

# Gestion technique d'un réseau d'alimentation en eau potable à l'aide d'un système d'information géographique (application à la ville de Mascara)

*Sid Ahmed MOKHDAR\**  
*Bouhadjar MEGUENNI\*\**

## Résumé

Devant la dynamique de croissance importante et la concentration des populations dans les tissus urbains, les services gestionnaires sont confrontés de plus en plus à des problèmes de gestion et d'entretien des réseaux de distribution d'eau potable.

La connaissance de ces réseaux est aléatoire et souvent dépendante de la mémoire humaine (fontenier, opérateur, garde des eaux,.....). Par conséquent, cette situation devient problématique aussi bien pour les techniciens dans leurs travaux quotidiens que pour les gestionnaires lors d'une prise de décision.

Pour faire face à ces problèmes, parmi les nombreux outils d'investigations qui ont vu le jour pour la gestion technique de ces réseaux d'AEP.

Il en est un qui est particulièrement destiné à aider les gestionnaires, de prévoir et comprendre les phénomènes hydrauliques qui s'y déroulent. Il permet aussi de dimensionner les extensions, les renforcements, et de simuler son fonctionnement.

C'est un véritable outil d'exploitation permettant le diagnostic du réseau. Il s'agit des systèmes d'information géographique SIG.

Notre communication illustre la puissance de cet outil dans la contribution à la gestion technique du réseau d'AEP.

Une application a été mise en place « Gestion technique de l'eau potable » sur une zone test : la ville de Mascara.

### Mots clés

Réseaux d'alimentation en eau potable, systèmes d'informations géographiques, gestion technique de l'eau potable.

## Introduction

En milieu urbain, et de plus en plus fréquemment en milieu rural, l'eau est livrée aux utilisateurs sous pression grâce à un réseau de distribution. L'eau ainsi distribuée sert à la satisfaction de la demande domestique (correspondant à différents usages : boisson, cuisine, hygiène, lavage etc.) Mais aussi de demandes municipales (nettoyage des rues, lutte contre l'incendie, jets d'eau et fontaines etc.), de demandes collectives (hôpitaux, écoles) et éventuellement de demandes industrielles ou agricoles.

Les besoins actuels et futurs liés aux applications de gestion et d'exploitation des réseaux d'alimentation en eau potable sont donc énormes. En effet, la gestion d'un réseau d'alimentation en eau potable, l'entretien des réseaux, l'optimisation de la distribution sont devenues des opérations très difficiles à gérer moyennant les supports usuels tels que les plans, cartes ou photographies.

La connaissance de ce réseau est aléatoire et souvent dépendante de la mémoire humaine (fontenier,

---

\* Laboratoire central des eaux, Algérienne des eaux, Mascara.

\*\* Laboratoire central des eaux, Algérienne des eaux, ONTS, Division de Géomatique, Mascara.

garde des eaux, chef secteur, etc.), par conséquent cette situation devinée problématique aussi bien pour les techniciens dans leurs travaux quotidiens que pour les gestionnaires lors d'une prise de décision.

A cet effet, l'introduction de l'outil informatique s'avère inévitable, des nouveaux outils d'investigation tels que les systèmes d'informations géographique (SIG) sont utilisés comme outils appropriés afin de résoudre de nombreux problèmes tel que la mise à jour, l'exploitation des données et de favoriser une approche inter disciplinaire des problèmes de développement liés à ces derniers.

Cet article illustre la puissance de cet outil dans la contribution à la gestion des infrastructures et notamment du réseau d'eau potable de la ville de Mascara (51.000ml de canalisation-105950 habitants).

## **Démarche adoptée**

L'implantation d'un système d'information doit s'intégrer dans une démarche plus large d'analyse des objectifs du système et des besoins des usagers pour éviter l'écueil du SIG d'une meilleure efficacité mais sans véritable utilité.

Dans ce cadre, le système doit prendre en compte les données géographiques et thématiques acquises à des pas de temps et des échelles variées.

