

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Contribution a la conception d'un SIG dynamique.

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 6-0028-18

APA Citation (APA توثيق):

Kechnit, Djamel (2018). Contribution a la conception d'un SIG dynamique[Thèse de master, ENSH].

The digital repository of the Higher National School for Hydraulics "Digital Repository of ENSH" is a platform for valuing the scientific production of the school's teachers and researchers.

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...) and broadcasting it online.

Digital Repository of ENSH is built on the open DSpace software platform and is managed by the Library of the National Higher School for Hydraulics. <http://dspace.ensh.dz/jspui/>

المستودع الرقمي للمدرسة الوطنية العليا للري هو منصة خاصة بتقييم الإنتاج العلمي لأساتذة و باحثي المدرسة.

يهدف المستودع الرقمي للمدرسة إلى حصر الإنتاج العلمي سواء كان منشورا أو غير منشور (أطروحات، مطبوعات بيداغوجية، مقالات الدوريات، كتب...) و بنه على الخط.

المستودع الرقمي للمدرسة مبني على المنصة المفتوحة DSpace و يتم إدارته من طرف مديرية المكتبة للمدرسة العليا للري.

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE URBAINE

MEMOIRE DE MASTER

Pour l'obtention du diplôme de Master en Hydraulique

Option : ALIMENTATION EN EAU POTABLE

THEME :

**CONTRIBUTION A LA CONCEPTION D'UN SIG
DYNAMIQUE (CAS DE LA VILLE DE KOLEA.W.TIPAZA)**

Présenté Par :

M^r KECHNIT Djamel

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
M ^r SALAH Boualem	Professeur	Président
M ^{me} MOKRANE Wahiba	M.A.A	Examineur
M ^r HACHEMI Abdelkader	M.C.B	Examineur
M ^r BOUFEKANE Abdelmadjid	M.A.A	Examineur
M ^r AMMARI Abd elhadi	M.C.B	Promoteur

Session 2017– 2018 H.U

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE -ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE URBAINE

MEMOIRE DE MASTER

Pour l'obtention du diplôme de Master en Hydraulique

Option : ALIMENTATION EN EAU POTABLE

THEME :

**CONTRIBUTION A LA CONCEPTION D'UN SIG
DYNAMIQUE (CAS DE LA VILLE DE KOLEA.W.TIPAZA)**

Présenté Par :

M^r KECHNIT Djamel

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
M ^r SALAH Boualem	Professeur	Président
M ^{me} MOKRANE Wahiba	M.A.A	Examineur
M ^r HACHEMI Abdelkader	M.C.B	Examineur
M ^r BOUFEKANE Abdelmadjid	M.A.A	Examineur
M ^r AMMARI Abd elhadi	M.C.B	Promoteur

Session 2017- 2018 H.U

Remerciement

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma reconnaissance.

*Je voudrais tout d'abord adresser toute ma gratitude à mon promoteur, monsieur **AMMARI Abdelhadi**, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion que ce soit dans le PFE ou bien dans la thèse de master.*

*De même je tiens à remercier Mr **SALAH Boualem** d'avoir présidé ma soutenance ainsi que tous les membres de jury*

Enfin, un vif remerciement pour toutes les personnes ayant aidées de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire et dont le nom n'a pas été cité, qu'ils ne nous en tiennent pas rigueur.

ملخص

يندرج هذا العمل حول إشكالية تصميم نظم المعلومات الجغرافية لإدارة شبكات توزيع المياه الصالحة للشرب. والهدف هو خلق نظام ديناميكي جغرافي الذي يمكننا من خلاله توقع مقاربة الخصائص كسرعة التدفق والضغط. وعليه، تم اختيار مدينة القليعة بولاية تيبازة كنطاق لهذه الدراسة. وتستند المنهجية المستخدمة في تطوير هذه المنصة إلى محورين رئيسيين: (1) هيكل قاعدة بيانات نظم المعلومات الجغرافية الذي يتيح لنا الانتقال إلى نماذج المحاكاة (2) معايرة النموذج وتخزين نتائج المحاكاة في قاعدة البيانات.

إن اقتران وظائف نظم المعلومات الجغرافية مع أنظمة المحاكاة الهيدروليكية يسمح لنا بتصميم نموذج هيدروليكي مشابه للتغيرات الحادثة على مستوى شبكات توزيع المياه والذي يمكن اعتباره أداة تساعد على صنع القرار في إدارة أو التدخل في حالة وجود مشاكل تقنية في تلك الشبكة.

كلمات مفاتيحية: نظام المعلومات الجغرافية - نظام ديناميكي - شبكات توزيع مياه

Résumé :

Ce travail s'inscrit dans la problématique de la conception d'une base de données SIG destiné à la gestion des réseaux de distribution d'eau potable, l'objectif c'est de créer un modèle dynamique pour lequel on peut lancer des simulations hydrauliques. A cet égard la ville de Koléa wilaya de Tipaza été retenue comme champs d'application de cette étude. La méthodologie suivie pour l'élaboration de cette plateforme est basée sur deux axes majeurs : (i) la conception d'un modèle hydraulique dans une plateforme SIG (ii) calibration du modèle et l'intégration des paramètres hydrauliques. En effet le couplage des fonctionnalités SIG avec les simulations hydrauliques nous permettons de faire le développement d'un modèle dynamique qui peut être considéré comme un outil qui aide à la prise de décision dans le cadre de la gestion des réseaux de distributions d'eaux potable.

Mots clé : Modèle dynamique, SIG – simulation hydraulique – base de données – calibration

Abstract:

This work is a part of water supply management using GIS tools combining with hydraulic calculation models. The objective is to create a dynamic GIS by which we can launch hydraulic simulations. In this context, the town of Koléa was chosen as the scope of this study. The methodology used is based on two major axes: (I) establish a hydraulic model in geodatabase, which allows the transition to the simulation models (ii) calibration and integration of hydraulics parameters in the geometric network. The coupling of GIS functionality with hydraulic simulations helps us to develop a hydraulic model that can provide a decision-making tool in water supply management.

Keywords: GIS - hydraulic simulations - hydraulic model- calibration – geometric network

Table des matières

Introduction général	3
CHAPITRE 1 : Généralité sur les Systèmes d'informations géographiques	4
Introduction :	5
1.1 Présentation d'un Système d'information géographique :	5
1.1.1 Définition :	5
1.1.2 Les données d'un SIG :	7
1.1.3 Les données Géographiques et les systèmes de projection :	8
1.2 La mise en place d'un système d'information géographique :	9
1.3 Structure de l'outil informatique (cas d'Arc-gis) :	10
1.3.1 Arc Catalog :	10
1.3.2 Arc Map :	10
1.3.3 Arc Globe :	11
1.3.4 Arc Scène :	11
1.4 Application des SIG dans la gestion des réseaux d'eau potable :	12
Conclusion :	13
CHAPITRE 2 : Notions général sur les bases de données SIG	14
Introduction :	15
2.1 Notion d'une base de données SIG :	15
2.1.1 Définition d'une géodatabase :	15
2.1.2 Les différents types des géodatabase	15
2.1.3 Eléments de la Géodatabase :	16
2.2 Démarche de création d'une base de données SIG (Cas d'un réseau d'AEP)	17
2.2.1 Etape de collecte de données :	17
2.2.2 Elaboration d'un modèle conceptuel des données (MCD) :	17
2.2.3 Modèle physique des données (MPD) et les contraintes d'intégrité (CI) :	19
2.2.3 Intégration et validation de la base de données SIG :	20
Conclusion :	22
CHAPITRE 3 : Conception d'un modèle hydraulique dans une plateforme SIG	23
Introduction :	24
3.1 Présentation de la zone d'étude :	24
3.1.1 Choix de la zone d'étude :	24
3.1.2 Situation hydraulique de la commune de Koléa :	25
3.2 Données structurel du modèle de Koléa :	27

3.3 Avantages du jumelage des SIG aux modèles hydrauliques :.....	28
3.4 Conception du réseau géométrique de Koléa :.....	30
3.4.1 Généralité sur les réseaux géométriques :.....	30
3.4.2 Modélisation d'un réseau géométrique d'AEP dans une géodatabase :.....	30
3.4.3 Exemple d'application d'un réseau géométrique :.....	36
Conclusion :.....	39
CHAPITRE 4: Intégration des paramètres hydrauliques	40
Introduction :.....	41
4.1 Calage du modèle avant l'intégration des données sur le SIG :.....	41
4.1.1 Choix du site pour les mesures :.....	41
4.1.2 Description du secteur du Réservoir Mouaz (30000+5000) m ³ :.....	42
4.1.3 Résultats de la campagne de mesure :.....	43
4.1.4 Interprétation des résultats de la campagne de mesure :.....	44
4.2 Intégration des paramètres hydraulique (débit-pression) :.....	45
4.2.1 Définition d'une jointure dans le SIG :.....	45
Conclusion :.....	50
Conclusion général :.....	51
Conclusion général.....	Erreur ! Signet non défini.

Listes des figures

CHAPITRE 1:

Figure 1: STRUCTURE D'UN SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE.....	6
Figure 2: EXEMPLES SUR LES TYPE DE DONNEES SOUS ARC-GIS	7
Figure 3: CAPTURE D'ECRAN : TABLE ATTRIBUTAIRE SOUS ARC-GIS	7
Figure 4: EXEMPLE D'UNE PHOTO AERIENNE ET UNE IMAGE SATELLITAIRE	8
Figure 5: CORDONNEES GEOGRAPHIQUE	9
Figure 6: LES ELEMENTS PRINCIPAUX DANS UNE FENETRE ARC MAP	11

CHAPITRE 2:

FIGURE8: LES DIFFERENTES TYPE DES GEODATABASES (SUPPORT ARC GIS)	16
FIGURE9: LES ELEMENETS PRINCIPAUX D'UNE GEODATABASES	16
FIGURE 10: EXTRAIT D'UN MODEL CONCEPTUEL DES DONNES	18
Figure 11: Organigramme de création d'une base de données SIG	21

CHAPITRE 3:

FIGURE 13: SCHEMA VERTICAL DE LA COMMUNE DE KOLEA	26
FIGURE 14: SIMULATION A L'HEUR DE POINT - COMMUNE DE KOLEA-	28
FIGURE 15: L'APPLICATION SEPARÉ SIG ET LES MODELES HYDRAULIQUES	29
FIGURE 16: APPLICATION PRATIQUE DES SIG AVEC LES MODELES HYDRAULIQUES.....	29
FIGURE 17: EXEMPLE D'UN RÉSEAU GÉOMÉTRIQUE D'UNE CONDUITE D'AEP	31
Figure 18: étape de création d'un réseau géométrique -Koléa-	32
FIGURE 19: CAPTURE D'ECRAN : TABLE ATTRIBUTAIRE DES NŒUDS	33
FIGURE 20: CAPTURE D'ECRAN : TABLE ATTRIBUTAIRE DES CONDUITES.....	33
FIGURE 21: RESEAU GEOMETRIQUE DE LA COMMUNE DE KOLEA AVEC NŒUDS DE LA DEMANDE EN EAU.....	34
FIGURE 22: RESEAU GEOMETRIQUE DE LA COMMUNE DE KOLEA	35
FIGURE 23: TOUTES LES ELEMENTS SONT CONNECTE PAR RAPPORT AUX RESERVOIRS.....	36
FIGURE 25: RECHERCHE LE CHEMIN LE PLUS COURS ENTRE LES RESERVOIRS.....	37
FIGURE 26: DETERMINER LES ZONES DECONNECTE DU RESEAU EN CAS DES TRAVAUX	38
FIGURE 27: PARCOURS EN AVAL PAR RAPPORT A UN RESERVOIR	38

CHAPITRE 4:

Figure 28: Carte des zones selon la fréquence de desserte en eau de la commune de Koléa..	42
Figure 29: résultat de mesures du débit sortie de l'étage de mouaz.....	43
Figure 30: profile des pressions dans les points de mesures	43
Figure 31: Comparaison des profils de pression dans le point de mesure PM1	44
Figure 32: Comparaison des profils de pression dans le points de mesure PM2	44
Figure 33: Comparaison des profils de pression dans le points de mesure PM5	44
Figure 34: exemple d'une jointure (avec toutes les enregistrement sont conservé)	45

Figure 35: jointure de deux tables (conservation unique)	46
Figure 36: Champ de la jointure entre la table du modèle et le réseau géométrique	46
Figure 37: champ de la jointure des débits dans les conduites	47
Figure 39: Variation de pression dans la commune de kola a l'heur de point	49

Liste des tableaux

TABLEAU 1: LISTES DES RESERVOIRS DE LA COMMUNE DE KOLEA	25
TABLEAU 2: DONNEES STRUCTUREL DU MODELE	27
TABLEEAU 3: TACHES EFFECTUER PAR LES RESEAUX GEOMETRIQUE.....	30

Liste des annexes

Annexe 1 : les étages de distribution de la commune de Koléa.....	56
Annexe 2 : plans du réseau géométrique de la commune de Koléa.....	57

Introduction général

Au cours de cette dernière décennie et sous l'effet d'une urbanisation toujours croissante, les réseaux de distribution en eau potable en Algérie ont connu des extensions importantes, à cette effet la gestion et l'entretien de ces derniers est devenue une mission difficile pour les exploitants vu la complexité des réseaux et l'absence des moyennes de gestion.

Conscientes de cet état de fait, des études de modélisation et de cartographie ont été lancées par l'exploitant dans l'objectif de comprendre le fonctionnement hydraulique et répondre aux besoins des abonnés on élaborant des programmes des travaux pour améliorer le rendement des réseaux et protéger la ressources en eau.

Actuellement tous les programmes des travaux sont déduits par rapport au comportement hydraulique des modèles. Les bases de données SIG sont considérées comme une banque de données pour ces modèles, la fiabilité de l'information fournie par les systèmes d'informations géographiques est très importante pour que les résultats de simulation soient représentatifs et efficaces, en plus une comparaison des résultats de modélisation par rapport aux mesures réelles est nécessaire pour caler le modèle par rapport à la réalité.

L'objectif de cette étude c'est de modéliser les réseaux de distribution dans une plateforme dynamique SIG, cette modélisation nous permettra d'établir le lien facilement vers les modèles de simulation pour des différents scénarios d'étude, de même d'intégrer dans le sens inverse les résultats de simulation vers la base de données SIG, la représentation des résultats de simulations dans une interface SIG, nous permet de faire des analyses rapides et instantanées vu le développement rapide des systèmes d'information géographique.

La ville de Koléa est prise comme un champ d'application, elle représente un cas idéal pour cette étude. Bien que les réseaux dans le SIG sont mis à jour et la disponibilité des données de modélisation. La méthodologie adoptée permet de traiter différents phénomènes mis en jeu. (i) modélisation d'un réseau géométrique dans une base de données SIG, (ii) l'intégration des résultats après la simulation.

Toutefois, la question qui se pose est : À quoi sert un réseau géométrique ? C'est quoi une base de données SIG ? Quel est la structure adoptée dans le SIG pour établir le lien vers le modèle de simulation ? Est-ce que c'est possible d'intégrer des données mises à jour faites dans le modèle vers le réseau géométrique ? Afin de pouvoir mener ce travail et poser des prémices d'une méthodologie à suivre, cette étude est structurée comme suit :

Des généralités sur les systèmes d'information géographique afin de mettre en place le contexte des bases de données SIG.

- Etude de conception d'un réseau géométrique dans une interface SIG.
- Intégration des paramètres hydrauliques (débit-pression) pour avoir un modèle dynamique.

Chapitre 1 : Généralité sur les systèmes d'informations géographiques

Introduction :

L'Object de ce chapitre s'articule sur quelques définitions nécessaires que l'on rencontre dans cette étude telle que la définition des systèmes d'informations (SIG), les composants d'un SIG, la structure d'une base de données et l'application des systèmes SIG dans la gestion des réseaux d'eaux potables. La compréhension de ces Concepts est nécessaire pour donner une application pratique aux chapitres 2 et 3.

1.1 Présentation d'un Système d'information géographique :

Le Concept des systèmes d'information géographique est apparu dans les années 1960-1970 avec un premier essai par Tomlinson en 1967. Depuis ce temps des définitions cohérentes et similaires sont apparues : Burroughs(1986), Gagnon et Coleman (1990), Goodchild et Kemp (1990), Star et Estes (1990), Tomlin (1990), Maguire (1991), Fischer et Nijdam (1993), Laurini et Milleret- Raffort (1993), Pouliot (1999) (C.ABEDELBAKI, 2014).

Afin de bien préciser l'application des SIG dans ce travail nous allons également donner une définition :

1.1.1 Définition :

Un système d'information géographique (SIG) est un ensemble de données structuré de façon à répondre à un besoin bien précis et extraire des synthèses utiles qui aide à la prise de décision.

Le SIG est un système d'informatique permettant à partir de diverses sources, de rassembler et d'organiser, de gérer, d'analyser, de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement contribuant notamment à la gestion de l'espace (C.ABEDELBAKI, 2014).

D'après (Moigne 1990) le système d'information géographique englobe quatre sous-systèmes :

- Un sous-système pour l'acquisition de l'information géographique.
- Un sous-système pour la gestion de la donnée et le stockage.
- Un sous-système pour l'analyse et le traitement de l'information géographique.
- Un sous-système pour la présentation des résultats obtenus après le traitement.
-

Information géographique : est une donnée d'entrée dans les systèmes d'informations géographique qui contient une donnée attributive localisée dans l'espace avec des coordonnées.

La figure ci-dessous montre le processus de traitement de l'information géographique par le SIG :

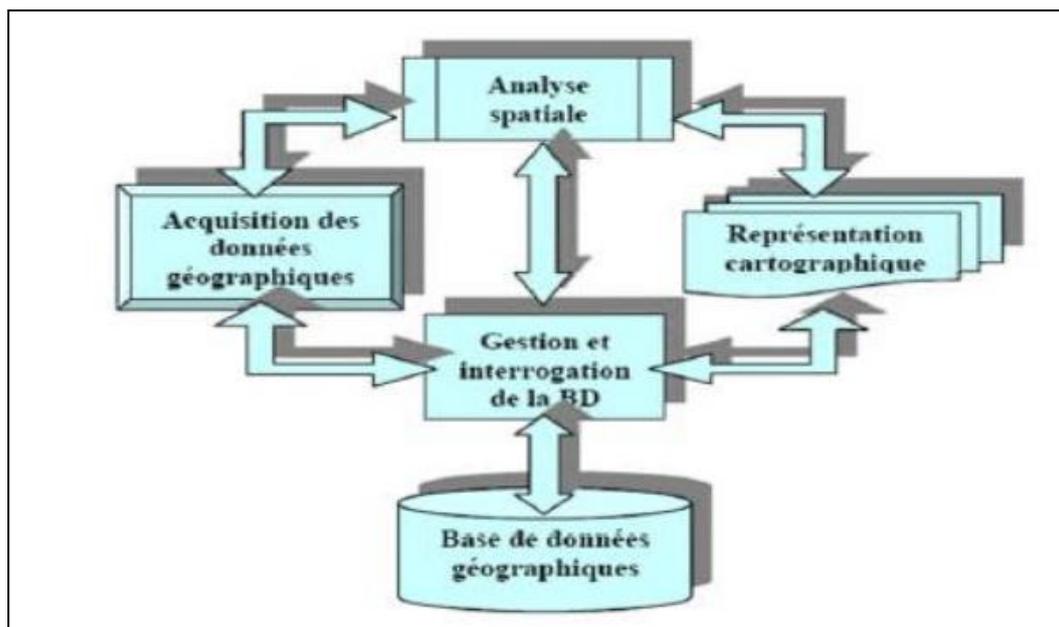


FIGURE 1: STRUCTURE D'UN SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE
(LAURINI R, F 1993)

Un système d'information géographique est un ensemble d'équipements matériels, logiciels et de personnels avec une méthodologie de saisie et de traitement de l'information pour pouvoir répondre aux thématiques et utilisé le SIG comme un outil d'analyse qui aide à la prise décisions.

