alimentation en eau potable à l'aide d'un système d'information géographique : application à la ville de Birtouta, Mémoire de master, ENSH Blida, 100 p.

Abdelbaki A., 2012 : Utilisation des SIG et télédétection dans l'étude de la dynamique du couvert végétal dans le sous-bassin versant d'Oued Bouguedfine (wilaya de chlef). Mémoire de DESS Rectas/ILE-IFE. 110 p.

Abdoulaye A. R. (2017). Utilisation des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) pour une gestion optimale des ressources en eau en Afrique occidentale : Cas de la commune de Nikki en République du Bénin. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 19 (3): 526 -541541541. <http://www.ijias.issrjournals.org>.

Atkinson R. M., Morley M. S., Walters G. A., D. Savic (1997), GANET: The Integration of GIS, Network Analysis and Genetic Algorithm Optimization Software for Water Network Analysis, University of Exeter, School of Engineering, Exeter, UK (<http://www.ex.ac.uk/optimalsolutions>)

Azandegbe E. (2013). Intégration du Système d'Information Géographique dans l'organisation foncière de la commune de Djakotomey, master en science de géo-information, 94 p.

Azehoun G. et Adedjouma S., 2013 : Contribution d'un système d'Information Géographique (SIG) à une meilleure gestion des investissements publics au Bénin, "International Conference on ICT for Africa, Harare, Zimbabwe", 12 p.

Berrézel Y. et Benabdelkrim M. A. A. (2017). Apport des SIG et de la modélisation hydraulique dans la gestion d'un réseau d'AEP - Cas du Groupement urbain de Tlemcen (GUT), Mémoire de Master, 124 p.

Blindu I. (2004). Outil d'aide au diagnostic du réseau d'eau potable pour la ville de Chisinau par analyse spatiale et temporelle des dysfonctionnements hydrauliques. Thèse de doctorat, Ecole nationale supérieure des mines de Saint-Etienne, France, 304 p.

BURGEAP (200). Adduction d'eau Potable, 45 p.

Chafaï T. (2012). Approche méthodologique pour le diagnostic des réseaux d'eau, Université Hadj Lakhdar de Batna, 95 p.

Choux B. (1990). Modélisation des réseaux d'eau potable, compatibilité avec la cartographie informatisée, L'eau – L'industrie – Les nuisances N°141, pp. 48 – 50.

Claudio K. (2014). Maîtrise des pertes sur les réseaux d'eau potable : Mise en place d'un modèle de fuites multi-états en secteur hydraulique instrumenté. Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux, 134 p.

De Coninck L. (2011). La gestion de chantier. Nathan, Paris, 63 p

Dimitri S., Bakary D. (2007). L'utilisation des systèmes d'information géographiques dans les Instituts/Bureaux nationaux de statistique africains, *African Statistical Journal* Vol 5, pp.161-181

Donnadieu G., Durand D., Neel D., Nunez E., Saint-Paul L. (2003). L'Approche systémique : de quoi s'agit-il ? Synthèse des travaux du Groupe AFSCET, " Diffusion de la pensée systémique", septembre 2003, 11 p.

Emsellem, Y., M. Detay, S. Gaujon, A. Benamour, 2015, L'hydraulique villageoise en Afrique subsaharienne-1968-1990-, Schematic limited, Hong Kong, 153 p.

Eténé C. G. (2017). Erosion ravinante dans l'Arrondissement de Togba au Bénin. Climat et Développement, Laboratoire Pierre PAGNEY : Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement (LACEEDE), de l'Université d'Abomey-Calavi (Bénin). ISSN : 1840-5452, ISBN-10 : 99919-58-64-9. pp. 41 à 56.

Gay M. (2012). Intégration des systèmes d'information géographique et de la télédétection dans l'étude de la dynamique urbaine de Touba au Sénégal. Mémoire du DESS, RECTAS, Ile-Ife, Nigeria, 66 p.

Heinry J. (2012). Comment optimiser l'organisation et le suivi de chantier dans une entreprise ayant un rayon d'action étendu. Sciences agricoles, ffdumas-00746006ff, 56 p.

Houeze C. R. (2017). Application des SIG pour le suivi et la planification des points d'eau potable dans le Sud-Ouest du Bénin. Rapport final du projet d'application du stage en Système d'Information Géographique, Université Libre de Bruxelles, Belgique, 44 p.