La démarche suivie combine l'expertise et une méthode de mise en place d'un système d'information calqué au départ sur une méthode type Merise, avec les étapes suivantes :

Inventaire de l'information spatialisée et thématique gérée par les différentes équipes, analyse des besoins.

Choix des échelles et objets spatiaux.

Analyse conceptuelle des données et traitements (UML<sup>1</sup>).

Etude du couplage avec les modèles externes.

Réalisation d'une maquette sous MapInfo<sup>2</sup> et Access<sup>3</sup>.

Mise en cohérence des données.

Implémentation de la base.

La méthodologie développée utilise différents outils et méthodes issues : des bases de données géographiques, de modélisation hydraulique et d'algorithmes géométriques, d'analyse spatiale et théorie de graphes.

L'outil est testé sur toute la ville, l'ensemble du réseau est pris en compte après la validation par les services techniques de la ville de Mascara.

## **Inventaire des données et analyse des besoins**

Une phase d'analyse des besoins et d'inventaire des données existantes, qu'elles soient thématiques ou spatiales, précède la modélisation. Elle implique de recenser parallèlement les sources externes de données (existence d'études spécifiques, travaux antérieurs). Il fallait donc extraire de toutes ces informations les plus précises et pertinentes pour la question traitée, et les mettre en commun.

Un premier travail d'inventaire a permis d'établir un catalogue des données géographiques précisant la date d'acquisition, la source des données, l'échelle d'origine, le référentiel, le gestionnaire de l'information.

Le résultat obtenu suite à cette analyse est la création de nouvelles couches d'information validées dans un référentiel commun.

En ce qui concerne les données thématiques, l'analyse de l'existant permet de collecter les informations, leur mode et fréquence d'acquisition, leur support, leur fréquence de mise à jour, leur disponibilité. Ceci a permis d'aboutir à la mise en place d'une première version du dictionnaire des données (voir figure 1).

---

<sup>1</sup> Unified Modelling language.

<sup>2</sup> MapInfo Professionnel (logiciel SIG).

<sup>3</sup> Microsoft Access (SGBD R).

## Choix des échelles de travail et des objets spatiaux pertinents

L'inventaire et les premières analyses des besoins réalisés doivent permettre d'avancer suffisamment la réflexion pour aboutir au choix d'échelles et d'objets spatiaux pertinents pour le problème posé. Le choix de l'échelle de travail doit prendre en considération à la fois les unités administratives de gestion auxquelles est subordonnée l'acquisition de certaines données.

Deux échelles de travail sont privilégiées : le 1/25 000 pour les données acquises ou existantes à petite échelle et les interfaces avec les modèles, le 1/7500 pour les données acquises sur des zones « zoom ». La mise en cohérence des données a nécessité dans certains cas des numérisations complémentaires (localisation des points etc.) là encore, le choix de plusieurs échelles doit rendre vigilant au niveau de la mise en place des requêtes : il faut veiller à ne pas utiliser ou confronter des données ou des résultats qui ne sont pas valides à la même échelle géographique.

## Mise en place du SIRS: modélisation

L'inventaire des données s'affine avec la conceptualisation des objets et de leurs relations au sein du modèle des données. A ce stade, la disponibilité des données, leur facilité d'acquisition et de mise à jour doivent être prises en compte (voir figure 2).

### *Systeme d'Information Géographique.*

Un système d'Information géographique représenter imparfaitement un sous-ensemble de la réalité :

Un sous-ensemble : parce qu'on ne peut tout représenter, il faut choisir les entités géographiques pertinentes.

Un sous-ensemble imparfait car il faut toujours simplifier la réalité.

Les systèmes d'informations géographiques reposent, explicitement ou implicitement sur des modèles. La conception d'un système d'informations géographiques débute alors avec la striction, la spécificité de la modélisation de l'information spatiale réside dans les techniques de représentation de ces attributs spatiaux.