Un système d'information géographique peut être aussi défini par les questions auxquelles il apporte des réponses (Dimitri S, Bakary D, 2007) :

- Qu'y va-t-il à cet endroit ? Exprimant une localisation : Cette localisation peut être une adresse, un nom de rue ou de quartier.
- Où est-ce ? Exprimant une condition : Elle permet de trouver les localisations correspondantes à certaines conditions : où sont les canalisations en PVC
- Qu'est ce qui a changé depuis ? Exprimant les tendances ; permet de chercher les Changements effectués pour les tronçons du réseau d'AEP
- Quelle est la répartition spatiale de ce phénomène ? Exprimant une répartition : Elle permet de savoir la répartition spatiale des réservoirs, des points de piquage, des industries, des grands consommateurs
 - Qu'est ce qui ce passe si ? Exprimant une modélisation : Elle permet de savoir les Perturbations qui peuvent être provoquées par un piquage sur un réseau existant d'AEP

Un système d'information géographique est un système capable d'organiser et de présenter des données alphanumérique spatialement référencées, ainsi que produire des plans et des cartes, le terme fait références aux outils logiciels, ce pondant le concept englobe les logiciels, données matériels et le savoir-faire lié à l'utilisation de ce dernier (G.BARJOT 2014)

1.1.2 Les données d'un SIG :

Les données d'un SIG se divisent en quatre catégories de données :

- Les données géométriques : renvoie à la forme et la localisation des objets ou de phénomène
- Les données descriptive ou (attributaire) : renvoie l'ensemble des attribue des objets et des phénomènes
- Les données de style (symbologie ou bien l'analyse thématique) : renvoie aux paramètres d'affichage de l'objet (exemple choix de couleur par rapport à l'analyse de la donnée)
- La métadonnée associée : c'est la donnée sur la donnée (date d'acquisition, source de l'information, la méthode de l'acquisition. Les figures ci-dessous montrent la représentation des données dans le SIG :

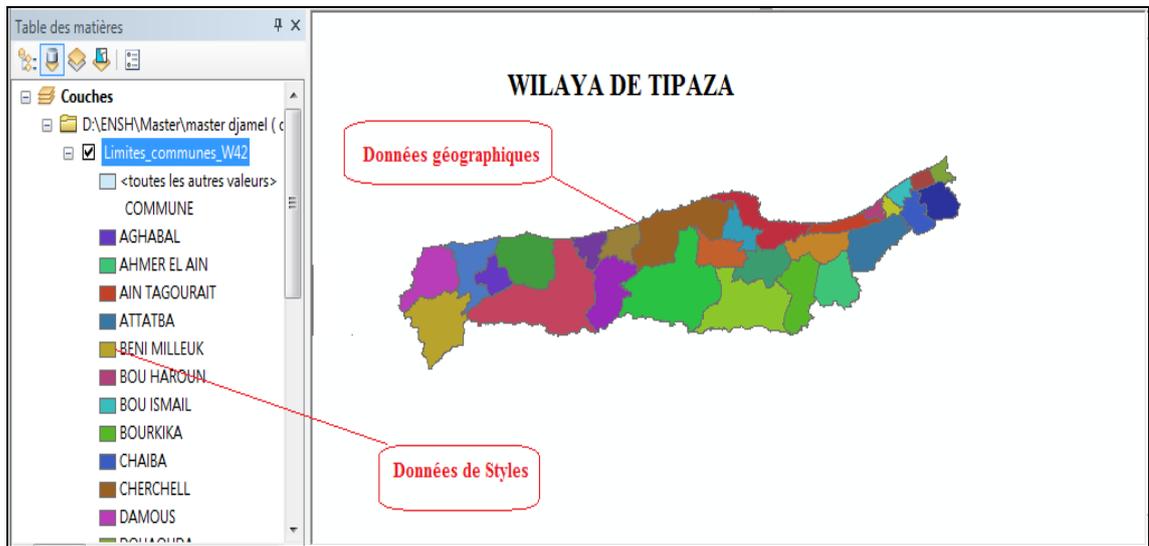


FIGURE 2: EXEMPLES SUR LES TYPE DE DONNEES SOUS ARC-GIS

Les données attributaire sont regroupées dans une forme tabulaire comme montre la figure ci-dessous :

FID	Shape *	CDW	WILAYA	CDC	COMMUNE	SURFACE	ident	Shape Leng	Shape Area	CDC Jointu
0	Polygone	42	TIPAZA	4204	DOUAOUDA	10183,202792	131	0,175735	0,001021	
1	Polygone	42	TIPAZA	4225	FOUKA	15972,351482	142	0,17732	0,001601	
2	Polygone	42	TIPAZA	4226	BOU ISMAIL	14072,928046	149	0,200247	0,00141	
3	Polygone	42	TIPAZA	4201	TIPAZA	67107,425273	162	0,655311	0,006725	
4	Polygone	42	TIPAZA	4216	CHAIBA	28914,499493	163	0,332711	0,002896	
5	Polygone	42	TIPAZA	4206	KHEMISTI	8801,191487	168	0,1613	0,000882	
6	Polygone	42	TIPAZA	4222	CHERCHELL	123948,367459	169	0,711492	0,012423	
7	Polygone	42	TIPAZA	4230	BOU HAROUN	9042,49835	170	0,173859	0,000906	
8	Polygone	42	TIPAZA	4217	AIN TAGOURAIT	26531,792387	187	0,412772	0,002658	
9	Polygone	42	TIPAZA	4236	ATTATBA	63368,945859	190	0,421232	0,006344	
10	Polygone	42	TIPAZA	4232	SIDI GHILES	38520,739513	198	0,354876	0,003861	
11	Polygone	42	TIPAZA	4213	SIDI AMAR	47103,682848	203	0,371206	0,004718	
12	Polygone	42	TIPAZA	4202	MENACEUR	193393,211508	207	0,842707	0,019361	
13	Polygone	42	TIPAZA	4234	SIDI RACHED	56537,445185	209	0,406153	0,005661	

FIGURE 3: CAPTURE D'ECRAN : TABLE ATTRIBUTAIRE SOUS ARC-GIS

1.1.3 Les données Géographiques et les systèmes de projection :

Les données géographiques : les données géographiques se divisent en deux types : vectorielles et raster.

Les données vecteurs se définissent par des coordonnées, on trouvera les données vecteurs de type point, ligne et polygone, un point sera définie par un couple de coordonnées (X, Y), une ligne est ou un polygone par les coordonnées de leur sommet, une couche vecteur sera soit de type point, soit ligne, soit polygone (sauf dans certaines cas qui ne seront pas traités dans cette étude).

Les données ou les images raster : sont constitué de pixel, en zoomant sur un raster on finit par distingué des pixels, chaque pixels possédant une valeur correspondant par exemple a une couleur ou bien à une altitude, un raster est caractérisé par une taille de pixel ou bien une résolution , la figure ci-dessous présente un exemple d'une photo aérienne et un image satellitaire :

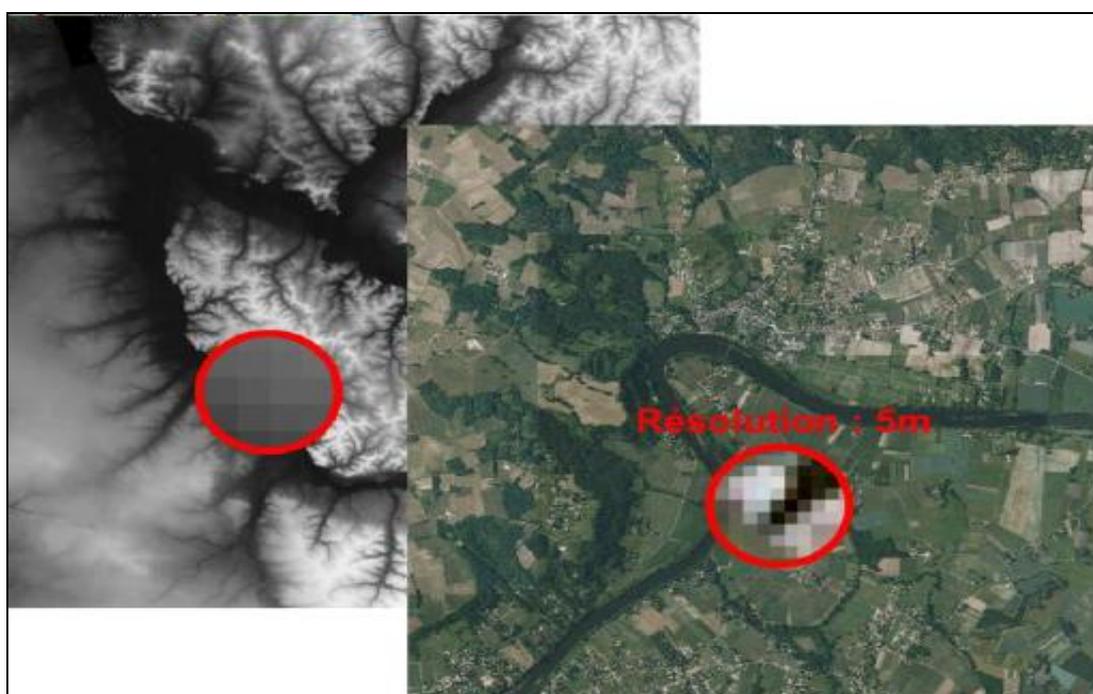


FIGURE 4: EXEMPLE D'UNE PHOTO AERIENNE ET UNE IMAGE SATELLITAIRE
(GUILLAUME BARJOT, 2014)

- Les systèmes de projection :

Un système de coordonnées est un système utilisé pour mesurer des coordonnées. Il peut être défini par un ellipsoïde. Un point sera alors localisé par ses coordonnées géographiques, exprimées par la latitude Φ , la longitude λ , et la hauteur ellipsoïdale h mesurée suivant la normale à l'ellipsoïde de référence choisi pour la description du géoïde.

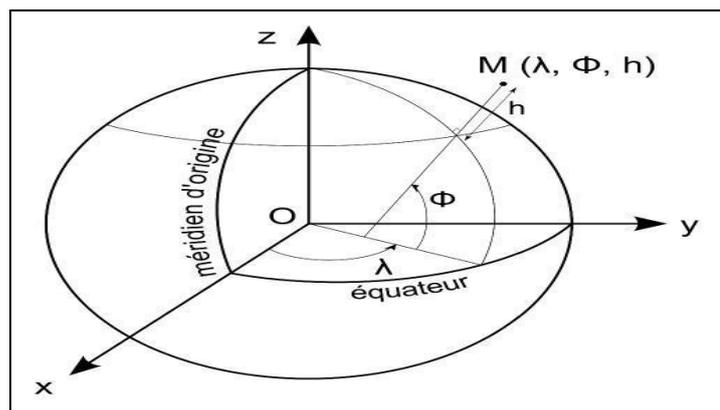


FIGURE 5: CORDONNEES GEOGRAPHIQUE

Longitude et l'attitude sont des mesures d'angle et peuvent être exprimé en degrés, en grade et en radians.

A noté qu'il s'agit d'une définition stricte d'un système de coordonnées et non pas une représentation plan en deux dimensions avec les coordonnées X et Y, ce point seul explique la majorité des incompréhensions et les erreurs dans le géo référencement.

On appelle projection cartographique le système de correspondance entre les coordonnées géographiques (donc mesurées avec un système de référence) et les points du plan de projection.

De nombreuses méthodes de projections existent, chacune adaptée à un usage différent, On peut aussi classer les projections selon leurs propriétés. On distingue ainsi :

- les projections **équivalentes** qui conservent les surfaces
- les projections **conformes** qui conservent les angles.
- Les projections **aphylactiques**, ni conformes ni équivalentes. Elles peuvent être équidistantes c'est-à-dire conservent les distances sur les méridiens

1.2 La mise en place d'un système d'information géographique :

D'une manière générale, la mise en œuvre d'un SIG peut être faite avec différentes logiciels parmi lesquels les quatre suivant constituent les plus utilisés : Qgis, MapInfo, Arc_view, Arc gis .Toutes ces logiciels ont une même vocation : apporter des réponses à des problématiques spatiales grâce des analyses cartographiques et thématiques .les fonctionnalités techniques sont très proches les unes des autres. Ces logiciels s'adaptent à des usages dans divers domaines mais leur choix devra être éclairé par :

- Son cout dépendant évidemment aux budgets alloués au projet du SIG
- L'ergonomie de son interface
- Ses atouts en termes d'apport de solutions d'analyses
- les possibilités d'échanges des données
- les compatibilités de ses supports de données avec d'autre

A noté qu'il s'agit de la maîtrise des systèmes d'informations géographiques et non pas un logiciel unique, dans un même projet on peut utiliser deux outils différents pour répondre à un besoin bien précis lorsque la compatibilité des données le permet (cas de Arc gis et Qgis) .

N.B :

Dans cette étude l'outil utilisé est le logiciel Arc gis, donc chaque définition ou bien un exemple sera donnée dans la suite de ce document ça va concerner le logiciel Arc Gis.

1.3 Structure de l'outil informatique (cas d'Arc-gis) :

Arc gis est l'un des systèmes les d'informations géographiques les plus utilisées, ce logiciel offre de nombreuses potentialités pour la manipulation , la gestion , l'analyse et l'édition des données spatiales , différentes couches d'informations spatiales peuvent être manipulé offrant la possibilité d'une ou plusieurs couches sous le contrôle des autres, le seul lien entre ces différentes couches et le lien spatial , c'est-à-dire l'appartenance au même espace géographique et ayant le même système de coordonnées .

Les différentes couches d'informations sont descriptives d'un espace géographiques terrestre déterminées, elles peuvent correspondre à des documents cartographiques représentant des thématiques géographiquement identifiés (photographies aériennes, image satellitaires, etc.) ou issus des analyses et des procédures de spatialisation (carte de la teneur en eau, carte topographiques, etc.) (K.SOUDANI 2006). Le logiciel Arc gis comprend quatre application principale :

- Arc Catalog
- Arc Map
- Arc Globe
- Arc Scène

1.3.1 Arc Catalog :

Est un explorateur de données tabulaires et cartographiques offrant des outils de gestion et d'organisation analogues à ceux offerts par les systèmes d'exploitation comme WINDOWS ou DOS (copier, renommer, effacer, créer des icônes, etc.). Il est vivement conseillé d'utiliser ArcCatalog pour effacer les fichiers car ces fichiers sont accompagnés d'autres fichiers que l'explorateur de Windows, s'il est utilisé, ne permet pas de les effacer automatiquement. Arc Catalog permet aussi de visualiser les données tabulaires et des couches géographiques ainsi qu'une exploration des différents thèmes qui les constituent

1.3.2 Arc Map :

Arc Map est l'application fondamentale du logiciel ARCGIS, elle contient une boîte à outils organisés sous formes des modules indépendantes permettent d'analyser, éditer, gérer les différents couches d'informations de la base de données SIG. L'application est utilisée pour la cartographie et la visualisation en 2D.

La figure ci-dessous montre les éléments principaux d'une fenêtre dans l'application Arc Map :

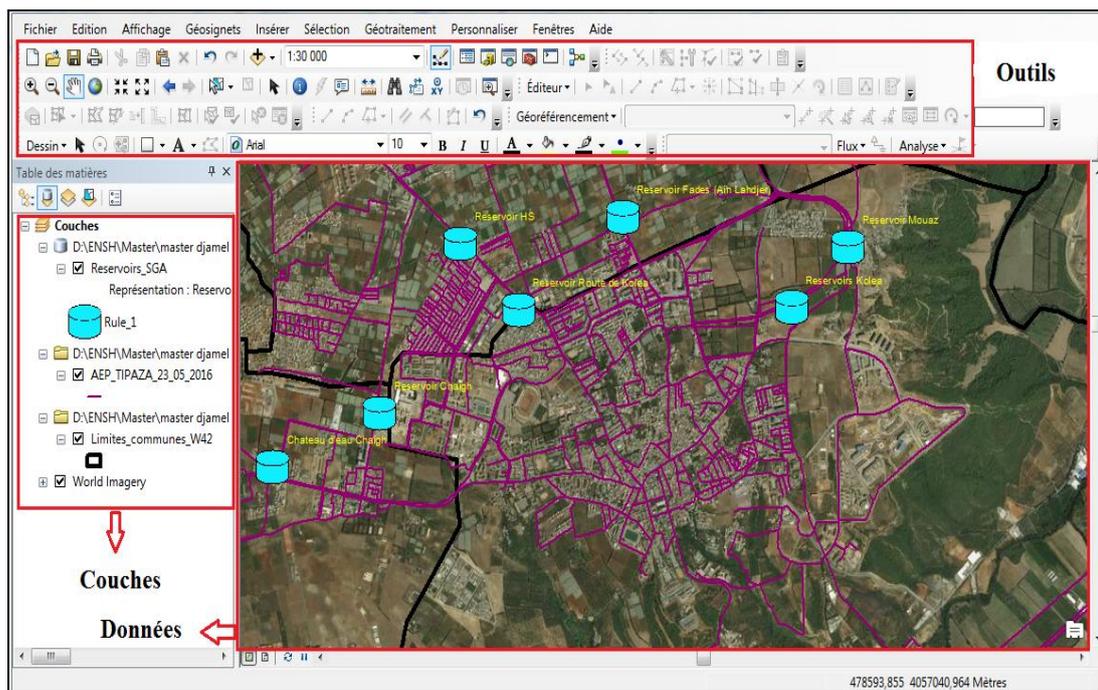


Figure 6: LES ELEMENTS PRINCIPAUX DANS UNE FENETRE ARC MAP

1.3.3 Arc Globe :

Arc Globe est utilisée pour une visualisation en 3D uniforme des données géographiques à l'aide d'un affichage global continu. Cette application est généralement conçue pour être utilisée avec des jeux de données volumineux affichés selon divers niveaux de détails. Arc Globe fait partie de l'Extension Arc GIS 3D Analyste facultative.

1.3.4 Arc Scène :

Arc est utilisé pour la visualisation 3D de scènes ou de surfaces ciblées. Elle crée un affichage en 3D de la scène, que vous pouvez parcourir et qui vous permet d'interagir avec les zones d'intérêt qu'elle comprend. Arc Scène fait également partie de l'Extension Arc GIS 3D Analyste. Voir la figure ci-dessous :

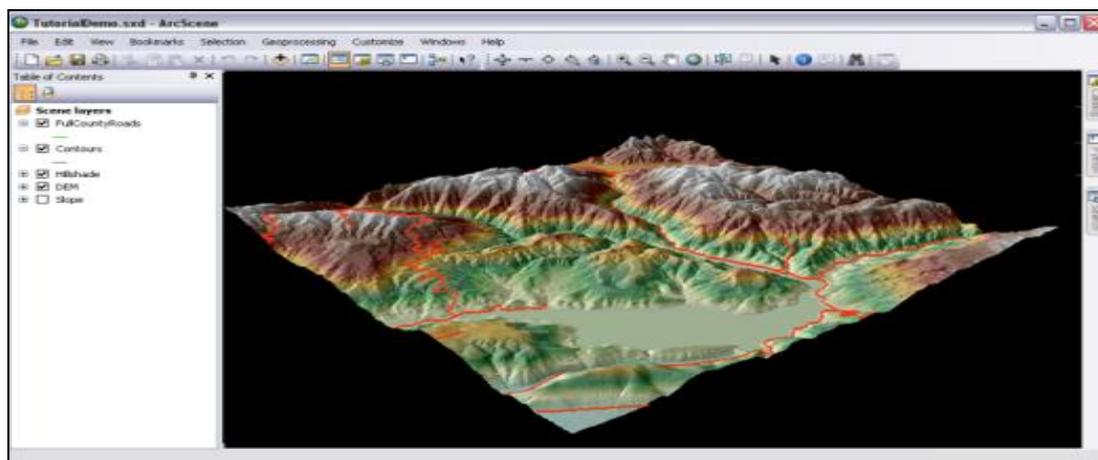


FIGURE 7: EXEMPLE D'UNE VISUALISATION 3D SUR ARC SCENE

1.4 Application des SIG dans la gestion des réseaux d'eau potable :

Pour pouvoir améliorer la gestion des réseaux d'eau potable et avoir une vision globale sur le comportement hydraulique de ces derniers, des outils de base sont nécessaires comme les modèles hydrauliques, les plans des réseaux, les schémas synoptiques et la cartographie des réseaux sur SIG

L'application des systèmes d'information géographique dans la gestion du réseau d'eaux potable permet :

- Identifier l'état actuel du réseau d'AEP (diagnostique)
- Source de donnée pour la modélisation hydraulique
- Avoir une vision globale sur le fonctionnement hydraulique (exemple : détermination des limites et les ouvrages entre le système d'adduction et les réseaux de distribution- cas de schéma directeur d'AEP)
- L'élaboration des cartes et des plans d'exécutions pour les travaux dans les réseaux
- Outils de mise à jour pour les extensions des réseaux
- Outils de stockage de toutes les informations qui caractérisent les réseaux d'AEP
- Restructuration des étages de distributions et les ouvrages selon les limites administratives ou hydrauliques.
- Prévision et l'élaboration des programmes de travaux pour les horizons futures
- Prendre en considération plusieurs variables à étudier pour l'analyse thématique (exemple : la démographie + la demande en eau et les extensions des réseaux)
- Intégration des SIG avec les modèles hydrauliques et les outils de télégestion pour voir le comportement hydraulique réel
- Elaboration des PPR (plans des prévisions des risques) dans le cas d'un dysfonctionnement signalé

L'application de SIG ne se limite pas dans la collecte des données et l'élaboration des cartes, le SIG est devenu un outil d'action qui répond aux besoins des décideurs soit dans le cadre de gestion quotidienne, soit dans le cadre d'étude et les prévisions pour des horizons futurs.