Hwang H. H. M., Lin H. et Shinozuka M. (1998). Seismic performance assessment of water distribution systems. *Journal of Infrastructure Systems*, 4(3), 118–125. doi:10.1061/(ASCE)1076-0342(1998)4:3(118).

IAAT (2003). Cahier méthodologique sur la mise en œuvre d'un SIG, 34 p.

Ibrahim D. A. (2018). Gestion des ouvrages d'hydraulique rurales dans la Commune de Guidan-roumji au Niger, région de Maradi. Rapport final du projet d'application du stage en Système d'Information Géographique, Université Libre de Bruxelles, Belgique, 28 p.

Idani B. D. (2010). SIG et gestion des déchets à Ouagadougou : cas du secteur 30 de l'arrondissement de Bogodogo. 77 p.

Jib S. (2018). Etapes de construction et de mise en service de réseaux d'eau potable de la région Sud- Ouest de Madagascar, 104 p.

Kébé M., 2014 Mise en place d'un Système d'Informations Foncières dans la Commune urbaine de Kati au Mali, mémoire de Master en science de la géo-information, RECTAS, 132 p.

Kèkè E., 2002 : L'érosion pluviale en milieu urbain : Cas de la commune d'Abomey-Calavi. Aspects, Impacts et moyens de lutte. Mémoire de maîtrise de géographie/FLASH-UNB, 83 p.

Kulkarni A. T., Mohanty J., Eldho T. I., Rao E. P., Mohan B. K. (2014). A web GIS based integrated flood assessment modeling tool for coastal urban watersheds, *Computers & Geosciences* 64 (2014) pp. 7–14

Larvet P. (1994). Analyse des systèmes : de l'approche fonctionnelle à l'approche objet. Paris : Inter Editions, 320 p.

Laurini R. (1993). Les bases de données en Géomatique, Edition Hermes, 339 p.

Le Moigne J.-L. (1977). Théorie du Système Général, Théorie de la Modélisation, Presses Universitaires de France, Paris., 310 p.

Le Moigne, J.-L. (1990). Systémique de la complexité. *Revue internationale de systémique*, 2(90), 2-21.

Le Tourneau, C. « Un système d'information géographique ». *Bulletin des bibliothèques de France (BBF)*, 2000, n° 6, p. 77-81. Disponible en ligne : <<http://bbf.enssib.fr/consulter/bbf-2000-06-0077-003>>. ISSN 1292-8399.

Michozounnou M. M. P, Nassi K. M., Koumassi D. H., Agbossou K. E. (2015). Offre du service public d'eau potable à l'épreuve de la poussée démographique dans la Commune d'Adjohoun au Bénin. *Afrique Science*, 11(4) : 127394922.

Mur S. (2021). Les 5 étapes pour un suivi de chantier en béton. 15 p.

Nguyen V. B. (2014). Conception d'un SIG pour l'appui à la gestion intégrée des ressources en eau à l'échelle du bassin hydrologique. Thèse de doctorat en Hydrologie, hydrochimie, sol, environnement, Université Toulouse III Paul Sabatier, 256p.

OMS (Organisation Mondiale de la Santé) (2004). Liens entre l'eau, l'assainissement, l'hygiène et la santé, 151 p.

OSS (Observatoire du Sahara et du Sahel), (2003). Système aquifère du Sahara septentrional : Base de données et SIG, 170 p.

Pouliot J. (1999). Définition d'un cadre géosémantique pour le couplage des modèles prévisionnels de comportement et des SIG - Application pour les écosystèmes forestiers" Thèse de Doctorat, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse, 171 p.

Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RHPH) (2013). Que retenir des effectifs de population en 2013 ? 33 p.

Righi M. et Ben Ahmed B. (2021). Méthodes de contrôle et suivi des chantiers, Mémoire de Master, 77 p.

SECMO et l'EGIS, 2016. Projet Pilote de gestion du service public de l'eau en milieu rural sur l'île de grande colore (GECEAU), 35p.

Sitzenfrei R., Möderl M., Rauch W. (2013). Automatic generation of water distribution systems based on GIS data, Environmental Modelling & Software 47 (2013) pp. 138-147.

Touré I. (2015). Mise en place d'un Systèmes d'Information Géographique (SIG) et Cartographie pour le suivi des ressources pastorales, Rapport, 28 p.