Un système d'Information est un ensemble de données et outils permettant la collecte, la gestion et l'analyse de ces mêmes données. Un système d'Information Géographique intervient lorsque la nature des informations à gérer est géographique. Un système d'informations géographiques permet donc l'acquisition, la gestion, et l'analyse de données localisées à la surface de la terre.

L'information géographique est définie par trois composantes :

Une description géométrique (spatiale).

Une description attributaire (sémantique)

Un ensemble de relations spatiales ou autres (topologie).

Les outils informatiques de développement de système d'informations géographiques, intègrent parfaitement ces composantes .L'aspect spatial est géré par des modules appropriés qui permettent de manipuler des données géométriques, graphiques et d'affichage. Un SGBD présent dans ces outils est en charge de l'aspect sémantique. Quand à la topologie, des structures de modélisation par le biais des graphes sont introduites.

### *Contrôle de la cohérence spatiale de la base.*

La qualité dans les bases de données géographiques se réfère surtout à la localisation et devient de plus en plus importante, avec notamment la multiplication des échanges de données entre les systèmes d'informations géographiques.

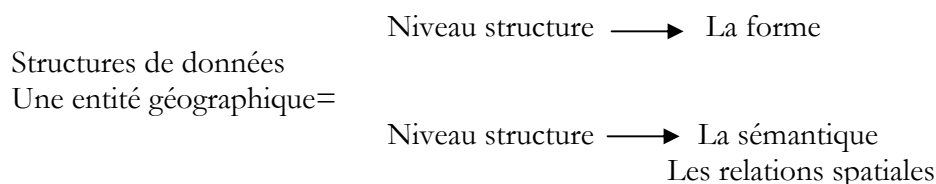
On vise assurer la cohérence intrinsèque des objets dans la base de données géographiques de type vecteur, dans ce contexte, les entités géographiques sont représentées au moyen de primitives géométriques : les points, les lignes, les polygones et autres variantes complexes de ces

Trois types de base .Cette cohérence ne dépend pas des traitements effectués, elle dépend uniquement de la définition des objets par rapport à l'objectif de modélisation de la réalité.

Nous n'évoquerons ici que la cohérence logique liée à la localisation : nous chercherons à décrire l'ensemble des contraintes d'intégrité permettant de renseigner sur le degré de cohérence spatiale d'une base de données géographiques.

### ***Entité géographique***

La vérification de la cohérence spatiale se fera au niveau des entités. Compte tenu de la définition du contexte, nous donnons une définition d'une entité géographique intégrant les niveaux conceptuel et structurel :



### ***Les types de Cohérence***

A partir de la description des entités géographiques données, trois types de cohérence sont définis :

La cohérence structurelle qui étudie la validité des structures de données vis à vis du modèle conceptuel spatial.

La cohérence géométrique qui étudie la validité du modèle conceptuel spatial en fonction des spécifications de la base.

La cohérence topo-sémantique qui regroupe signification des entités et les relations spatiales pour étudier la validité de ces dernières par rapport aux spécifications de la base.

### ***Mise en place du SIG : Les outils utilisés***

Après analyse de l'existant, choix des échelles et des objets, le modèle de données peut être décrit, ensuite traduire ce dernier en langage de bases de données relationnelles. En ce qui concerne l'implémentation du système, nous avons choisi de la relier en utilisant un logiciel SIG (MapInfo) et un logiciel de SGBD (Access).

## **Modélisation du réseau d'alimentation en eau potable**

Elle constitue une démarche d'investigation permettant de gérer un réseau. Plusieurs points peuvent être traités :

Connaître le diagnostic et le fonctionnement hydraulique du réseau en situation actuelle afin de planifier les renforcements nécessaires à courts termes ;

Coordonner et valider les travaux d'entretien et remise en état des conduites ;

Etudier les situations critiques liées à l'indisponibilité d'une ressource, d'ouvrages de stockage ou critiques liées à l'indisponibilité d'une ressource, d'ouvrages de stockage ou de pompage ou d'une conduite maîtresse ;

Rechercher les dispositions les mieux adaptées pour parvenir à un contrôle adéquat de la pression de distribution avec un coût d'exploitation réduit ;

Le réseau d'eau potable de la ville de Mascara est assuré actuellement par des réseaux de type maille en différent diamètre allant de 63 à 300mm

Ces réseaux sont composés de plusieurs mailles principales, et chaque maille est composée de plusieurs sous mailles, les réseaux sont constitués de conduite en fonte, Acier, PVC.