A noter que la connaissance de l'infrastructure des réseaux et la fiabilité de l'information est très importante pour faire des prévisions pour des horizons futurs, sur la base du comportement de l'état actuel qu'on peut faire des propositions d'amélioration pour le futur, une mauvaise connaissance des données actuelles peut engendrer de mauvaises décisions qui peuvent influencer soit sur le côté technique soit le côté économique.

Conclusion :

La compréhension du concept des systèmes d'information géographique, et les différentes définitions nous permettra de bien comprendre la thématique de cette étude.

Le concept SIG ne se limite pas à maîtriser l'outil informatique, c'est un groupement des (données logiciels, matériels et la bonne méthodologie à suivre pour répondre à un besoin).

L'intégration des systèmes d'informations géographiques dans la gestion des réseaux d'alimentation en eau potables est nécessaire pour répondre aux besoins des gestionnaires et améliorer le fonctionnement hydraulique et palier à toutes anomalies de façon rapide. De même pour l'approvisionnement pour les horizons futurs, donc le SIG est un outil indispensable dans le domaine d'alimentation en eau potable, dans le chapitre suivant on va donner la méthodologie adoptée pour créer une base de données SIG destinée à la gestion et la modélisation des réseaux d'eau potable.

CHAPITRE 2 : Notions générales sur les bases de données SIG

Introduction :

Ce chapitre a pour but de situer le contexte de la conception des bases de données SIG destinée à la gestion et l'élaboration des modèles hydrauliques pour les réseaux de distribution. La compréhension de ce concept nous permettra d'établir une relation directe entre le modèle hydraulique et la base de données SIG.

Une bonne représentation du comportement de l'état actuel nous permettra de faire des analyses et des actions pour améliorer le fonctionnement hydraulique dans les horizons futurs. Cette représentation est liée directement à la structure de la base de données SIG.

2.1 Notion d'une base de données SIG :

2.1.1 Définition d'une géodatabase :

Une géodatabase est une base de données spatialisée contenant les couches de données d'information géographique avec plusieurs formats de stockage, parmi les formats les plus utilisés pour la conception des B.D destinés à la gestion des réseaux d'eau potable :

- classe d'entité : correspond à une couche d'information vectorielle (point, ligne, polygone)
- jeux de classe d'entités : regroupe un ensemble de classe d'entité
- jeux de données mosaïque : correspond à une image obtenue à partir de la combinaison d'au moins deux images.

En outre, une géodatabase peut être interrogée, gérée à la fois des données spatiales et non spatiales, contenir des sous types, des domaines et être synchronisée avec d'autres géodatabases (D.GALARAGA et R.EVE 2013).

2.1.2 Les différents types des géodatabases

La géodatabase est un "conteneur" utilisé pour stocker un ensemble de jeux de données. Trois types sont disponibles :

1. **Géodatabase fichier** : elles sont stockées sous forme de dossiers dans un système de fichiers. Chaque jeu de données est stocké sous forme d'un fichier dont la taille peut atteindre 1 To. La géodatabase fichier est davantage recommandée que les géodatabases personnelles.
2. **Géodatabase personnelles** : Tous les jeux de données sont stockés dans un fichier de données Microsoft dont la taille est limitée à 2 Go.
3. **Géodatabase ArcSDE** : Également connues sous le nom de géodatabase multi-utilisateurs. Elles sont stockées dans une base de données relationnelle utilisant Oracle, Microsoft SQL Server, IBMDB2, IBM Informix ou PostgreSQL. Ces géodatabases exigent l'utilisation d'ArcSDE et peuvent être illimitées quant à la taille et le nombre d'utilisateurs.

La figure ci-dessous montre les types des géodatabase, a noté que la seule différence entre la géodatabase fichier et personnel c'est le taille de stockage :

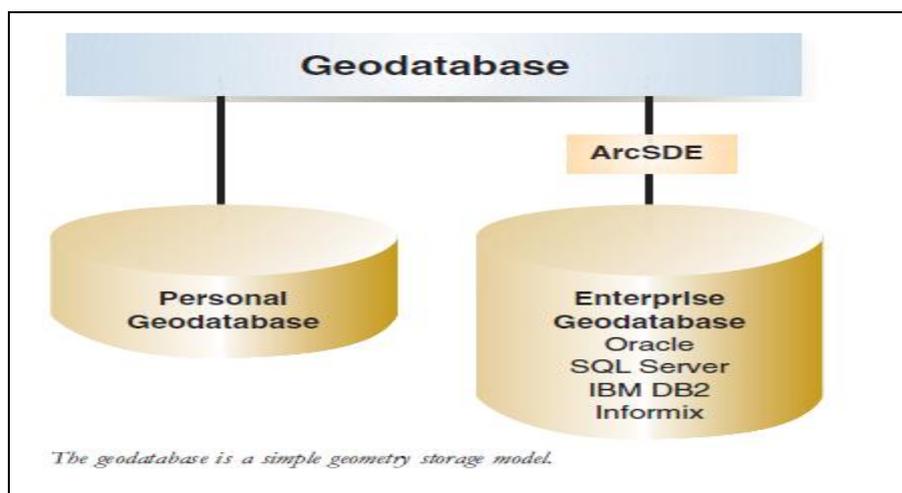


FIGURE 8: LES DIFFERENTES TYPE DES GEODATABASES (SUPPORT ARC GIS)

2.1.3 Eléments de la Géodatabase :

Tous les utilisateurs de SIG travaillent avec trois types de jeu de données fondamentaux, quel que soit le système qu'ils utilisent. Ils disposent d'un ensemble de classes d'entités (qui ressemble à un dossier rempli de fichiers de formes Esri), de plusieurs tables attributaires (fichiers base, tables Microsoft Access, feuilles de calcul Excel, SGBD, etc.) et la plupart du temps, d'un ensemble important de jeux de données d'imagerie et raster. Voir la figure ci-dessous :

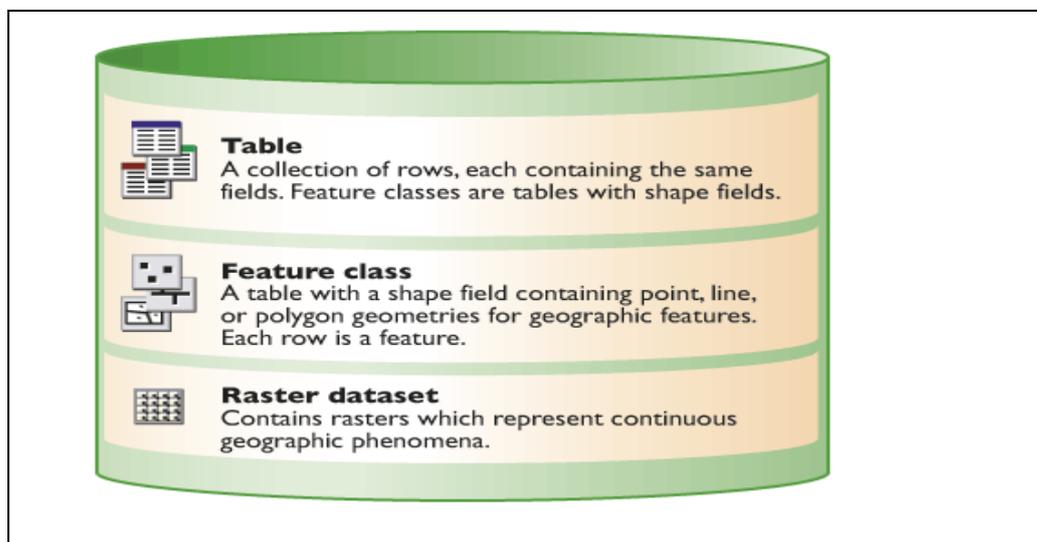


FIGURE 9: LES ELEMENETS PRINCIPAUX D'UNE GEODATABASES
[\(HTTP://RESOURCES.ARCGIS.COM/EN/HELP/\)](http://resources.arcgis.com/en/help/)

Fondamentalement, toutes les géodatabases ont le même type de contenu. Cet ensemble de jeu de données peut être considéré comme le point de départ universel de la conception des bases de données SIG.

Les utilisateurs peuvent étendre leurs modèles de données selon leurs besoins pour prendre en charge certaines capacités essentielles. La géodatabase comporte des éléments de données et des types de jeu de données supplémentaires qui peuvent être utilisés pour étendre cet ensemble fondamental de jeux de données.

2.2 Démarche de création d'une base de données SIG (Cas d'un réseau d'AEP)

2.2.1 Etape de collecte de données :

Cette phase consiste à collecter toutes les informations nécessaires relatives aux réseaux de distribution à titre d'exemple :

- Un fond géographique de la commune à traiter
- Plan, schémas verticaux, plans des situations, plans des étages de distributions
- Les réservoirs et leurs informations relatives (cote de terrain, cote radié, volume et l'état actuel)
- matériaux des conduites et date de pose dans la mesure de possible pour pouvoir estimé la rugosité réels .
- Les ressources superficielles, et les ressources souterraines
- Les programmes de logement et les zones d'extensions
- Les gros consommateurs et les points stratégiques

Ainsi que d'autres informations pour compléter la base de données, généralement cette phase se fait sur terrain à travers des fiches technique et des enquêtes avec les exploitants du réseau.

A noté que la collecte de toutes les informations relatives au réseau de distribution n'implique pas la formation d'une base de données, jusqu'à maintenant on parle d'une banque de données. La seule différence entre une base de données et une banque de données c'est la structure qu'on va la voir dans les chapitres qui se suit.

2.2.2 Elaboration d'un modèle conceptuel des données (MCD) :

Un modèle conceptuel de données est un ensemble de concepts qui permettent de décrire et de manipuler des données du monde réel, et de règles d'utilisation de ces concepts.

(D. Schneuwly, R. Caloz 2013)

Les concepts de base de la modélisation sont :

- Les objets regroupés en classes et identifiés.
- Les liens entre objets avec leurs cardinalités.
- Les propriétés des objets.
- La représentation multiple des objets.
- Un modèle conceptuel doit respecter les propriétés suivantes :
- Complétude (Description de tous phénomènes courants nécessaires à l'application)
- Fiabilité (formellement défini)

- Orientation utilisateur (compréhensible, clair, lisible)
- Orthogonalité (les concepts proposés doivent être indépendants)
- Compatibilité logiciel (traduisible en SGBD existant)
- Complètement opérationnel (capacités de manipulation des données)

La figure suivante montre un extrait d'un modèle conceptuel des données d'un réseau d'AEP :

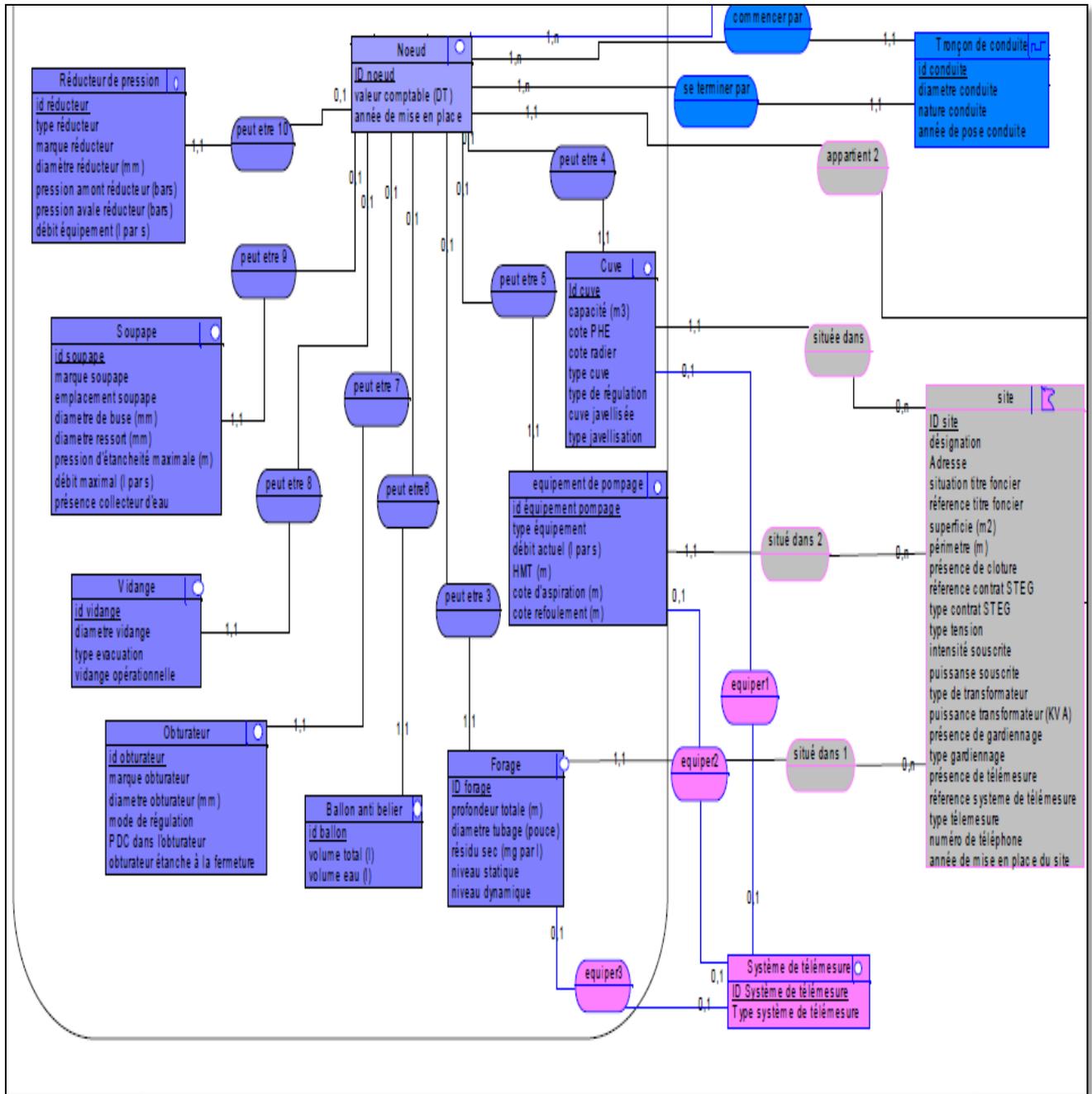


FIGURE 10: EXTRAIT D'UN MODEL CONCEPTUEL DES DONNES (AYARI.K 2010)

2.2.3 Modèle physique des données (MPD) et les contraintes d'intégrité (CI) :

- **Le modèle Physique de Données** : est une étape de définition des données à l'intérieur de la structure physique de la géodatabase, c'est-à-dire le résultat de la décision technique qui a été prise en fonction des objets et des contraintes techniques et après validation du modèle conceptuel des données. Un Modèle Physique de Données est un formalisme qui permet de préciser le système de stockage employé pour un système de gestion de base de données. (Christopher. A et A. Jean 2013)

- **Les contraintes d'intégrité** : les contraintes d'intégrité CI sont des règles définissant les états, ou transitions d'état possibles de la base de données. Elles permettent d'exprimer tout ce qui ne peut pas être décrit avec les concepts du modèle. Si les valeurs de la base de données ne satisfont pas ces contraintes, il y a une "erreur" ; on dit que la BD est incohérente.

A titre d'exemple dans une base de données destinée à l'alimentation en eau potable on peut trouver les contraintes suivantes :

- On ne peut pas accepter une conduite avec un diamètre qui n'est pas commercialisé ou un diamètre égale à 0
- On ne peut pas accepter une conduite avec une longueur nulle ($L=0$)
- Pour les matériaux des conduites on peut trouver la syntaxe suivante (PEHD) ou bien (PEHD) dans le même champ, donc on remarque qu'il s'agit de la même information mais la façon d'intégrer l'information est différente, si par la suite on va faire une sélection selon le type de matériaux on va trouver deux informations alors qu'il s'agit de la même information.

Pour éviter le problème d'intégrité des données on va procéder par l'élaboration des domaines et les sous types.

- Présentation des domaines attributaires :

Les domaines attributaires sont des règles qui décrivent les valeurs valides d'un type de champ, en fournissant une méthode pour assurer l'intégrité des données. Ils permettent de forcer les valeurs permises d'un attribut quelconque d'une table, ou d'une classe d'entités. Si les entités d'une classe d'entités ou les objets non spatiaux d'une table ont été regroupés par sous-type, différents domaines attributaires peuvent être définis pour chacun des sous-types. Un domaine est une déclaration des valeurs attributaires acceptables. Chaque fois qu'un domaine est associé à un champ attributaire, seules les valeurs dans ce domaine sont valides pour le champ. En d'autres termes, le champ n'accepte pas de valeur n'appartenant pas à ce domaine. L'utilisation des domaines assure l'intégrité des données en limitant le choix de valeurs pour un champ particulier.

- Type des domaines :

Domaines par plage : un domaine par plage spécifie une plage de valeurs valides pour un attribut numérique. Lorsque vous créez un domaine par plage, vous entrez des valeurs valides minimale et maximale. Un domaine par plage peut être appliqué aux types d'attributs entier court, entier long, réel simple, réel double et date.

Domaine à valeur pré codée : un domaine à valeur pré codée peut s'appliquer à tout type d'attribut - texte, numérique, date, etc. Les domaines à valeur pré codée précisent un ensemble de valeurs valides pour un attribut par exemple une listes des diamètres commercialisés.

- Présentation des sous types :

Les sous types permettent d'organiser les objets d'une classe d'entités ou d'une table en sous-ensembles homogènes en utilisant la valeur d'un champ (codes des sous types). Ce champ doit être systématiquement numérique (entier court ou entier long) et il est associé à une description permettant ainsi de rendre plus parlant chaque sous-type. Les enregistrements d'un même sous-type ont donc la même description. Par conséquent, c'est plus facile à gérer, à mettre à jour et à exploiter pour la symbologie.