Udovyk O., 2006, GIS for intergrated water resources management. In: Hlavinek P, Kukharchyk T, Marsalek J, Mahrikova (eds) Integrated Urban Water Resources Management, Springer, The Netherlands, pp. 35-42

LISTE DES CAPTURES D'ECRAN

Capture d'écran 1 : Modèle du réseau d'AEP de Togba-Est et les nomenclatures de l'Etat de pose des nœuds et conduites dans l'interface de QField.....	37
Capture d'écran 2 : Page d'information à collecter de la couche nœud.....	38
Capture d'écran 3 : Interface de la page d'ajout ou de modification de conduite.....	39
Capture d'écran 4 : Outil SpatiaLite dans l'interface de QGIS 3.20.....	46
Capture d'écran 5 : Créer une base de données	47
Capture d'écran 6 : Importation réussie de la couche conduite du réseau AEP de Togba-Est	48
Capture d'écran 7 : Post-traitement des deux bornes de base dans Leica Infinity.....	50
Capture d'écran 8 : Capture d'écran d'une partie du fond de plan issu des levés des tronçon	51
Capture d'écran 9 : Une partie de la vue en plan du réseau	53
Capture d'écran 10 : Présentation d'une partie de la vue en plan-profil du réseau.....	54
Capture d'écran 11 : Vue en plan du réseau -modélisation EPANET	56

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Ensemble de deux tuyaux PVC	62
Photo 2 : Raccordement d'un nœud avec un Té sur du PEHD	63
Photo 3 : Vanne	99
Photo 4 : Cône	101
Photo 5 : Plaque pleine.....	103
Photo 6 : Coude à deux brides.....	111
Photo 7 : Coude à deux emboitements	113

LISTE DES PLANCHES

Planche 1 : Ordinateur HP ZBOOK (a), Smartphone Blackview 8800 (b) et un récepteur GNSS Catalyst Trimble DA2 (c)	34
Planche 2 : Levé des tronçons du projet.....	51
Planche 3 : Ensemble du PEHD par soudage.....	61
Planche 4 : Pose de la conduite PEHD.....	63
Planche 5 : Té à trois brides et Té à deux emboitements	107

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Documentation et types d'informations recueillies	31
Tableau II : Informations collectées au niveau de chaque couche	35
Tableau III : Dictionnaire des données	43
Tableau IV : Récapitulatif des dimensions des tranchées	59
Tableau V : Récapitulatif des dimensions des tranchées	60

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Structure d'un Système d'Information Géographique.....	16
Figure 2 : Etapes du suivi de chantier	17
Figure 3 : Réseau d'Alimentation en Eau Potable Calavi Phase III	19
Figure 4 : Organisation Structurale d'un Système d'AEP	21
Figure 5 : Localisation géographique de Togba-Est	23
Figure 6 : Diagramme climatique de Cotonou (1983-2020).....	24
Figure 7 : Relief de Togba-Est	26
Figure 8 : Pédologie de Togba-Est	28
Figure 9 : Evolution de la population de l'arrondissement de Togba	29
Figure 10 : Démarche du traitement des informations pour le processus de réalisation du réseau d'AEP	33
Figure 11 : Niveaux d'organisation des modèles	41
Figure 12 : Modèle Conceptuel de Données	42
Figure 13 : Modèle logique des données.....	45
Figure 14 : Modèle physique de données.....	46
Figure 15 : Schéma et nomenclature du nœud 88	55
Figure 16 : Exemple de plan d'exécution de regards de ventouse (Plan de coffrage)	57
Figure 17 : Exemple de plan d'exécution de regards de ventouse (Plan de ferrailage).....	58
Figure 18 : Tranchée type de la conduite	60
Figure 19 : Cycle de soudure standard	61
Figure 20 : Etat d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la première semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.....	65
Figure 21 : Etat des conduites, des nœuds et nombre de pièces hydrauliques utilisés lors de la semaine 1 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est	66
Figure 22 : Etat d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la deuxième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.....	67
Figure 23 : Etat des conduites, des nœuds et nombre de pièces hydrauliques utilisées lors de la semaine 2 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est	68
Figure 24 : Etat d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la troisième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est	69
Figure 25 : Etat des conduites, des nœuds et nombre de pièces hydrauliques utilisées lors de la semaine 3 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est	70
Figure 26 : Etat d'avancement des travaux et des stock des pièces hydrauliques de la quatrième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est	72