Exemple pour une conduite de distribution on va créer un champ type d'écoulement (gravitaire ou refoulement), donc on va créer un domaine « **type d'écoulement** » et on va créer deux sous type codifié avec :

- **0** pour une conduite de **refoulement**

- **1** pour une conduite **gravitaire**

Dans un nouveau projet on va trouver dans le champ type d'écoulement une liste box contenant les deux sous type créé précédemment (soit refoulement soit gravitaire)

2.2.3 Intégration et validation de la base de données SIG :

Après avoir intégré les données dans une géodatabase l'étape de validation de la structure des données est importante selon le besoins désiré et l'objectif de la création de cette dernière. Pour une BD destiné à la cartographie la mise en forme et la relation entre les différents classe d'entité n'est pas importante, par contre une BD destiné à la gestion et l'élaboration des modèles hydrauliques doit être validé par rapport à la structure des données avant la mise en service, pour ne pas avoir des problèmes de topologie et de connectivité lors la génération du modèle de simulation

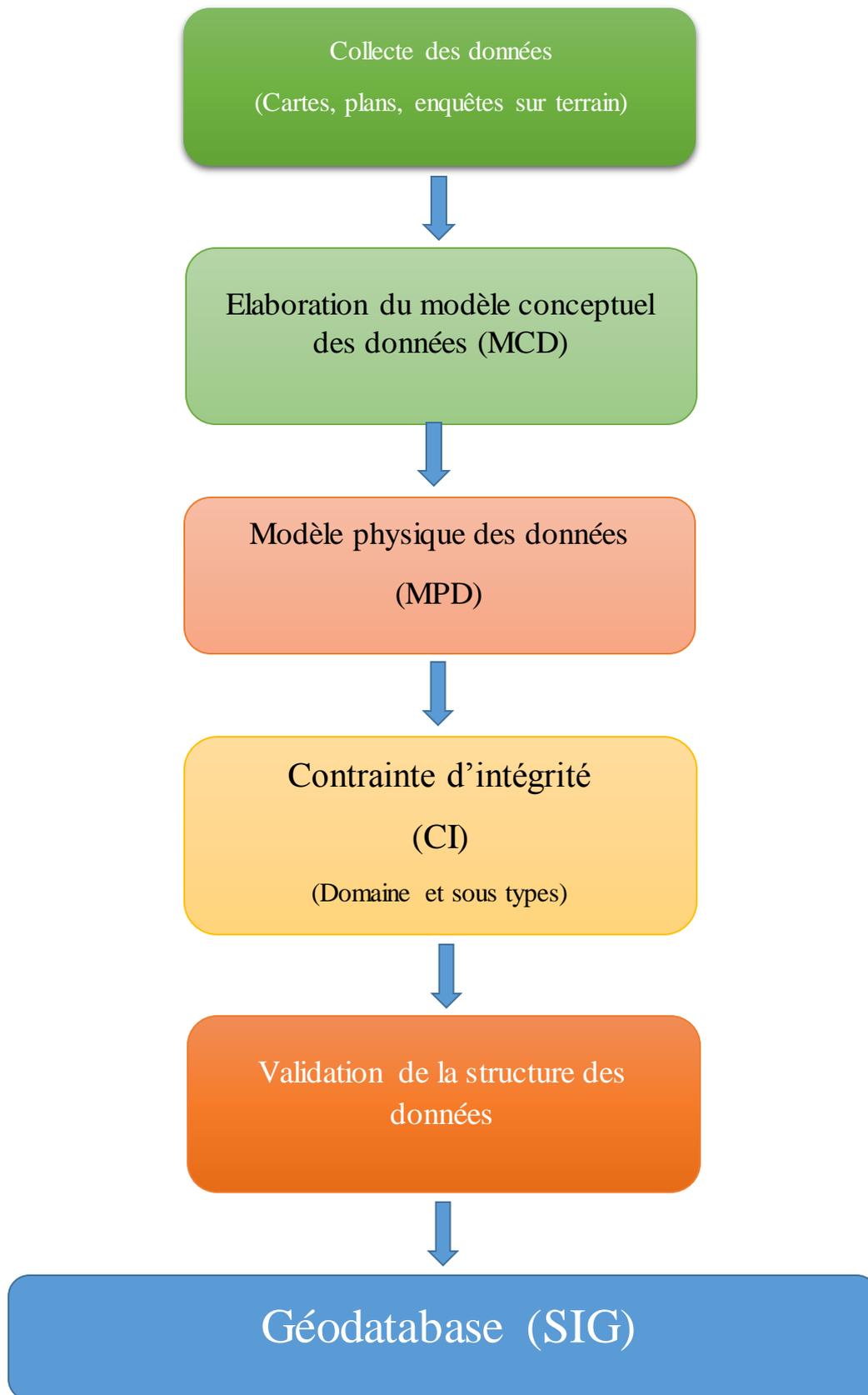


FIGURE 11: ORGANIGRAMME DE CREATION D'UNE BASE DE DONNEES SIG

Conclusion :

Les Bases de données SIG sont des banques d'informations pour les gestionnaires de réseaux et peuvent contenir des outils de simulation, la conception de ces derniers doit être méthodique et objectifs pour répondre aux besoins par la suite, dans ce chapitre on décrit la méthodologie de conception d'une base de données SIG sur laquelle on peut modéliser des réseaux hydrauliques. L'étape de validation de la structure des données est primordiale pour créer une base de données dynamique.

Dans suite de cette étude on va voir la démarche à adopter pour modéliser un réseau d'eau potable et comment créer un modèle dynamique dans une géodatabase et de même pour établir les liens des modèles de simulations.

CHAPITRE 3 : Conception d'un modèle hydraulique dans une plateforme SIG

Introduction :

L'objectif de ce chapitre c'est de modéliser un réseau de distribution dans une géodatabase afin de valider la structure pour un SIG destiné à la gestion et la modélisation des réseaux de distribution d'eau potable.

D'autre part décrire la méthodologie à adopter pour renforcer la base de données SIG avec les modèles hydrauliques de simulation, pour une bonne représentation réelle des paramètres hydrauliques au niveau des réseaux de distribution d'eau potable.

La compréhension de cette démarche ne peut se faire qu'à travers un cas d'étude, pour cela on a choisi le réseau de la ville de Koléa qui présente beaucoup d'avantages en terme de données (points de mesure, base de données SIG validée...etc.) en plus ce réseau présente beaucoup de problèmes techniques due principalement à la topographie.

3.1 Présentation de la zone d'étude :

3.1.1 Choix de la zone d'étude :

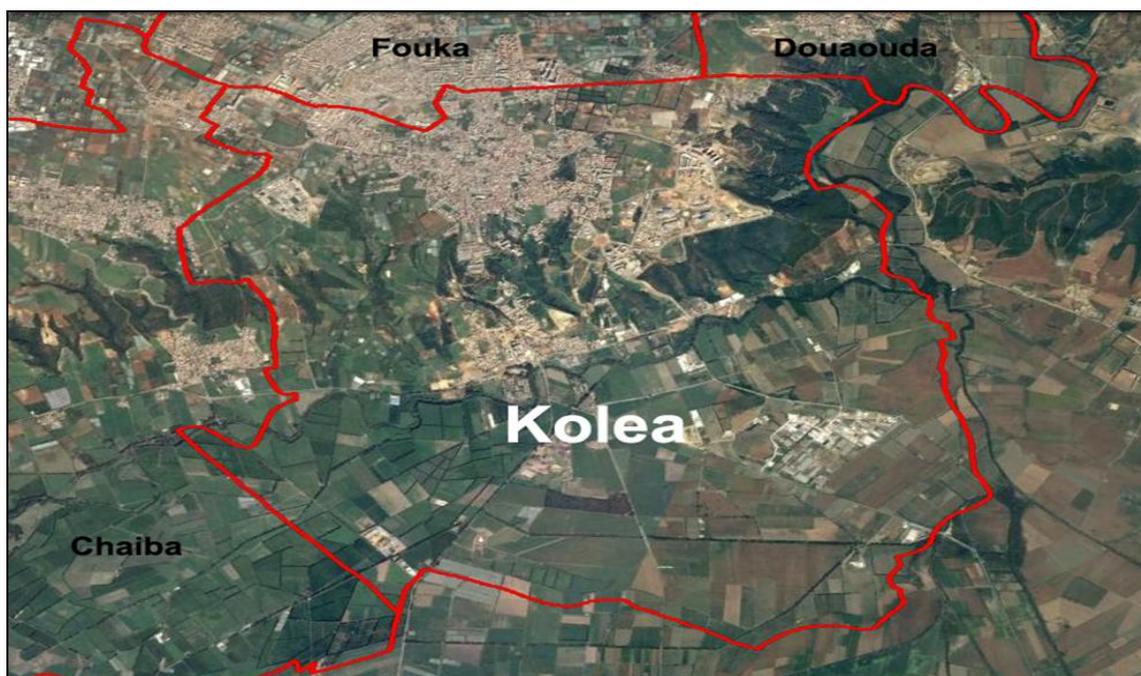


FIGURE 12: LIMITE COMMUNE DE LA VILLE DE KOLEA SUR UNE IMAGE SATILITAIRE NON TRAITE

Le réseau de distribution de la commune de Koléa wilaya de Tipaza est choisi comme un exemple d'application pour cette étude les raisons suivant :

- La base de données SIG du réseau est mise à jour.
- Disponibilité des mesures réelles de débits et de pressions dans plusieurs points dans le réseau.
- Un régime de distribution sur les 24h lors de la campagne de mesures.

3.1.2 Situation hydraulique de la commune de Koléa :

Le réseau de distribution de la commune de Koléa est étalé sur 50 Km de linéaire des diamètres varient entre 40 et 300 mm :

- **Ressources en eau :**

Il existe des ;

- Forages : un champ de captage de Koléa comptant 11 forages au total, dont 3 sont actuellement à l'arrêt.
- Eaux de mer traitées de la station de Fouka (Commune de Fouka) : Les eaux de dessalement sont refoulées vers les réservoirs de Mouaz (30.000m³ et 5.000m³).

- **Adduction :**

- Adduction à partir des forages
- Adduction à partir de la station de pompage de Koléa
- Adduction à partir des réservoirs 30 000 m³ + 5 000 m³ de Mouaz

- **Réservoirs :**

Le tableau ci-dessous montre les réservoirs existants dans la commune de Koléa :

TABLE 1: LISTES DES RESERVOIRS DE LA COMMUNE DE KOLEA

Réservoir	Volume m ³	CTN	Type	Zones desservies	Année de réalisation	Etat
		(m NGA)				
Réservoirs Mouaz	30000	220	Au sol	Réservoirs Koléa, Pôle universitaire, centre-ville Koléa	2010	Bon
	5000				Époque coloniale	Bon
Réservoirs Koléa	2000	186	Enterré	Centre-ville Koléa	1985	mauvais
(Hai Billel)	1250					mauvais
Réservoirs SP Koléa	500 (HS)	14	Surélevé	x	Époque coloniale	
	1000		Surélevé	Réservoirs Mouaz, Réservoir Soudani Boujemma		Moyen
Château d'eau Zone industrielle	300	14	Château d'eau	Zone industrielle	2004	Bon
Réservoir Soudani Boujemma	250	35	Au sol	Domaine Soudani Boujemma	1998	Moyen
Réservoir Kissreli	250	56	Au sol	Douar Kissreli	2005	Moyen

(SEAAL, 2015)

- **Schéma verticale du système d'AEP :**

La figure ci-dessous montre le schéma vertical de la situation existante de la commune de Koléa :

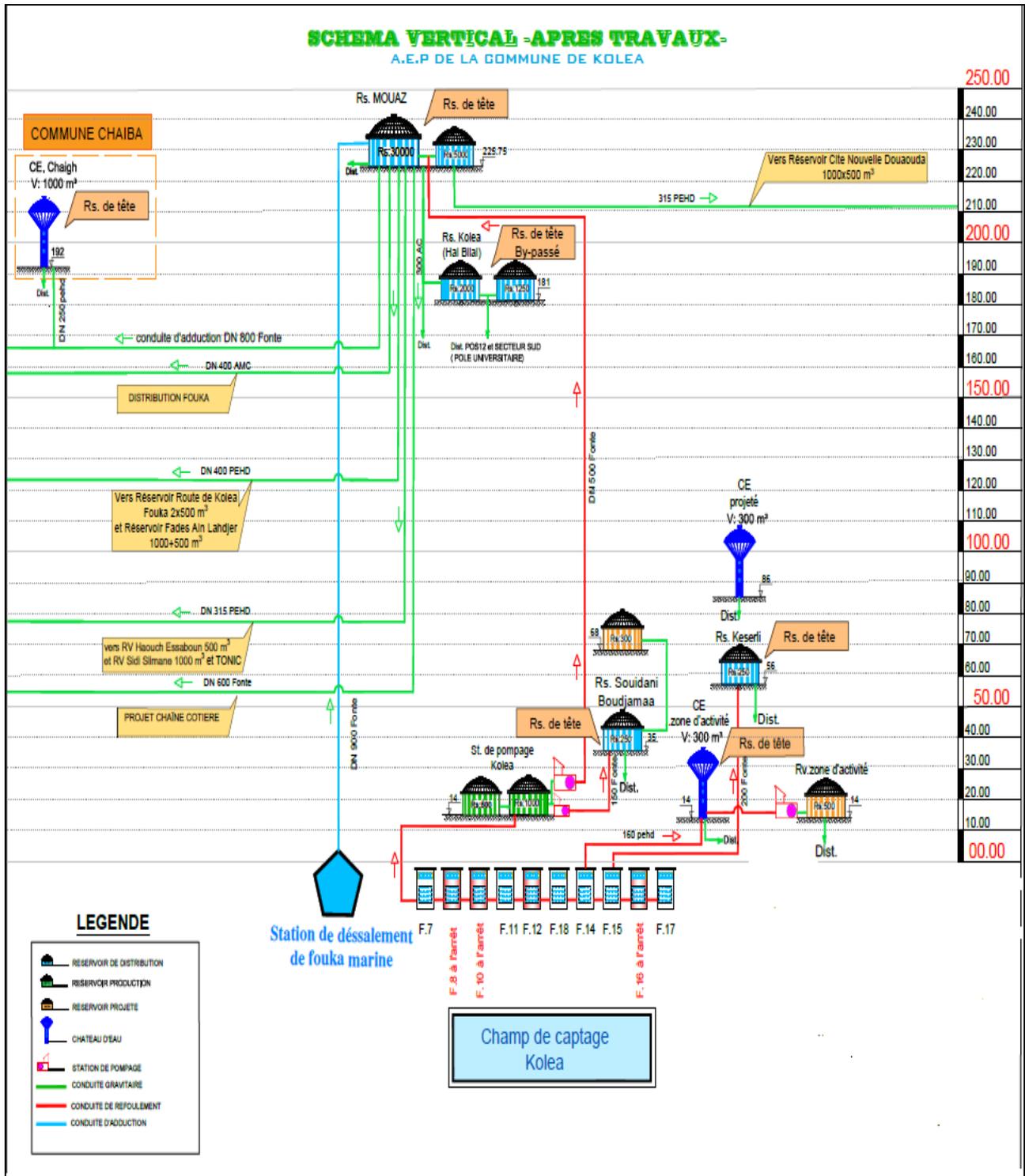


FIGURE 13: SCHEMA VERTICAL DE LA COMMUNE DE KOLEA (SEAAL ,2015)

3.2 Données structurel du modèle de Koléa :

Le tableau suivant montre les données de base pour la conception du modèle du commun Koléa :

TABLE 2: DONNEES STRUCTURELS DU MODELE

Données de consommation	Données structurel	Données opérationnelles
<ul style="list-style-type: none"> Taux d'accès à l'eau dans les communes atteint 100 % à l'horizon 2018 La consommation par habitant dans les zones agglomérées passe de 80 l/jour en 2015 à 120 l/jour à l'horizon 2030 La consommation par habitant dans les zones éparses est stable à 60 l/jour Les consommations des ventes en gros sont prises en compte 	<ul style="list-style-type: none"> SIG du réseau fourni par la SEAAL Réunions de travail avec les responsables en charge de l'exploitation du réseau Réunions de travail avec les subdivisionnaires de la direction de la ressources en eau (DRE) Visites de terrain. 	<ul style="list-style-type: none"> Pour 2015, les données opérationnelles ont été déduites des données de terrain et des entretiens avec l'exploitant Pour les horizons futurs 2020 et 2030, les données opérationnelles sont dictées par les besoins en renforcement de développement des réseaux

(SEAAL, 2018)

N.B :

Dans cette étude on s'intéresse au jumelage du modèle descriptif SIG avec le modèle estimatif hydraulique afin de créer une plateforme de gestion dynamique.

La figure ci-dessous montre le réseau modélisé sur Epanet après avoir introduit toutes les données nécessaire, la simulation s'est étalée sur 24h, la figure ci-après montre la variation de la pression et de la vitesse à l'heure de pointe :

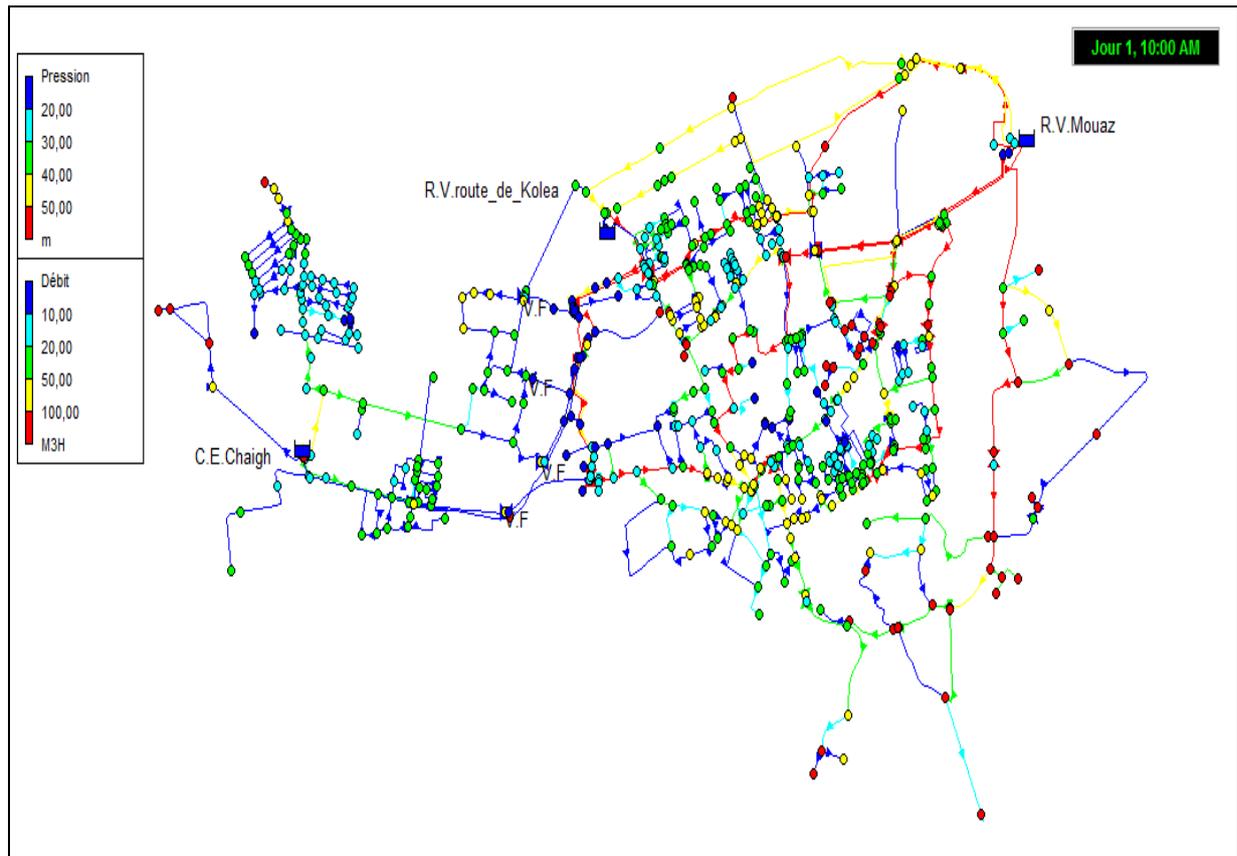


FIGURE 14: SIMULATION A L'HEUR DE POINT - COMMUNE DE KOLEA-

3.3 Avantages du jumelage des SIG aux modèles hydrauliques :

L'intégration des SIG avec les modèles hydrauliques est un nouveau procédé pour la modélisation hydraulique où les éléments discrets sont synchronisés entre la géodatabase et le modèle, dans les années précédentes le développement de la structure de la géodatabase a permis l'intégration des deux systèmes.

Aujourd'hui le SIG est un moyen incontournable de gestion des réseaux de distribution d'eau potable depuis qu'il intègre des outils d'analyse, de cartographie, de même la possibilité d'être connecté avec d'autres systèmes tel que les systèmes de télégestion et télémétrie.

L'avantage de coupler le SIG et les modèles hydrauliques c'est de préserver la fiabilité de l'information et avoir une rentabilité et une rapidité dans l'intervention et l'optimisation. La figure ci-dessous montre l'application classique des SIG avec les modèles hydrauliques :



FIGURE 15: L'APPLICATION SEPRE SIG ET LES MODELES HYDRAULIQUES (EDWARD ET P.GHINTER 2009)

L'inconvénient d'appliquer les SIG avec des modèles hydrauliques c'est la mise à jour dans les deux sens, pour chaque scénario de simulation on doit générer le modèle et par la suite faire des mises à jour dans le modèle et dans la base de données SIG ce qui nous générer des erreurs soit de saisie soit on aura deux systèmes qui ne sont pas sur le même niveau d'information.

Pour ne pas avoir ce type d'erreurs et pour être efficace et avoir une rapidité dans le travail on doit jumeler le système SIG avec les modèles hydraulique dans un processus de boucle. C'est-à-dire :

- faire des extractions des données à partir de la base de données pour la construction du modèle.
- lancer des simulations (calibrer le modèle et faire des mises à jour).
- intégrer le modèle mise à jour vers la base de données SIG.

La figure ci-dessous montre la relation entre SIG et les modèle de simulation pour une application pratique :



FIGURE 16: APPLICATION PRATIQUE DES SIG AVEC LES MODELES HYDRAULIQUES (EDWARD ET P.GHINTER 2009)

3.4 Conception du réseau géométrique de Koléa :

3.4.1 Généralité sur les réseaux géométriques :

Les réseaux géométriques offrent un moyen de modéliser des infrastructures et des réseaux courants du monde réel. On peut modéliser et analyser les flux de ressources suivants à l'aide d'un réseau géométrique : distribution de l'eau, lignes électriques, pipelines de gaz, services téléphoniques et flux de l'eau dans un cours d'eau. Une fois qu'un réseau géométrique est modélisé, on a la possibilité d'effectuer différentes analyses sur celui-ci. Le tableau suivant indique quelques-unes des analyses qui peuvent être effectuées sur le réseau géométrique :

TABLE 3: TACHES EFFECTUER PAR LES RESEAUX GEOMETRIQUE

Analyse	Exemple d'application
Calculer le plus court chemin entre deux points.	Différents types de compagnies de service public ont recours à cette analyse pour inspecter la cohérence logique d'un réseau et vérifier la connectivité entre deux points.
Rechercher tous les éléments du réseau connectés ou déconnectés.	Les compagnies d'électricité peuvent voir quelle partie du réseau est déconnectée de même pour les modèles hydrauliques (les systèmes d'adductions)
Rechercher des boucles ou des circuits dans le réseau.	Permet de découvrir un court-circuit électrique
Déterminer le sens de circulation des tronçons lorsque des sources ou des cuvettes sont définies.	Les responsables ou les ingénieurs peuvent voir le sens de la circulation dans les tronçons et Arc GIS peut utiliser cette information pour effectuer des analyses sur la circulation de la distribution dans le réseau.
Surveiller des éléments du réseau en amont ou en aval d'un point.	Les techniciens des réseaux de distribution d'eau peuvent déterminer quelles vannes il faut fermer lorsqu'une canalisation éclate
Calculer le plus court chemin en amont entre deux points.	Les postes de surveillance environnementaux peuvent examiner une source de pollution dans les cours d'eau.
Rechercher tous les éléments du réseau en amont à partir de plusieurs points et déterminer quels éléments sont commun à ces points.	Les compagnies de distribution d'électricité peuvent utiliser les appels téléphoniques des clients victimes d'une panne d'électricité pour localiser les transformateurs défectueux ou les lignes endommagées.

3.4.2 Modélisation d'un réseau géométrique d'un réseau d'AEP dans une géodatabase :

Un réseau géométrique est un ensemble de tronçons et de jonctions connectés doté de règles de connectivité permettant de représenter et de modéliser un réseau d'eau potable. Les classes d'entités d'une géodatabase sont utilisées pour définir un réseau géométrique. On doit définir les rôles des différentes entités jouent dans le réseau géométrique, ainsi que les règles qui déterminent comment les ressources circulent dans le réseau.



La figure ci-dessous montre un réseau géométrique modélise la circulation de l'eau dans des conduites d'eaux principales et les services de distribution de l'eau qui sont connectés par des jointures :

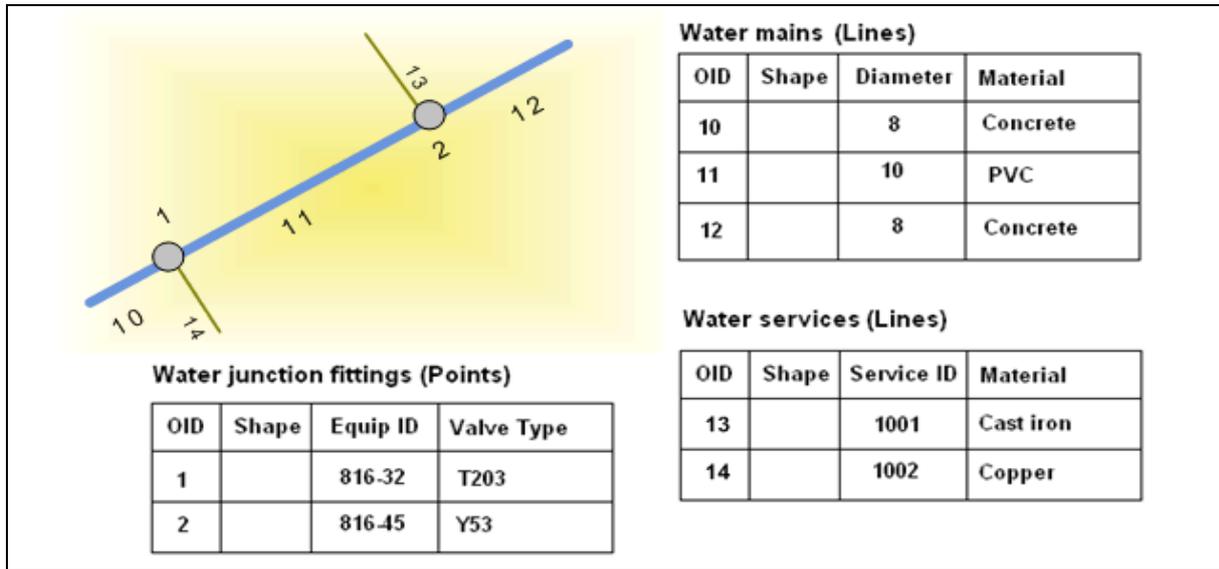


FIGURE 17: EXEMPLE D 'UN RESEAU GEOMETRIQUE D'UNE CONDUITE D 'AEP

Un réseau géométrique est créé dans un jeu de données d'entité de la géodatabase. Les classes d'entités du jeu de données d'entité sont utilisées comme sources pour les jonctions et tronçons du réseau. La connectivité du réseau dépend de la coïncidence géométrique des entités dans les classes d'entités utilisées comme sources de données. Chaque réseau géométrique a un réseau logique, c'est-à-dire un ensemble de tables dans la géodatabase qui stockent les relations de connectivité et d'autres informations concernant les entités dans le réseau géométrique comme éléments à utiliser dans les opérations de traçabilité et de surveillance de la circulation.

Les réseaux géométriques sont constitués de deux types d'entités : tronçons et jonctions. Les tronçons et les jonctions dans un réseau géométrique sont des types spéciaux d'entités dans la géodatabase appelées entités de réseau. On considère ces entités comme des points et des lignes avec un comportement spécifique à un réseau géométrique. Comme d'autres entités dans la géodatabase, leur comportement est déterminé selon des domaines et des valeurs par défaut. Etant donné qu'elles font partie d'un réseau géométrique, leur comportement leur permet de savoir qu'elles sont connectées topologiquement entre elles et de quelle manière : les tronçons doivent être connectés entre eux par des jonctions dans le réseau, la circulation d'un tronçon à un autre transite via des jonctions. (<http://desktop.arcgis.com/fr/arcmap/10.3>)

Les figures ci-dessous montrent les étapes de création du réseau géométrique de la commune de Koléa :

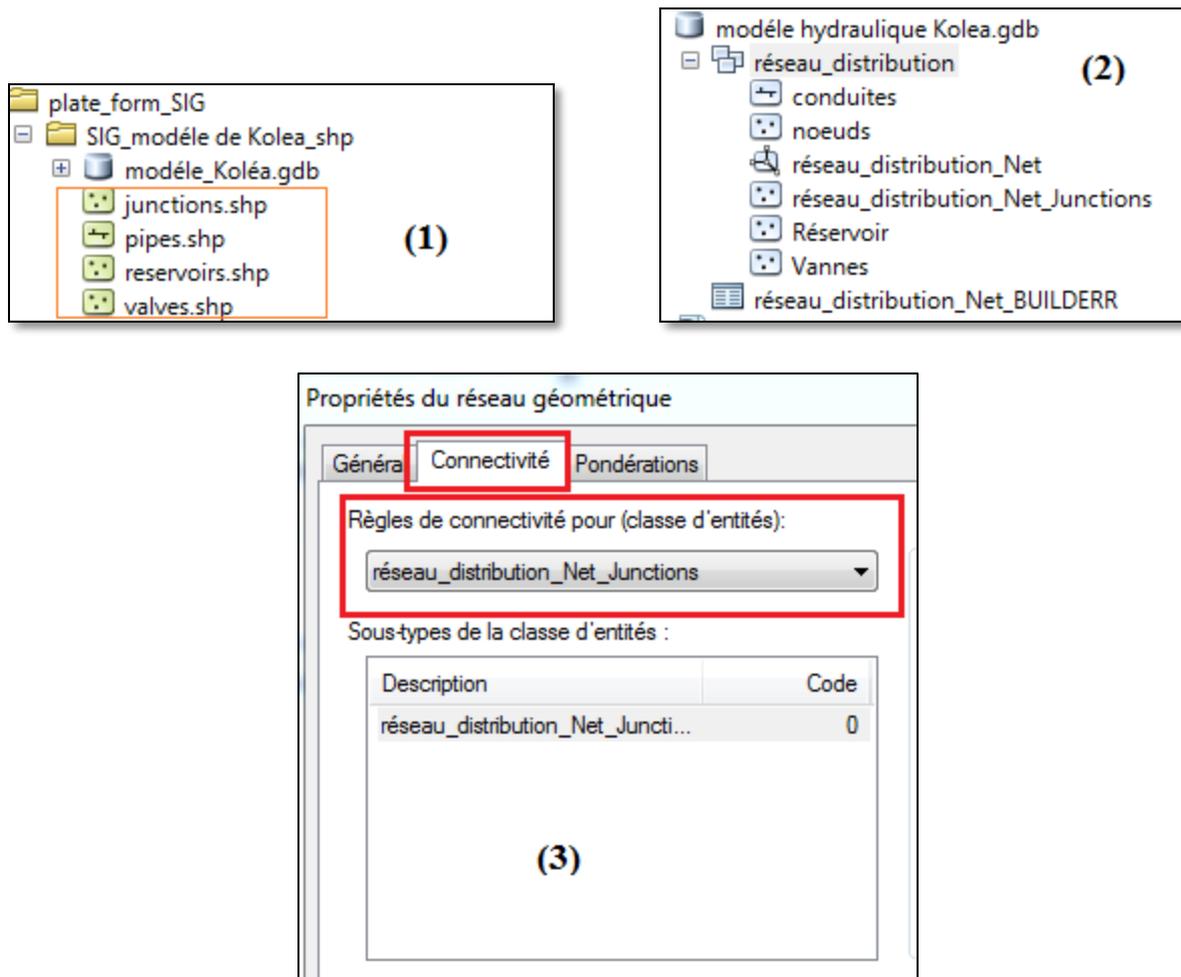


FIGURE 18: ETAPE DE CREATION D 'UN RESEAU GEOMETRIQUE -KOLEA-

(1) : convertir les fichiers de formes vers des classes d'entités pour créer un jeu de classe d'entité dans la géodatabase

(2) : création d'un réseau géométrique

(3) : Etablir les règles de connectivités entre les différentes classes d'entité

Lors de la création du réseau on va remarquer la création d'un rapport d'erreur intitulé « **réseau de distribution_NET_Builderr** » ce qui va impliquer les corrections topologiques ou de connectivités dans le réseau. Les règles topologiques sont les relations spatiales des différentes classes d'entité dans l'espace.

Pour chaque réseau géométrique, un réseau logique est associé contenant les informations qui caractérisent le réseau et qui sont nécessaires pour la simulation hydraulique.

Les figures ci-dessous montrent les différents réseaux logiques associés à chaque classe d'entité du réseau, ci-après quelques captures qui montrent les structures du réseau géométriques :

OBJECTID*	Shape*	dc id	elevation	demand	pattern	Enabled
1	Point	CHA1	182,85	0	DOM	True
2	Point	CHA2	180,049	0,16434	DOM	True
3	Point	CHA3	180,049	0	DOM	True
4	Point	CHA4	179,039	0,137065	DOM	True
5	Point	CHA5	183,33	0,16434	DOM	True
6	Point	CHA6	186,46	0	DOM	True
7	Point	CHA7	186,46	0,45571	DOM	True
8	Point	CHA8	185,545	0,082915	DOM	True
9	Point	CHA11	179,839	0	DOM	True
10	Point	CHA12	181,7	0,109617	DOM	True
11	Point	CHA27	182,85	0	DOM	True
12	Point	CHA32	163,092	0,725271	DOM	True
13	Point	CHA33	142,876	0	DOM	True
14	Point	CHA56	180,983	0,27413	DOM	True
15	Point	CHA57	179,039	0,109617	DOM	True

FIGURE 19: CAPTURE D'ECRAN : TABLE ATTRIBUTAIRE DES NEUDS

OBJECTID*	Shape*	dc id	diameter	node1	node2	roughness	minorloss	status	length	Shape Length
1	Polyligne	KOL_1	90	KOL1	KOL2	0,25	0	OPEN	5	5,655276
2	Polyligne	KOL_3	90	KOL2	KOL5	0,25	0	OPEN	412	412,938047
3	Polyligne	KOL_6	150	KOL9	KOL10	0,1	0	OPEN	87	87,343598
4	Polyligne	KOL_7	100	KOL11	KOL12	0,1	0	OPEN	128	128,459454
5	Polyligne	KOL_8	110	KOL13	KOL14	0,25	0	OPEN	300	300,675465
6	Polyligne	KOL_9	90	KOL15	KOL16	0,25	0	OPEN	35	35,358385
7	Polyligne	KOL_10	150	KOL17	KOL18	0,5	0	OPEN	178	178,275934
8	Polyligne	KOL_12	50	KOL21	KOL22	0,25	0	OPEN	105	105,887841
9	Polyligne	KOL_13	100	KOL23	KOL24	0,5	0	OPEN	312	312,692283
10	Polyligne	KOL_16	80	KOL29	KOL30	0,25	0	OPEN	463	462,971473
11	Polyligne	KOL_17	100	KOL12	KOL31	0,1	0	OPEN	92	92,309676
12	Polyligne	KOL_18	110	KOL14	KOL32	0,25	0	OPEN	158	158,88969
13	Polyligne	KOL_19	200	KOL1	KOL33	0,5	0	OPEN	69	69,918477

FIGURE 20: CAPTURE D'ECRAN : TABLE ATTRIBUTAIRE DES CONDUITES

D'après les figures on remarque que la structure des tables attributaires comporte toutes les paramètres nécessaires pour l'élaboration des modèles hydraulique. Cette structure est importante pour établir le lien de la base de données vers le modèle de simulation pour des différents scénarios, de même dans le sens contraire c'est à dire du modèle vers la base de donnée, cette boucle c va nous permettra d'avoir une base de données dynamique et avoir le même niveau d'information entre le modèle et la BD. Vu que le SIG a une capacité de stockage très importante et une certaine flexibilité de traitement des informations, on sauvegarder le modèle dans la base de données SIG .dans le cas où on besoin de faire des simulations pour un scénario donné on va générer un fichier inp utilisable

Pour lancer des simulations et après on va intégrer les résultats de situation dans BD (voir chapitre 4).

La figure ci-dessous montre le réseau géométrique de la commune de Koléa, un format A3 sera délivré en annexe

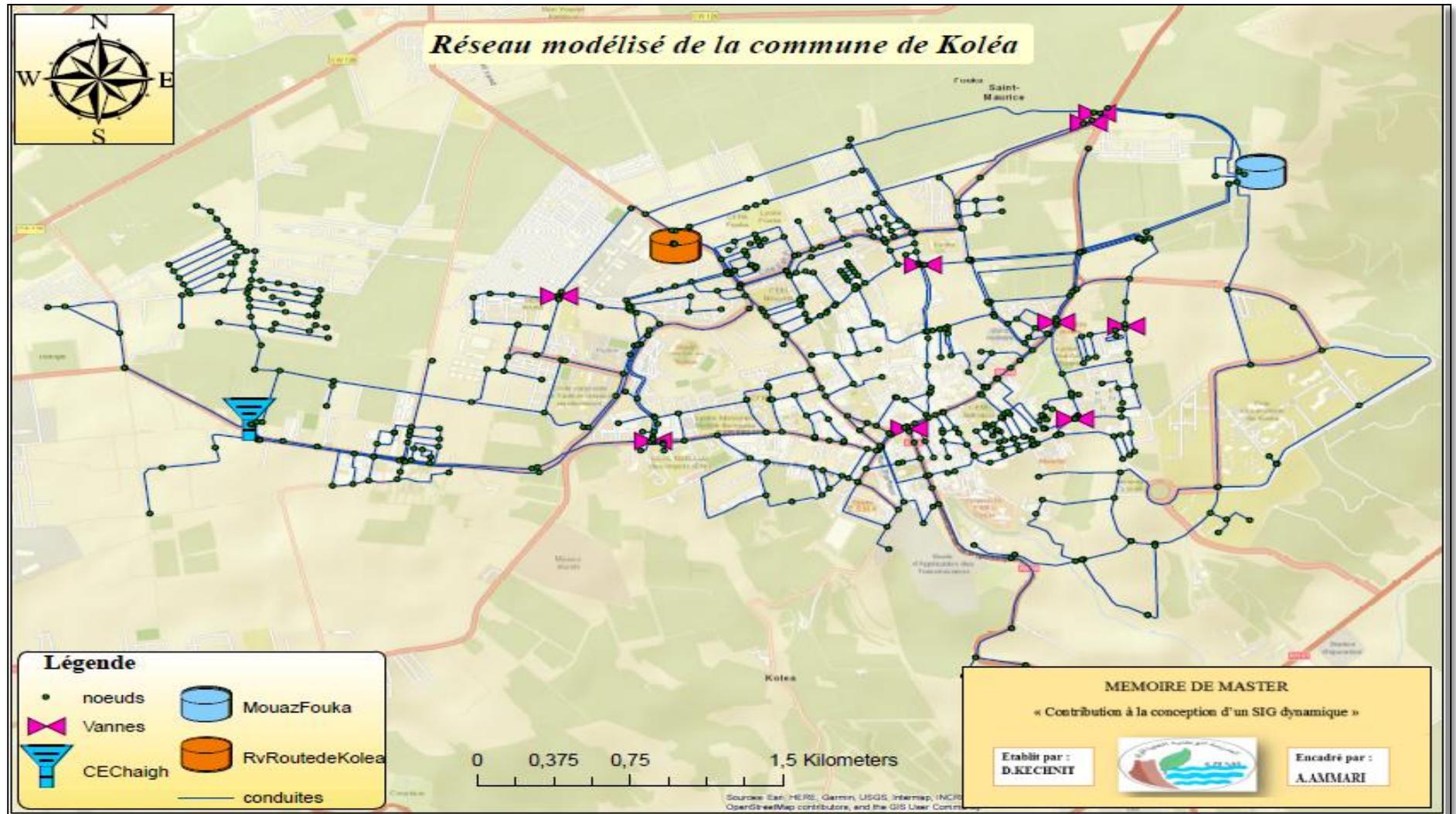


FIGURE 21: RESEAU GEOMETRIQUE DE LA COMMUNE DE KOLEA AVEC NŒUDS DE LA DEMANDE EN EAU

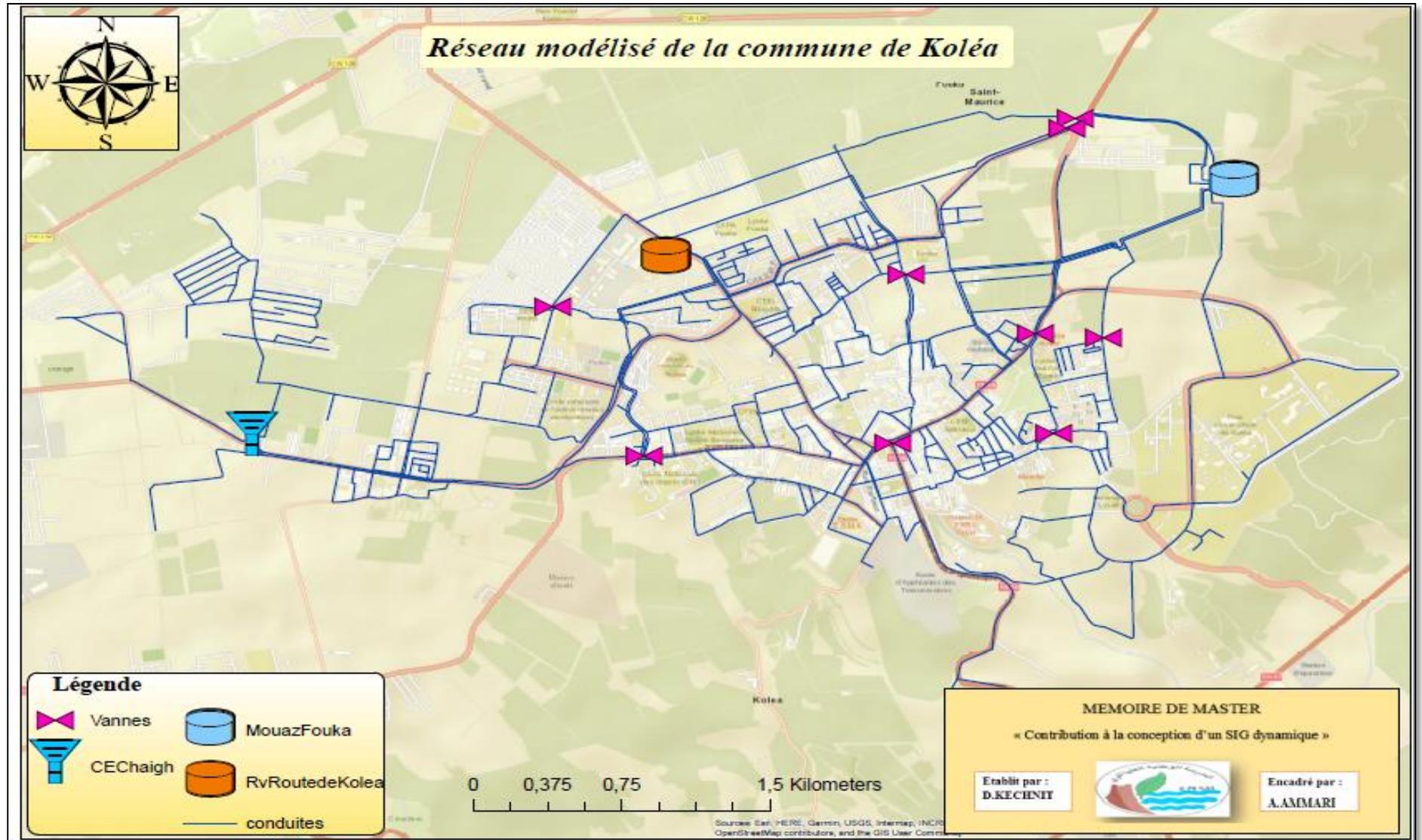


FIGURE 22: RESEAU GEOMETRIQUE DE LA COMMUNE DE KOLEA

3.4.3 Exemple d'application d'un réseau géométrique :

- **Parcours du réseau :**

Une fois le réseau géométrique est en service, des extensions de gestion fournit par Arc gis pour la gestion du réseau à titre d'exemple « *Analyse du réseau de distribution* »

L'analyse de réseau implique le parcours de réseau, ou recherche de parcours. Le terme recherche de parcours est utilisé pour décrire la construction d'un jeu d'éléments de réseau selon une certaine procédure. Les opérations de recherche de parcours reviennent à positionner une couche transparente sur une carte du réseau afin de rechercher tous les éléments du réseau qu'on souhaite les inclure dans les résultats.