Figure 27 : Etat des conduites, des nœuds et nombre de pièces hydrauliques utilisées lors de la semaine 4 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est	73
Figure 28 : Etat d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la cinquième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est	75
Figure 29 : Etat des conduites, des nœuds et nombre de pièces hydrauliques utilisées lors de la semaine 5 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est	76
Figure 30 : Etat d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la sixième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.....	78
Figure 31 : Etat des conduites, des nœuds et nombre de pièces hydrauliques utilisées lors de la semaine 6 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est	79
Figure 32 : Etat d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la septième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.....	81
Figure 33 : Etat des conduites, des nœuds et nombre de pièces hydrauliques utilisées lors de la semaine 7 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est	82
Figure 34 : Etat d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la huitième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est	84
Figure 35 : Etat des conduites, des nœuds et nombre de pièces hydrauliques utilisées lors de la semaine 8 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est	85
Figure 36 : Etat d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la neuvième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.....	87
Figure 37 : Etat des conduites, des nœuds et nombre de pièces hydrauliques utilisées lors de la semaine 9 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est	88
Figure 38 : Etat d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la dixième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est	90
Figure 39 : Etat des conduites, des nœuds et nombre de pièces hydrauliques utilisées lors de la semaine 10 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est	91
Figure 40 : Etat d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la onzième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.....	92
Figure 41: Etat des conduites, des nœuds et nombre de pièces hydrauliques utilisées lors de la semaine 11 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est	93
Figure 42 : Etat d'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la douzième semaine de réalisation du réseau AEP de Togba-Est.....	94
Figure 42 : Etat des conduites, des nœuds et nombre de pièces hydrauliques utilisées lors de la semaine 12 de réalisation du réseau AEP de Togba-Est	95
Figure 43 : Types de conduite utilisée dans la réalisation du réseau AEP de Togba-Est	96

Figure 44 : Répartition des vannes dans le réseau AEP de Togba-Est	98
Figure 45 : Répartition des cônes dans le réseau AEP de Togba-Est	100
Figure 46 : Répartition des plaques pleines dans le réseau AEP de Togba-Est.....	102
Figure 47 : Répartition des Té dans le réseau AEP de Togba-Est	104
Figure 48 : Répartition des types de Té dans le réseau AEP de Togba-Est.....	106
Figure 49 : Répartition des coudes dans le réseau AEP de Togba-Est	108
Figure 50 : Répartition des coudes à deux brides dans le réseau AEP de Togba-Est	110
Figure 51 : Répartition des coudes à deux emboitements dans le réseau AEP de Togba-Est	112

TABLE DES MATIERES

SIGLES ET ACRONYMES	3
DEDICACE.....	4
REMERCIEMENTS	5
RESUME.....	6
ABSTRACT	7
INTRODUCTION.....	8
CHAPITRE I : CADRE THEORIQUE DE L'ETUDE	10
1.1. Problématique.....	10
1.2. Objectifs de la recherche	12
1.2.1. Objectif global	12
1.2.2. Objectifs spécifiques.....	12
1.3. Hypothèses de recherche	12
1.4. Clarification des concepts.....	13
CHAPITRE II : CADRE GEOGRAPHIQUE DU MILIEU D'ETUDE.....	18
2.4. Description du milieu biophysique.....	24
2.4.1. Climat.....	24
2.4.2. Relief.....	25
2.4.3. Pédologie.....	27
2.4.4. Réseau hydrographique.....	29
2.4.5. Végétation	29
2.5. Démographie et aspect socioéconomique.....	29
2.5.1. Démographie.....	29
2.5.2. Aspects socioéconomiques	30
CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES	31
3.1. Recherche documentaire.....	31
3.2. Matériel et méthodes relatifs à la description des différentes étapes de réalisation des travaux du réseau d'AEP	32
3.2.1. Matériel ou outils de collecte.....	32
3.2.2. Méthodes de collecte de données.....	32