- **Balises et interruptions :**

Les balises définissent les points de début des parcours. Si on va effectuer, par exemple, une recherche en amont, une balise nous permet de spécifier le début de la recherche. Les balises peuvent être positionnées n'importe où sur les tronçons ou jonctions. Lors d'une recherche de parcours, Arc gis utilise la jonction ou le tronçon sous-jacent comme point de départ. Les éléments de réseau connectés à ces tronçons ou jonctions peuvent être inclus dans le résultat de la recherche.

Les interruptions permettent de définir des points du réseau à partir desquels le parcours est arrêté. Si on souhaite effectuer une recherche sur une partie précise du réseau, on peut utiliser des interruptions pour isoler cette portion du réseau. A l'instar des balises, les interruptions peuvent être positionnées n'importe où sur les tronçons ou jonctions. Lors d'une recherche de parcours, Arc g considère que les entités de réseau sous-jacentes sont désactivées afin d'éviter que la recherche ne se poursuive au-delà de ces entités.

- **Exemple d'application pour le réseau de Koléa :**

A note que les résultats exprimé en couleur rouge c'est les résultats de l'analyse du réseau géométrique à travers l'extension « *Analyse du réseau de distribution* »

1) vérifier la connectivité du réseau par rapport aux réservoirs de Koléa :

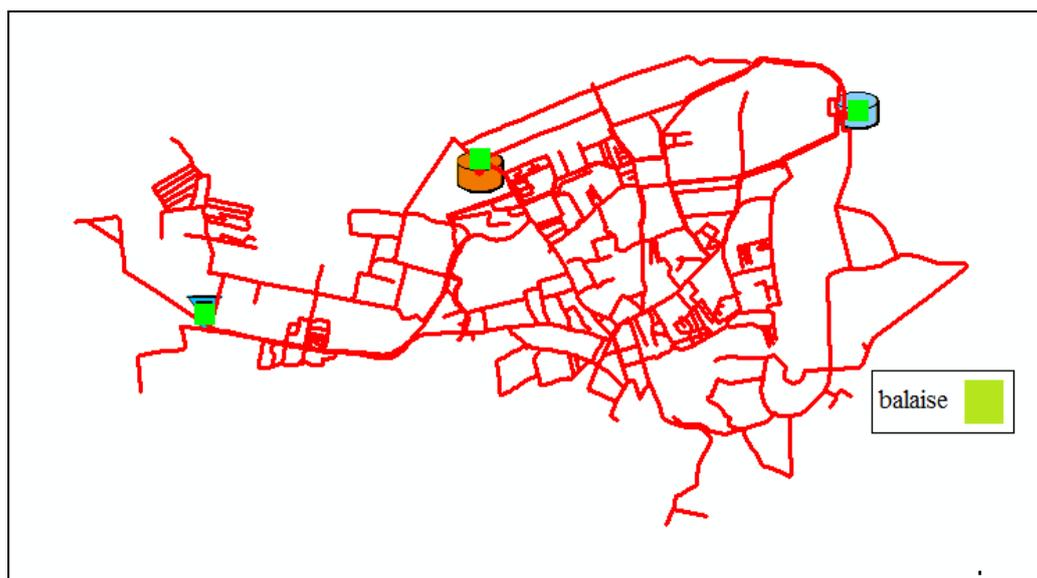


FIGURE 23: TOUTES LES ELEMENTS SONT CONNEXTE PAR RAPPORT AUX RESERVOIRS

- 2) Recherche les mailles du réseau : cette requête est efficace dans les réseaux maillé pour déterminer les mailles

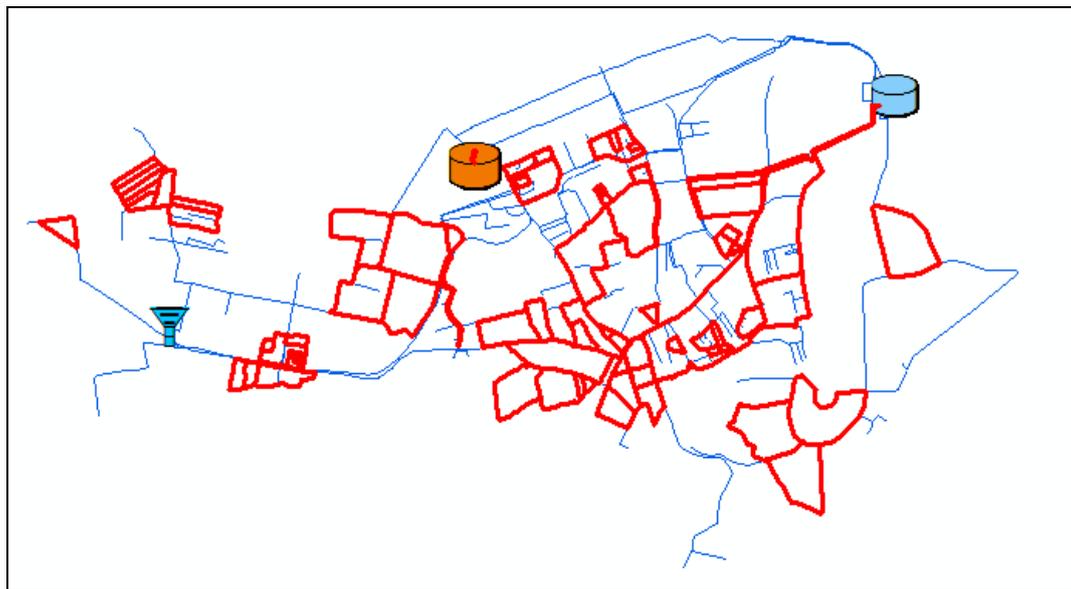


FIGURE 24: LA RECHERCHES DES MAILLES DANS LE RESEAU

- 3) Recherche le chemin le plus court entre deux points :

Dans le cas de Koléa le réservoir Mouaz alimente le château d'eau chaigh et le réservoir de route de Koléa, on peut déterminer le chemin le plus courts pour les alimenté, il faut juste vérifier la possibilité hydraulique (les cotes des réservoirs et la topographie) :

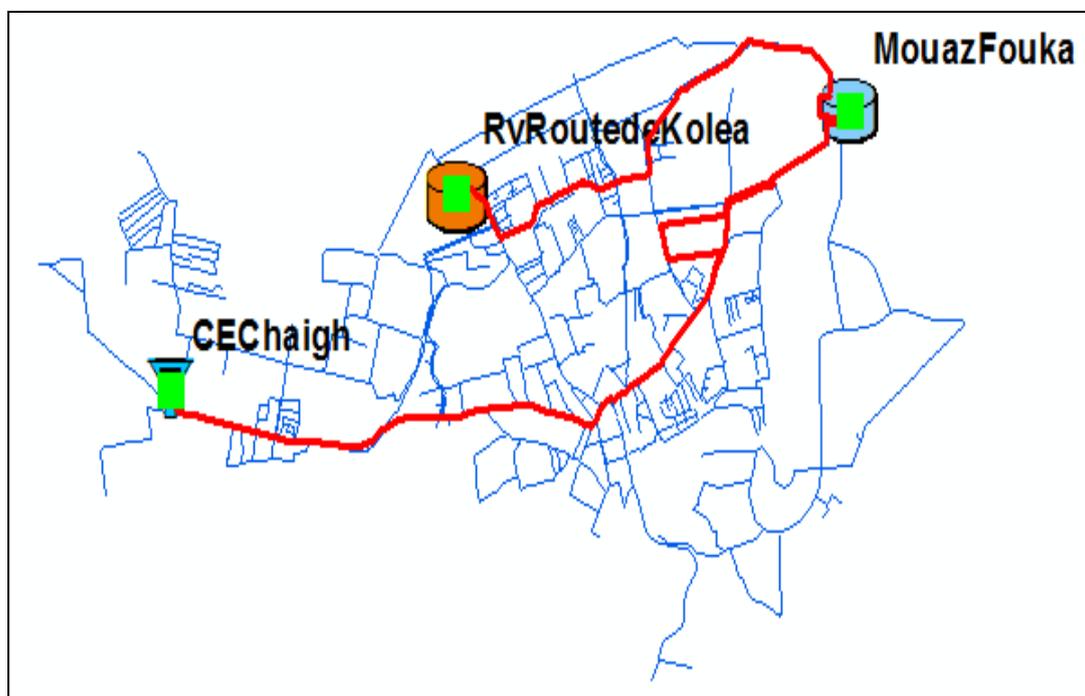


FIGURE 25: RECHERCHE LE CHEMIN LE PLUS COURTS ENTRE LES RESERVOIRS

- 4) Dans le cas des travaux de réparation voir les zones déconnectées des réseaux (coupures d'eaux) :

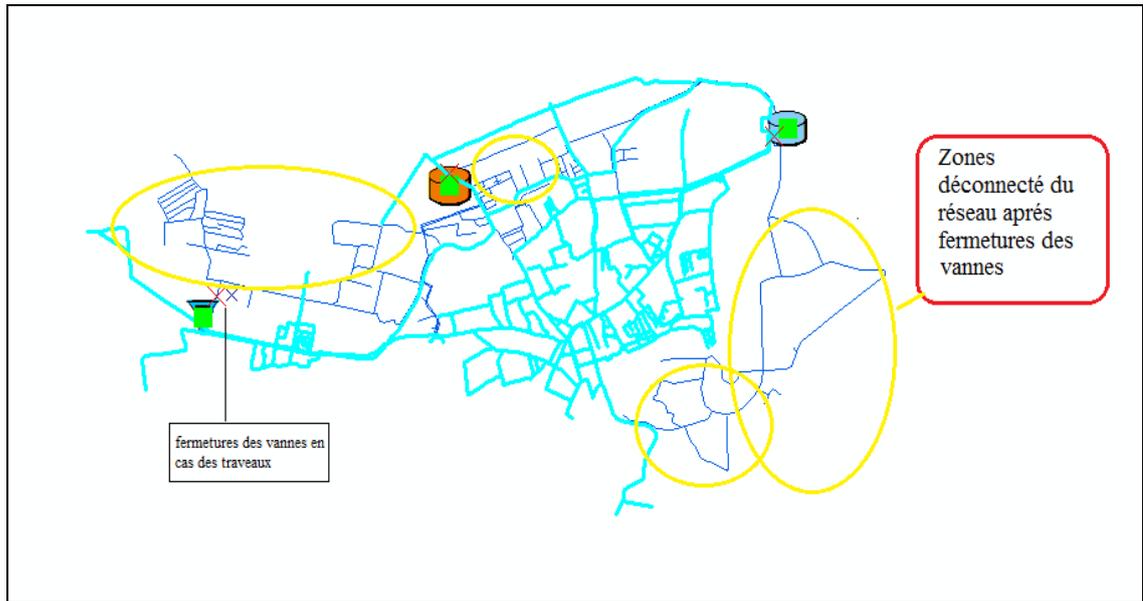


FIGURE 26: DETERMINER LES ZONES DECONNECTE DU RESEAU EN CAS DES TRAVAUX

- 5) Déterminer la conduite en aval pour un réservoir : (cas du réservoir de Mouaz) :

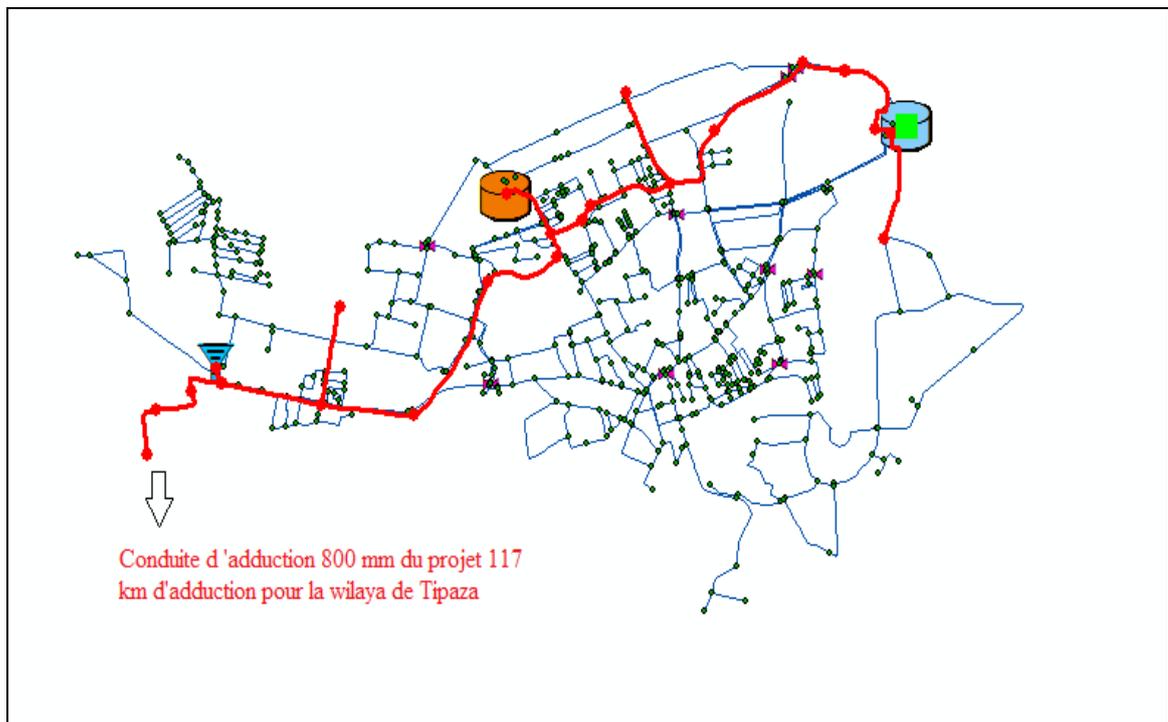


FIGURE 27: PARCOURS EN AVAL PAR RAPPORT A UN RESERVOIR

Conclusion :

L'application des SIG dynamiques sur un cas réel comme le réseau de la ville de Koléa nous a permis de faire émerger beaucoup d'avantage de ce type de couplage, on a pu étudier les paramètres hydrauliques du réseaux suivant toutes les conditions d'exploitation ; de la manœuvre des vannes , des cassures de conduites , travaux , isolation de réservoirs... etc.

De ce fait on peut dire que la modélisation d'un réseau d'alimentation en eau potable dans une géodatabase nous permet de contrôler l'information géographique, de même cette structure des données nous permet d'établir le lien vers les modèle de simulation.

L'intérêt de modélisé le réseau sur SIG c'est d'avoir une base de données dynamiques destinée à la modélisation hydraulique de même que corriger l'information par rapport à la réalité dans le cas d'un SIG destiné à la gestion quotidienne du réseau. C'est un moyen efficace de prise de décision.

Pour avoir un réseau géométrique dynamique l'intégration des paramètres des résultats de simulation est très importante, le chapitre qui suit-on va traiter de l'intégration des paramètres hydrauliques dans le réseau géométrique de la commune de Koléa.

CHAPITRE 4 : Intégration des paramètres hydrauliques

Introduction :

Après la conception d'un réseau géométrique de la commune de Koléa destiné à la gestion et la modélisation hydraulique, l'objectif de ce chapitre est d'intégrer les paramètres hydrauliques du modèle (Exemple : débits – pression).

L'intérêt d'intégrer ces paramètres c'est avoir une vision globale sur le comportement hydraulique, et utiliser le réseau géométrique comme un moyen de gestion et d'analyse pour améliorer le fonctionnement hydraulique des réseaux.

De même avoir la même structure des données (modèle hydraulique et base de données) pour ne pas avoir des difficultés d'établir le lien dans les deux sens en cas de mise à jour soit dans le modèle, soit dans la base de données SIG.

4.1 Calage du modèle avant l'intégration des données sur le SIG :

Le calage du modèle par rapport aux mesures réelle (débit – pression) nous permet d'avoir une vision globale sur le comportement hydraulique réel par rapport au réseau modélisé, cette étape de vérification est nécessaire pour donner une fiabilité aux outils d'analyse et d'avoir les bonnes décisions dans le cadre de gestion et de suivi.

4.1.1 Choix du site pour les mesures :

Le choix du secteur à mesurer doit être réalisé suivant les objectifs attendus de la mesure, à savoir, pour Koléa : la connaissance des débits nocturnes, des volumes distribués et de pressions en certaines parties du réseau.

Afin d'atteindre cet objectif, deux conditions sont nécessaires :

- L'alimentation continue et sans interruption pendant la mesure.
- La parfaite connaissance du secteur à mesurer et notamment des conditions d'étanchéité du secteur, celle-ci devront être totales.

Dans le cas où ces conditions ne sont pas satisfaites lors de la campagne de mesure, les résultats ne seront pas représentatifs.

En plus les conditions difficiles sur terrain est la connaissance du réseau est importante, le choix des appareils de mesures et leurs étalonnages est aussi important lors de la campagne de mesure. Une fois la campagne de mesure se déroule dans bonnes conditions, les résultats seront représentatives et peuvent-nous servira par la suite.

La figure ci-dessous montre les zones selon la fréquence de déserte en eau potable :

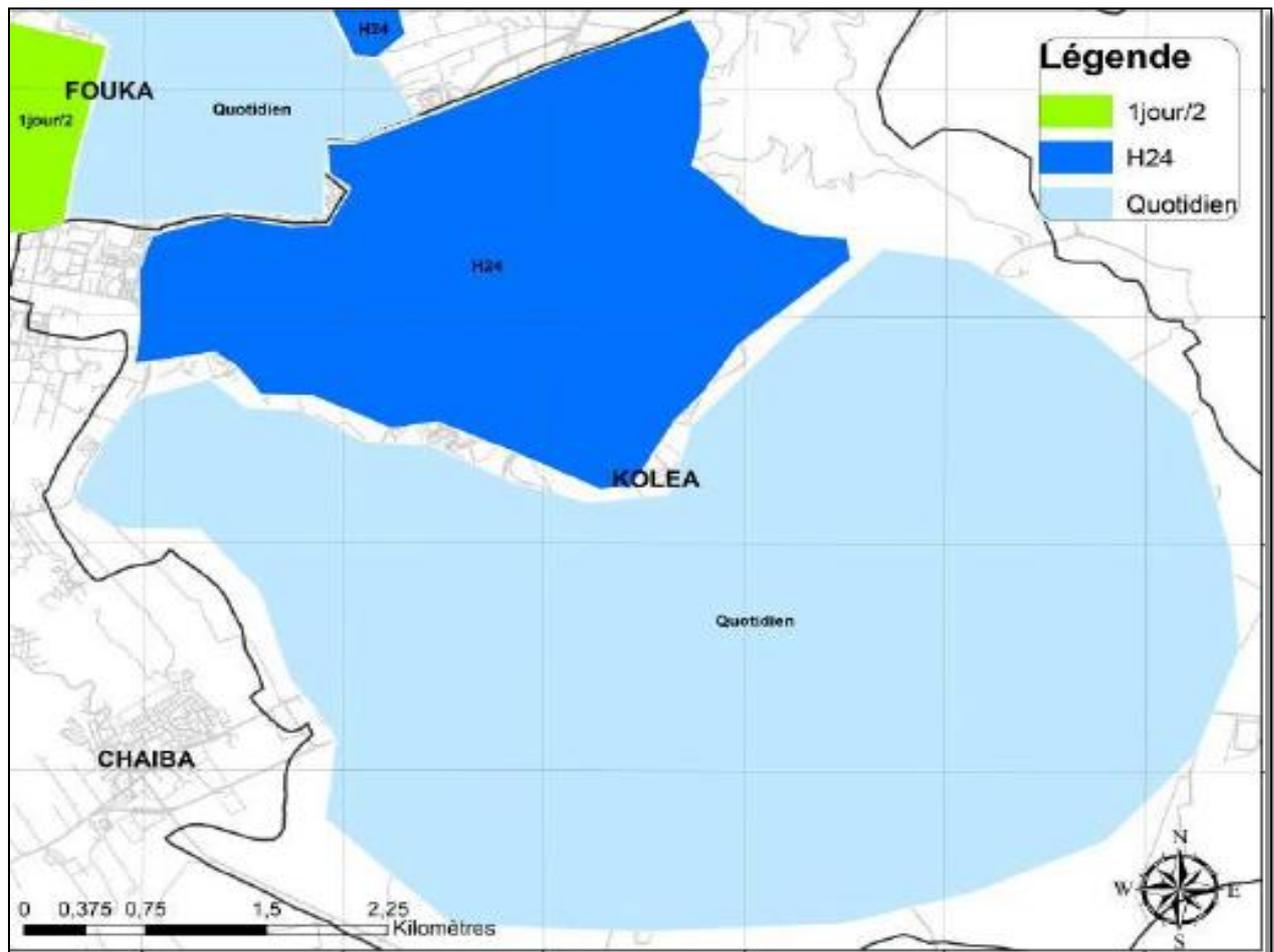


FIGURE 28: CARTE DES ZONES SELON LA FREQUENCE DE DESSERTE EN EAU DE LA COMMUNE DE KOLEA (SEAAL, 2015)

D'après l'analyse de la structure du réseau de distribution de la commune de Koléa, le secteur alimenté partir du réservoir Mouaz (30000+5000) a été retenue comme secteur de mesure.

4.1.2 Description du secteur du Réservoir Mouaz (30000+5000) m³ :

Ce sont les réservoirs les plus élevés de la commune (CTN 220 m NGA). Ils jouent un rôle très important dans le système d'adduction, étant donné qu'ils constituent les réservoirs de départ de la conduite de transfert des 117 km vers quelques communes de la wilaya de Tipaza.

Ils alimentent les réservoirs de Koléa (2000+1250) m³ mais aussi ceux de la commune de Fouka, Douaouda et Chaiba et jouent également le rôle de distribution en alimentant la majorité des habitants du centre-ville de Koléa. Les réservoirs sont alimentés via la station de pompage de Koléa et la station de dessalement de Fouka.

Construit en 2010, le réservoir 30.000 m³ est en bon état alors que le réservoir 5000m³ (époque coloniale) a fait l'objet récemment de travaux de réhabilitation.

Pour le secteur mesuré, la distribution est assurée par une conduite en DN300 amiante ciment.

4.1.3 Résultats de la campagne de mesure :

Pour le cas du secteur de Mouaz, 05 points de mesures de pression ont été retenue, et un seul point de mesure pour le débit, à la sortie du réservoir de Mouaz, la campagne de mesure s'étalé durant 5 jours, les résultats sont représentés dans les figures ci-dessous :

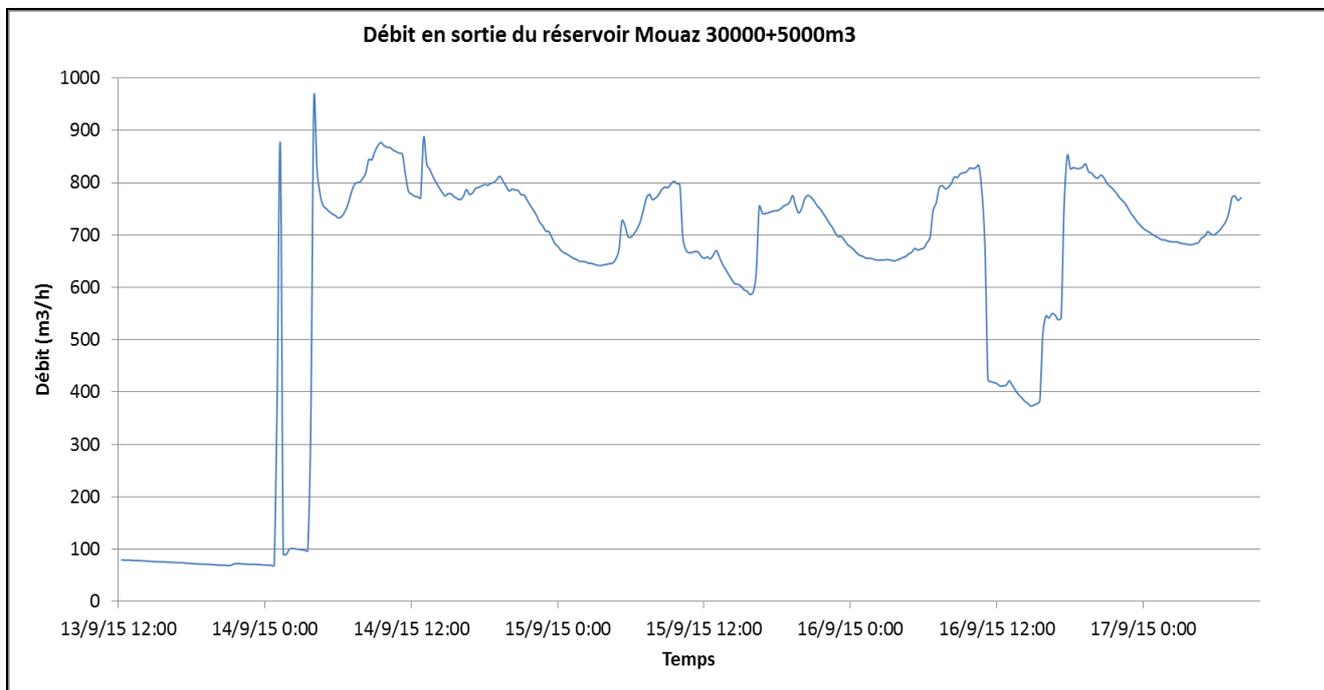


FIGURE 29: RESULTAT DE MESURES DU DEBIT SORTIE DE L'ETAGE DE MOUAZ

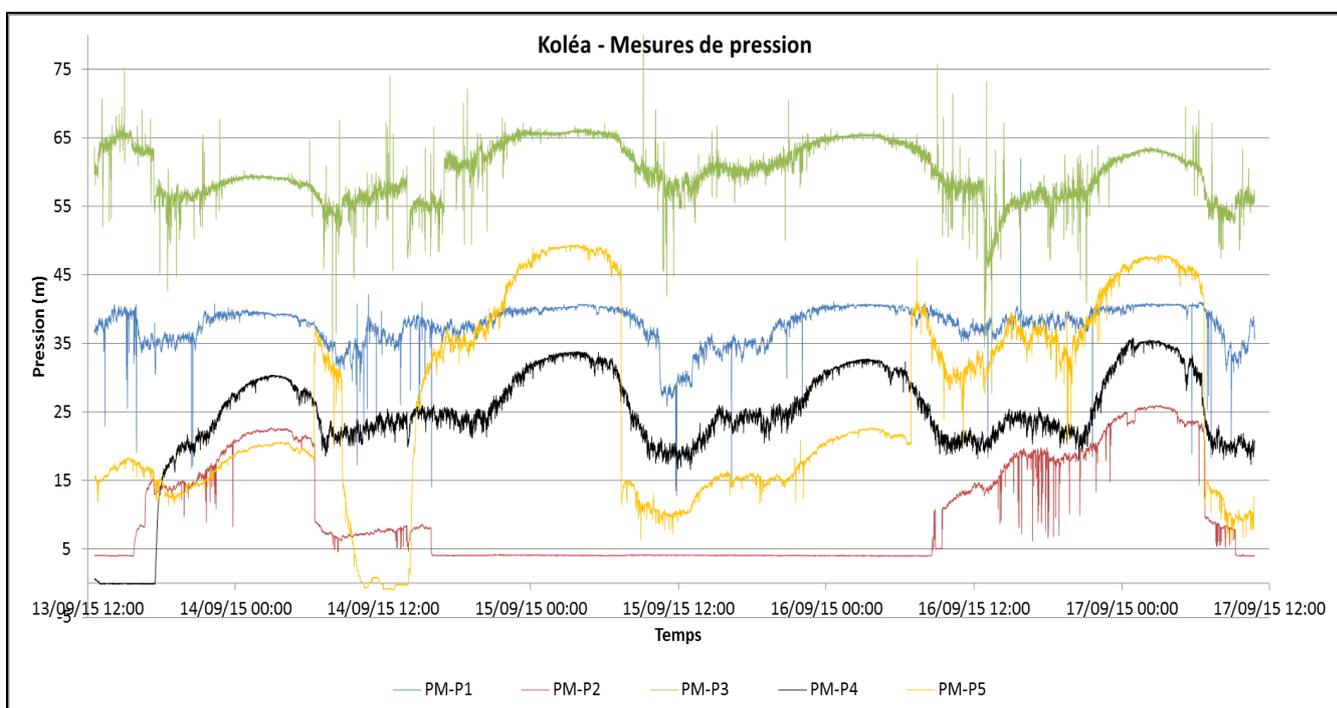


FIGURE 30: PROFILE DES PRESSIONS DANS LES POINTS DE MESURES

4.1.4 Interprétation des résultats de la campagne de mesure :

Les résultats de mesure nous permettent d'évaluer le comportement du modèle hydraulique par rapport à la réalité, dans le cas général on peut ne pas s'appuyer sur le comportement du modèle si ce n'est pas calé par rapport à des mesures réels, les figures ci-dessous montrent la comparaison entre les profils de pression simulé et les pressions mesuré sur terrain :

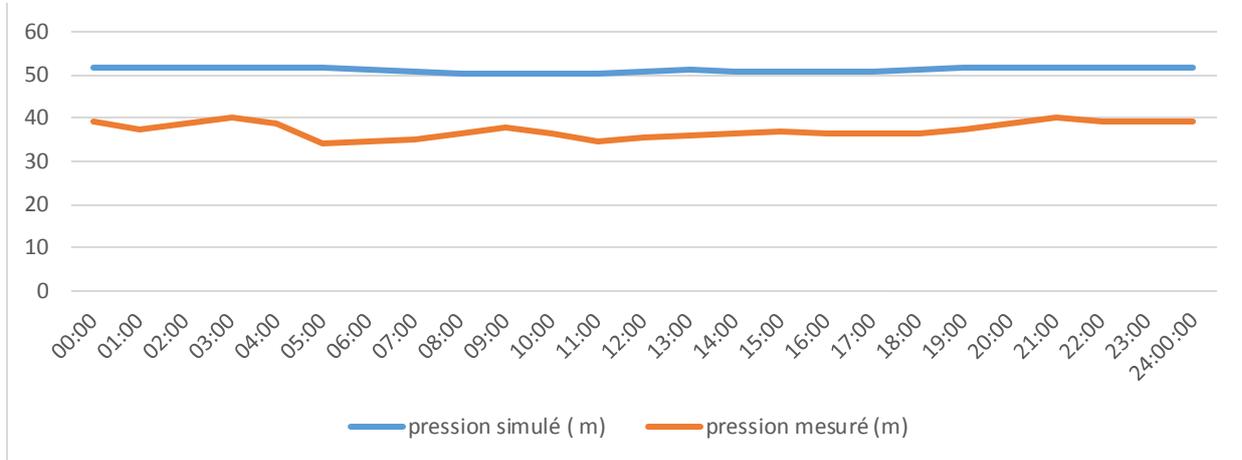


FIGURE 31: COMPARAISON DES PROFILS DE PRESSION DANS LE POINT DE MESURE PM1

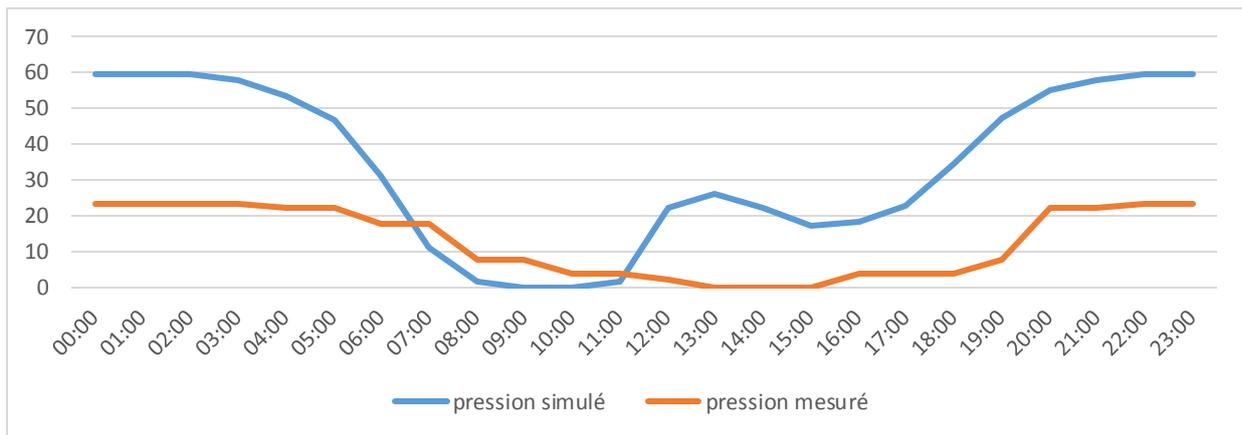


FIGURE 32: COMPARAISON DES PROFILS DE PRESSION DANS LE POINTS DE MESURE PM2

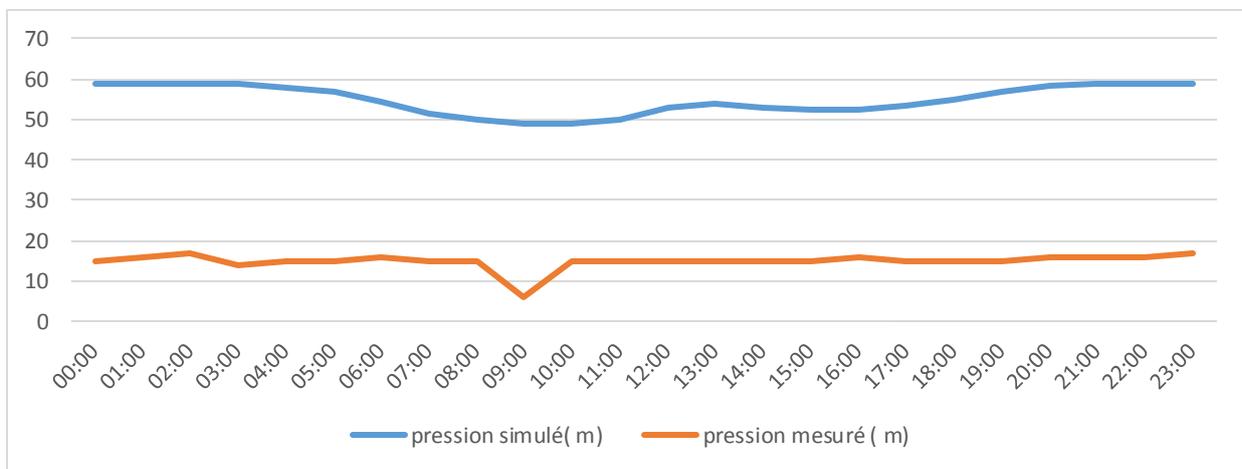


FIGURE 33: COMPARAISON DES PROFILS DE PRESSION DANS LE POINTS DE MESURE PM5

On remarque qu'il y a une différence entre les profils de pression simulés et mesurés, ce qui est due à plusieurs paramètres et hypothèses de base, par exemple :

- L'estimation de la demande en eau
- Le régime de consommation journalier
- L'estimation de la rugosité réelle des conduites et la date de poses
- L'état (ouverte ou fermé) et l'étanchéité des vannes de sectionnement entre les étages de distribution
- La mise à jour SIG des réseaux de distribution et l'intégration des travaux proposé
-

Donc le calage est une étape essentiel pour valider le comportement hydraulique du modèle, a noté que l'objectif de cette étude ce n'est pas de traité le calage des modèles hydrauliques, mais d'intégrer ces paramètres (débit-pression) dans un réseau géométrique modélisé dans une géodatabase, et de confirmer que si cette base de données sera utilisé dans le cadre de gestion, il faut que ces paramètres soit calé par rapport à des mesures réels

4.2 Intégration des paramètres hydraulique (débit-pression) :

4.2.1 Définition d'une jointure dans le SIG :

Joint les définitions et les valeurs des attributs de deux tables en fonction d'un attribut partagé. La jointure implique l'ajout des attributs (champs) d'une table à ceux d'un autre à travers un attribut ou attribut commun aux deux tables. Une jointure est généralement utilisée pour adjoindre des attributs supplémentaires à la table d'une couche géographique.