3.2.3. Méthodes de traitement des données	33
3.3. Matériel et méthodes relatifs à l'évaluation de l'apport des SIG dans les travaux de réalisation du réseau de l'AEP Togba-Est.....	33
3.3.1. Données de base utilisées.....	33
3.3.2. Matériel de collecte et de traitement de données	34
3.3.3. Méthodes de traitement des données	40
3.4. Matériel et méthodes relatifs à l'implémentation d'une base de données SIG pour le suivi de l'avancement et la gestion des stocks dans la réalisation du réseau d'AEP de Togba-Est.....	40
3.4.1 Données utilisées	40
3.4.2 Matériel de traitement des données.....	40
3.4.3. Conception de la base de données	41
3.4.3.1 Modèle Conceptuel des Données (MCD)	41
3.4.3.2 Modèle Logique des Données (MLD)	44
3.4.3.3 Modèle Physique des Données (MPD)	45
3.4.5. Implémentation de la base de données SpatiaLite avec QGIS 3.20	46
CHAPITRE IV : RESULTATS	49
4.1 Description des différentes étapes de réalisation des travaux du réseau d'AEP d'Abomey-Calavi phase 3	49
4.1.1. Elaboration du dossier d'exécution.....	49
4.1.2. Exécution des travaux	58
4.1.2.1. Implantation du réseau	58
4.1.2.2. Fouille en tranchée pour canalisation.....	58
4.1.2.3. Profondeur et largeur des fouilles	59
4.1.2.4. Assemblage du tuyau	61
4.1.2.5. Pose des tuyaux	62
4.1.2.6. Raccordement des nœuds	63
4.1.2.7. Essai de pression	63
4.1.2.8. Lavage et désinfection.....	64

4.2. Evaluation de l'apport des SIG dans l'avancement des travaux et du suivi des stocks des pièces hydrauliques pour la réalisation du réseau AEP de Togba-Est	64
4.2.1. Suivi de l'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la semaine 1 du 29 janvier 2024 au 03 février 2024	64
4.2.2. Suivi de l'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la semaine 2 du 05 février 2024 au 10 février 2024	66
4.2.3. Suivi de l'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la semaine 3 du 12 février 2024 au 17 février 2024	68
4.2.4. Suivi de l'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la semaine 4 du 19 février 2024 au 24 février 2024	71
4.2.5. Suivi de l'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la semaine 5 du 26 février 2024 au 02 mars 2024	74
4.2.6. Suivi de l'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la semaine 6 du 04 mars 2024 au 09 mars 2024	77
4.2.7. Suivi de l'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la semaine 7 du 11 mars 2024 au 16 mars 2024	80
4.2.8. Suivi de l'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la semaine 8 du 18 mars 2024 au 23 mars 2024	83
4.2.9. Suivi de l'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la semaine 9 du 25 mars 2024 au 30 mars 2024	86
4.2.10. Suivi de l'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la semaine 10 du 01 avril 2024 au 06 avril 2024	89
4.2.11. Suivi de l'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la semaine 11 du 08 avril 2024 au 13 avril 2024	91
4.2.12. Suivi de l'avancement des travaux et des stocks des pièces hydrauliques de la semaine 12 du 15 avril 2024 au 20 avril 2024	93
4.3. Implémentation d'une base donnée SIG pour une gestion efficiente des stocks dans la réalisation des travaux du réseau AEP de Togba-Est.....	95
4.3.1. Typologie des conduites	95
4.3.2. Répartition des vannes dans le réseau AEP de Togba-Est.....	97
4.3.3. Répartition des cônes dans le réseau AEP de Togba-Est.....	99

4.3.4. Répartition des plaques pleines dans le réseau AEP de Togba-Est	101
4.3.5. Répartition des Té dans le réseau AEP de Togba-Est.....	103
4.3.6. Répartition des types de Té dans le réseau AEP de Togba-Est	105
4.3.7. Répartition des coudes dans le réseau AEP de Togba-Est.....	107
4.3.7.1. Répartition des coudes à 2 brides dans le réseau AEP de Togba-Est	109
4.3.7.2. Répartition des coudes à 2 emboitements dans le réseau AEP de Togba-Est	111
CHAPITRE V : DISCUSSION.....	114
5.1. Description des différentes étapes de réalisation des travaux d'un réseau d'AEP	114
5.2. Evaluation de l'apport des SIG dans le suivi de l'avancement des travaux pour la réalisation d'un réseau d'AEP	115
5.3. Implémentation d'une base de données SIG pour une gestion efficiente des stocks dans la réalisation des travaux d'un réseau d'AEP	117
CONCLUSION	119
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	120
LISTE DES CAPTURES D'ECRAN	124
LISTE DES PHOTOS	124
LISTE DES PLANCHES.....	124
LISTE DES TABLEAUX.....	124
LISTE DES FIGURES.....	125
TABLE DES MATIERES	128