Par défaut, tous les enregistrements sont conservés lors de la jointure de tables. Si un enregistrement de la table cible n'a pas d'équivalent dans la table de jointure, il affiche des valeurs Nul pour tous les champs ajoutés à la table cible à partir de la table de jointure. (<http://desktop.arcgis.com>)

La figure ci-dessous montre un exemple de jointure entre deux tables :

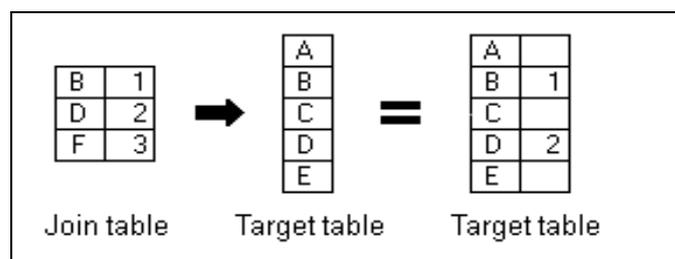


FIGURE 34: EXEMPLE D'UNE JOINTURE (AVEC TOUTES LES ENREGISTREMENT SONT CONSERVE)

Lorsque l'option Conserver uniquement les enregistrements correspondants est activée, si un enregistrement de la table cible n'a pas d'équivalent dans la table de jointure, il est supprimé de la table cible résultante. Si la table cible représente la table attributaire d'une couche, les entités sans données jointes n'apparaissent pas sur la carte, voir la figure ci-dessous :

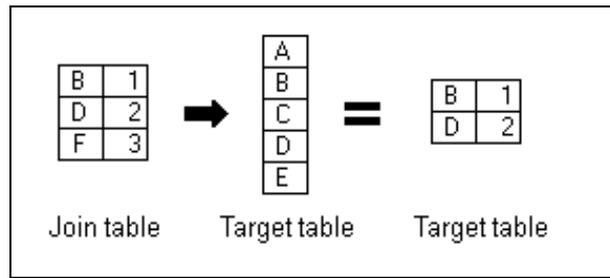


FIGURE 35: JOINTURE DE DEUX TABLES (CONSERVATION UNIQUE)
 ((HTTP://DESKTOP.ARCGIS.COM))

Donc on intègre les valeurs de pression et de débit horaires à partir du modèle hydraulique vers le réseau géométrique dans la géodatabase à travers les jointures entre les tables (fichier inp du modèle _table attributaire du réseau géométrique). Vu que la structure est la même valider (voir chapitre 2) et la boucle et effectuer entre le modèle et le SIG (voir chapitre 3), et que ces valeurs doivent être comparé par rapport aux mesure réels pour une représentation pratique (l'objet du chapitre 4) on peut faire la jointure entre les tables voir les figures ci-dessous :

OBJECTID*	Shape*	dc id*	elevation	demand	pattern	Enabled	Pression
1	Point	CHA1	182,85	0	DOM	True	35,12
2	Point	CHA2	180,049	0,16434	DOM	True	37,74
3	Point	CHA3	180,049	0	DOM	True	34,78
4	Point	CHA4	179,039	0,137065	DOM	True	35,8
5	Point	CHA5	183,33	0,16434	DOM	True	34,18
6	Point	CHA6	186,46	0	DOM	True	31,05
7	Point	CHA7	186,46	0,45571	DOM	True	28,29
8	Point	CHA8	185,545	0,082915	DOM	True	29,22
9	Point	CHA11	179,839	0	DOM	True	35,09
10	Point	CHA12	181,7	0,109617	DOM	True	33,14
11	Point	CHA27	182,85	0	DOM	True	35,12
12	Point	CHA32	163,092	0,725271	DOM	True	54,36
13	Point	CHA33	142,876	0	DOM	True	74,58
14	Point	CHA56	180,983	0,27413	DOM	True	34,05

FIGURE 36: CHAMP DE LA JOINTURE ENTRE LA TABLE DU MODELE ET LE RESEAU GEOMETRIQUE

Pour intégrer les valeurs de pression on va faire la jointure sur le champ identifiant du nœud

(Dc_id) vu que on a gardé la même codification entre le modèle et le réseau géométrique de même pour les valeurs de débits voir la figure ci-dessous :

OBJECTID*	Shape*	dc id	diameter	node1	node2	roughness
1	Polyligne	KOL_1	90	KOL1	KOL2	0,25
2	Polyligne	KOL_3	90	KOL2	KOL5	0,25
3	Polyligne	KOL_6	150	KOL9	KOL10	0,1
4	Polyligne	KOL_7	100	KOL11	KOL12	0,1
5	Polyligne	KOL_8	110	KOL13	KOL14	0,25
6	Polyligne	KOL_9	90	KOL15	KOL16	0,25
7	Polyligne	KOL_10	150	KOL17	KOL18	0,5
8	Polyligne	KOL_12	50	KOL21	KOL22	0,25
9	Polyligne	KOL_13	100	KOL23	KOL24	0,5
10	Polyligne	KOL_16	80	KOL29	KOL30	0,25
11	Polyligne	KOL_17	100	KOL12	KOL31	0,1
12	Polyligne	KOL_18	110	KOL_14	KOL_32	0,25

FIGURE 37: CHAMP DE LA JOINTURE DES DEBITS DANS LES CONDUITES

Après avoir intégré les paramètres hydrauliques après la simulation, on peut faire des analyses avec des cartes et des symbologie, les figures ci-dessous montrent des analyses spatiales sur les vitesses et les pressions pour le réseau de Kolas, des faibles vitesses l'heur de points s'expliquent par le surdimensionnement des conduites.

La représentation des paramètres hydrauliques, tel que les vitesses et les pressions nous permet d'avoir une vision globale sur le comportement hydraulique et localisé les zones ou les point de disfonctionnement de façon rapide et efficace. En plus la possibilité de stocker les informations dans une géodatabase est illimité par rapport à la capacité (mémoire), donc on peut avoir une représentation des paramètres hydrauliques avant et après travaux pour voir l'état d'avancement et cibler les zones de priorité (les points stratégique tel que les hôpitaux, les casernes ...etc.), des formats A3 seront délivré en annexe :

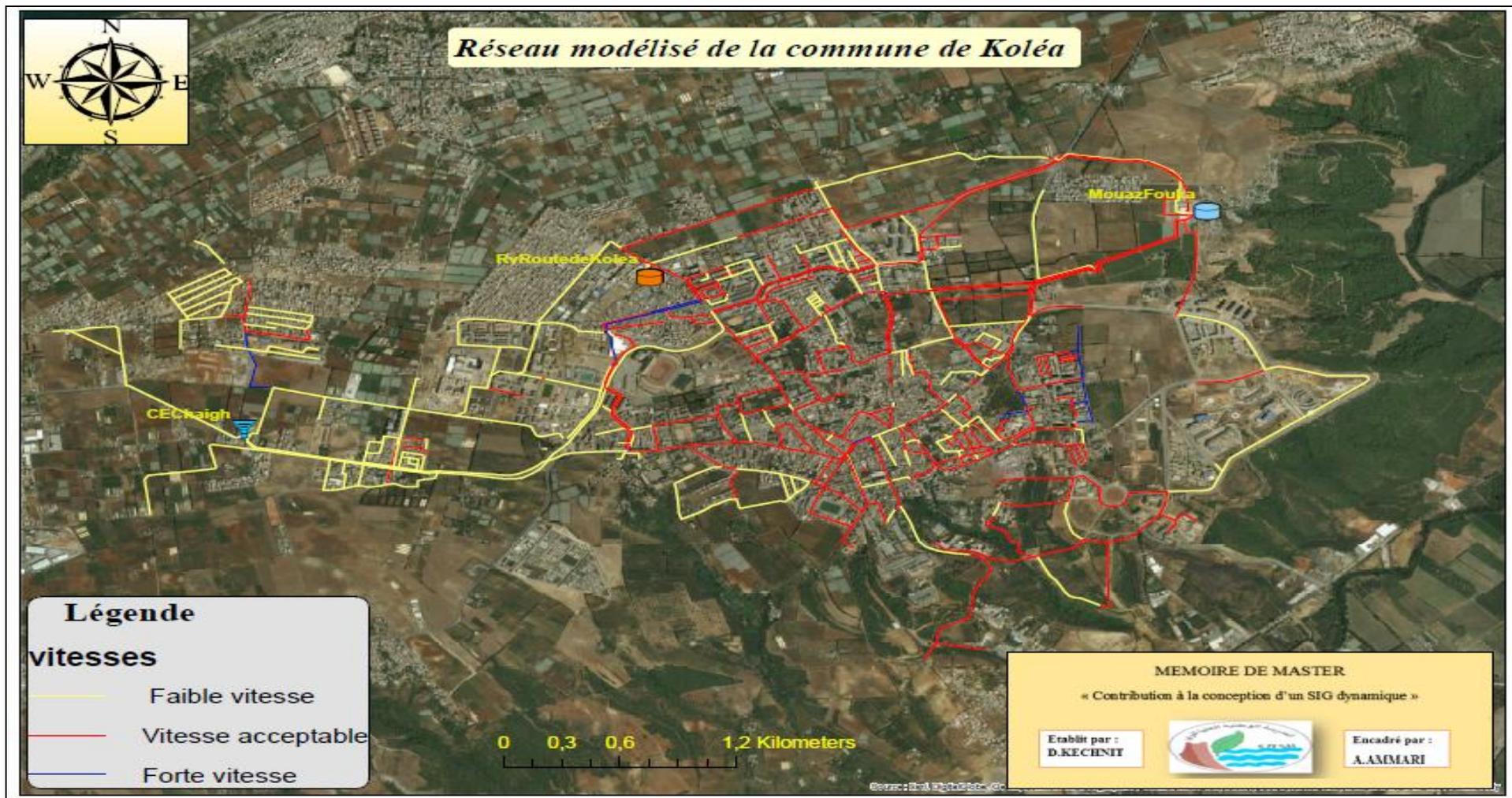


FIGURE 38: CARTE DES VITESSES DANS LES CONDUITES DE DISTRIBUTIONS

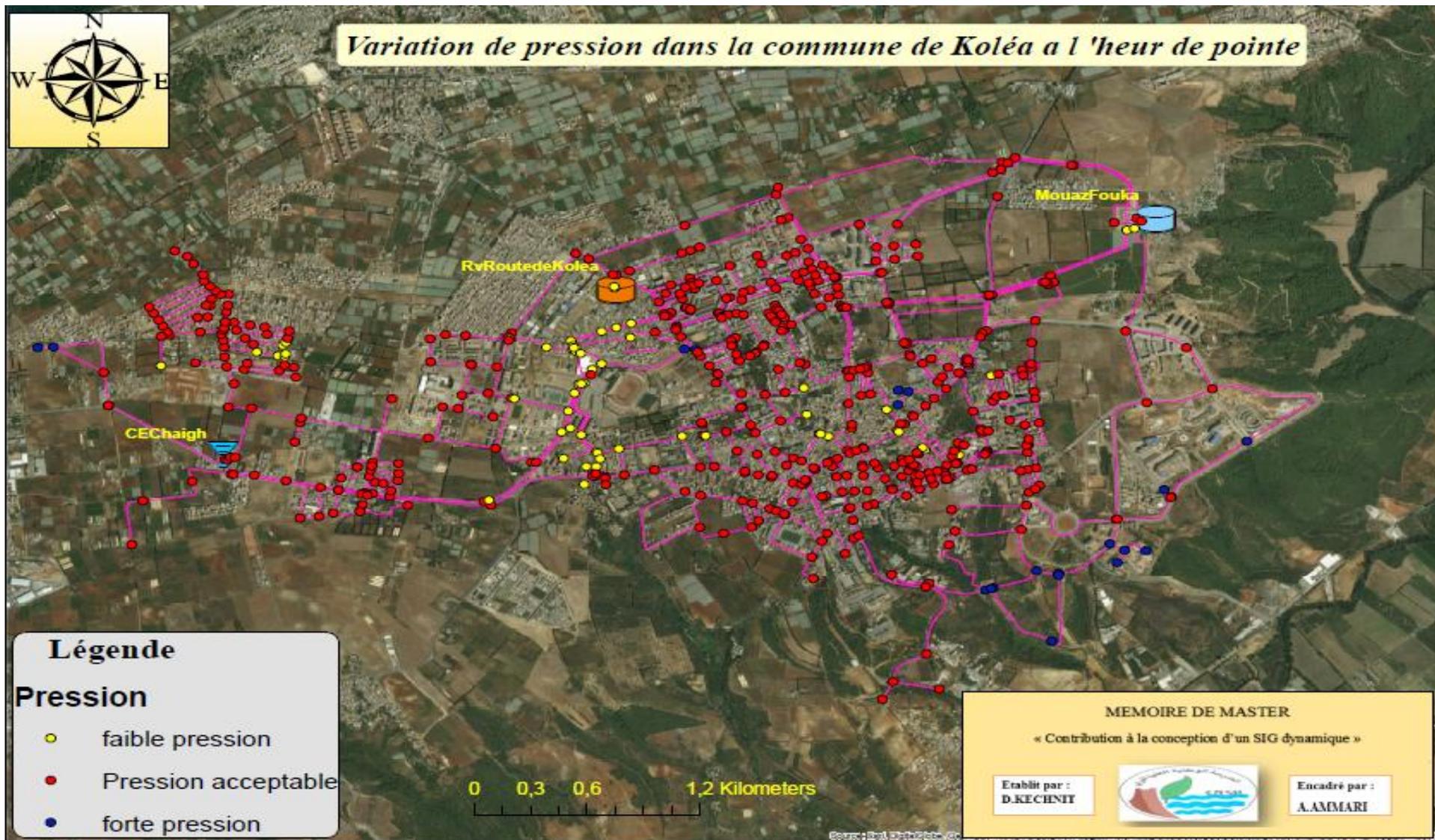


FIGURE 39: VARIATION DE PRESSION DANS LA COMMUNE DE KOLA A L'HEURE DE POINTE

Conclusion :

La modélisation d'un réseau géométrique dans une géodatabase et l'intégration des paramètres hydraulique (débits, pression, vitesses) nous permet de mieux gérer et comprendre le fonctionnement hydraulique des réseaux de distribution.

L'étape de calage des réseaux par rapport aux mesures réelles nous permet de valider et comparer le comportement hydraulique par rapport à la réalité ce qui va donner une efficacité d'application aux modèle et des bonnes résultats. Mais celle-ci ne peut se faire convenablement qu'avec plus de données et de points de mesures, chose qui nous a manqué dans le cas du réseau de Koléa, car avec un seul point de mesure des débits il est difficile de faire un calage parfait.

L'objectif de modéliser un réseau géométrique dans une géodatabase c'est la gestion du système hydraulique, la structure de ce réseau nous permet d'établir le lien vers les modèles à travers les jointures entre les tables de même de générer des fichiers inp utilisable directement avec le logiciels Epanet et de revenir de même à partir du modèle vers le réseau géométrique, cette liaison facilite la compréhension des réseaux et les disfonctionnement hydraulique.

Le domaine d'application des réseaux géométrique ne se limite pas à l'échelle d'une commune ou un réseau, on peut l'appliquer même à l'échelle des réseaux d'adduction ou à l'échelle des wilayas (cas des schémas directeurs).

Conclusion générale

La modélisation des systèmes de distribution d'eau potable à travers les réseaux géométriques adoptés dans cette étude faisant appel à des différents niveaux de modélisation, chacun s'inscrit dans une classe particulière, reste à élaborer une méthodologie à suivre. En effet, une base de données SIG et créer pour répondre à un besoin bien précis. L'objectif d'utiliser les réseaux géométriques c'est d'élaborer des modèles qui représentent le comportement hydraulique actuel, sur la base de l'état actuel et en prenant des considérations d'autres paramètres par rapport aux horizons futurs, un programme des travaux sera planifié (court ou bien long terme) pour améliorer le fonctionnement hydraulique. La source des données pour le modèle hydraulique est la base de données SIG, dans le cas où l'information n'est pas maîtrisée dans la base de données, les résultats de modélisation ne seront pas représentatifs et peuvent nous conduire à des erreurs soit du côté technique, soit du côté économique.

Avant la mise en service de la base de données, le parcours de la collecte de données vers la création de la géodatabase et les contraintes d'intégrité doit être validé par les exploitants du réseau pour avoir une fiabilité par la suite des données d'entrée pour les modèles, de plus une campagne de mesures doit être faite pour comparer le comportement hydraulique réelle par rapport aux résultats de simulation. Une fois le modèle est calé la représentation des résultats de simulation doit être faite dans la base de données à travers les jointures entre les tables, pour un SIG dédié au métier (un SIG de gestion) cette représentation est importante pour analyser et avoir des bonnes décisions dans le cadre technique. Le couplage des modèles hydrauliques avec la base de données SIG est important pour faire des mises à jour et des modifications nécessaires à chaque scénario de simulation.

A travers le réseau géométrique on peut faire des analyses instantanées à travers l'extension « analyses des réseaux géométriques », tel que la connectivité des réseaux par rapport au réservoir, les zones déconnectées du réseau après les fermetures des vannes et d'autres analyses qui ne sont fournies qu'avec l'extension d'un réseau géométrique. Le couplage des fonctionnalités des réseaux géométriques avec les résultats de simulation nous permet d'avoir un modèle de gestion dynamique qui peut être un outil qui aide à la prise de décision et de palier à toutes anomalies de façon rapide et efficace.

Références Bibliographiques

- ✓ **Abdelbaki Chérifa, 2014**, modélisation du réseau d'alimentation en eau potable Et contribution à sa gestion à l'aide d'un SIG –cas du groupement urbain TELEMEN « THESE DOCTORAT. »
- ✓ **LAURINI R, François M-R 1993** «les bases de données en géomatique »
- ✓ **Dimitri S., Bakary D., 2007**, L'utilisation des systèmes d'information Géographiques dans les Instituts/Bureaux nationaux de statistiques africaines, Africain Statistique Journal Vol 5
- ✓ **Soudani Kamel 2006** « Initiation aux Systèmes d'Informations Géographiques sous ARCGIS 9 (ESRI- Environnemental System Research Institute) Module Géomatique – 2005/2006 – Université d'Orsay
http://www.esi.u-psud.fr/IMG/pdf/init_arcgis_juillet06.pdf
- ✓ **Dominique Schneuwly, Regis Caloz, 23.10.2013** Modélisation conceptuelle des données *Geographic Information Technology Training Alliance*
<http://www.gitta.info.pdf>
- ✓ **AYARI Khadija1, CHABAANE LILI Zohra2** «Conception d'un modèle de données pour les réseaux d'eau potable de la SONEDE et validation sur le réseau d'Amilcar I. URME, ENIT, Université de Tunis El Manar, Tunisie
- ✓ **Christopher Akpé AMANY Jean, 2013** « Mise en place d'un SIG en vue de la gestion des données du service de cadastre de Bingerville : cas de la section EP » Institut National Polytechnique Felix-Houphouët Boigny (INP-HB) ; Ecole Supérieurs des Travaux Publics(ESTP) (mémoire en ligne)
- ✓ **Aretlia groupement, 2016** « Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable de la Wilaya de Tipasa Modélisation du réseau et dimensionnement - Commune de Koléa Mission C - Rapport de Modélisation - v2»
- ✓ **Franceschi Silvia & Antonello Andrea, December 2015** «GIS tools for water supply systems: an implementation using JGrass Tools and gvSIG»
- ✓ **Igor Blindu, 2013** Thèse de doctorat « Outil d'aide au diagnostic du réseau d'eau potable pour La ville de Chisinau par analyse spatiale et temporelle des dysfonctionnements hydrauliques »
<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00779032>
- ✓ **Damien GALARRAGA, 2013** « Descriptif Technique des géodatabase (GDB) mises à disposition » *Conseil Régional de la Guyane - Plateforme régionale SIG – 2013*

- ✓ **Jerry Edwards , Edwards Koval ,Brian Lentd,Adrainne Black , Lars Christian, Paul Hauffen , 2013** « Benefits of integration GIS and hydraulics modelling » hydraulic_modeling_and_gis.pdf

- ✓ **RASOOLI Ahmadullah and KANG Dongshik 2016** « Designing of Hydraulically Balanced Water Distribution Network Based on GIS and EPANET» Graduate University of The Ryukyus Okinawa, Japan. (IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 7, No. 2, 2016

- ✓ **Guillaume BARJOT, 2016** « Le SIG à travers le Qgis » Formation Aretlia groupe

- ✓ **site internet :**
 - <http://desktop.arcgis.com/fr/arcmap/10.3>
 - <http://resources.arcgis.com>
 - http://www.guyane-sig.fr/data/services_web/portail/documents/DT_GDB-MG1-01.pdf
 - <https://www.labri.fr/perso/zemmari/m1dfac/c4.pdf>
 - http://www.guyanesig.fr/data/services_web/portail/documents/DT_GDB-MG1-01.pdf

Annexes

HYDRAULIQUE GENERALE

VISCOSE CINEMATIQUE	1.0 E-06	m ² /s				
RUGOSITE DE DARCY- WEISBACH (MM)	PVC	PEHD	FON TE	ACIER	AMC	Béton - BPTA
VALEUR GENERALE CONDUITES ANCIENNES	0,1 0,25	0,1 0,25	0,5	0,5	0,5	0,5

CALCUL DES DEBITS : DEMANDE EN EAU ET EVOLUTION

CONSOMMATION DOMESTIQUE	Chiffres de population ONS par district et projections 2030					
CONSOMMATION DOMESTIQUE	Demande en eau approuvée (scénario haut), desserte 100 % en 2018					
CONSOMMATION NON DOMESTIQUE	Administration et institutions : évolution comme conso domestique					
	<i>Industries :</i>	+ 3% par an		<i>Tourisme :</i>		Taux d'occupation 70 %

**CALCUL DES DEBITS : PROFIL DE CONSOMMATION (COEFFICIENT DE
POINTE HORAIRE)**

CATEGORIE USAGERS	conso domestique	conso non domestique
POINTE HORAIRE COEFFICIENT HEURE CREUSE	1,7 0,45	1,6 0,45

CALCUL DES DEBITS : COEFFICIENT DE POINTE SAISONNIERE

Zone	Koléa
Valeur	1,36

Annexe 2 :

- Plan du réseau modélisé avec les nœuds de consommation.
- Plan du réseau modélisé sans les nœuds de consommation
- Plan de variation de vitesse dans le réseau à l'heure de pointe
- Plan Variation de pression dans le réseau à l'heure de pointe