Ce réseau de distribution peut être scindé en deux parties :

La première partie concerne la ville de Mascara proprement dite.

La seconde partie concerne le reste de l'agglomération de la ville de Mascara.

Le réseau de la ville de Mascara est composé de trois étages de distribution étage haut, moyen et bas.

a- L'étage haut : l'étage haut (Baba Ali, Medber, 272 lots et 200 lots) est alimenté par le complexe forage source de Sidi DAHOU par une adduction composée de trois tronçons de diamètre différents : (voir la figure N°1)

b- L'étage bas : Cet étage est alimenté à partir d'une batterie des forages à TIZI par une conduite en fonte comprenant un premier tronçon de départ de 6km en diamètre 600mm et un deuxième tronçon de 7.2km en diamètre 500 mm.

c- L'étage Moyen : cet étage (centre ville, 614 lots, Gare) est alimenté à partir d'une batterie des forages à TIZI.

Le réseau de distribution de la ville est constitué d'un ensemble de canalisations de nature hétérogène.

Les matériaux utilisés sont :

Le PVC représente 60%.

L'acier : dans un état très avancé de corrosion, nécessite une rénovation globale.

Fonte : Ancien, posé depuis l'ère coloniale.

Amiante ciment : quelques tronçons.

Linéaire total de ce réseau est 51.000m.

Après intégration de plans digitalisés scannés, le S.I.G permet de lier les données graphiques) des bases de données ce qui ouvre des possibilités de :

Recherche,

Plans thématiques,

Editions,

Interrogation,

Edition de règlements liés à des zones (POS),

Gestion de l'espace,

Simulation,

ETC....

En résumé, toute représentation graphique devient interactive.

## **Conclusion et recommandations**

La cartographie descriptive et qualitative du problème étudié est largement plus simplifiée par l'utilisation du SIG. En effet, les données y sont intégrées et peuvent être modifiées, simulées et actualisées à volonté, permettant ainsi aux thématiciens de visualiser et d'interroger la base avec un objectif d'aide à la décision et une ambition de gestion.

Le SIG a permis la modélisation spatialisée du réseau d'AEP, par la combinaison de plusieurs informations. Un modèle de données a été établi et une maquette réalisée pour tester les requêtes thématiques et spatiales.

Cette étude recèle certainement, surtout sur le plan thématique, quelques faiblesses et manques, mais il convient de souligner que ce type de travaux est par essence multidisciplinaire. C'est un travail qui nécessite la collaboration de plusieurs thématiciens et spécialistes.

En outre, un grand travail reste à faire pour une bonne gestion de l'eau. Dans cette optique, il est recommandé d'intensifier les recherches et les études dans ce domaine, d'impliquer plusieurs organismes compétents à l'échelle nationale et internationale pour apporter une aide métalogique et produire des éléments d'aide à la décision ; cet objectif nécessite de grandes investigations et surtout un grand travail expérimental, mais reste dans le domaine du possible.

## Bibliographie

1. Les bases de données en géomatique Laurini R , Milleret Raffort F, 1993 Hèrmes , Paris.
2. La construction d'un SIG, principes et algorithmes du système SAVANE .Marc S, thèse de Doctorat, Université de la Rochelle, 505 p, 2002.
3. Contrôle de la qualité spatiale d'une BDG, Thierry U.Thèse Doctorat, Institut national des sciences appliquées de Lyon, 1997.

## Annexe

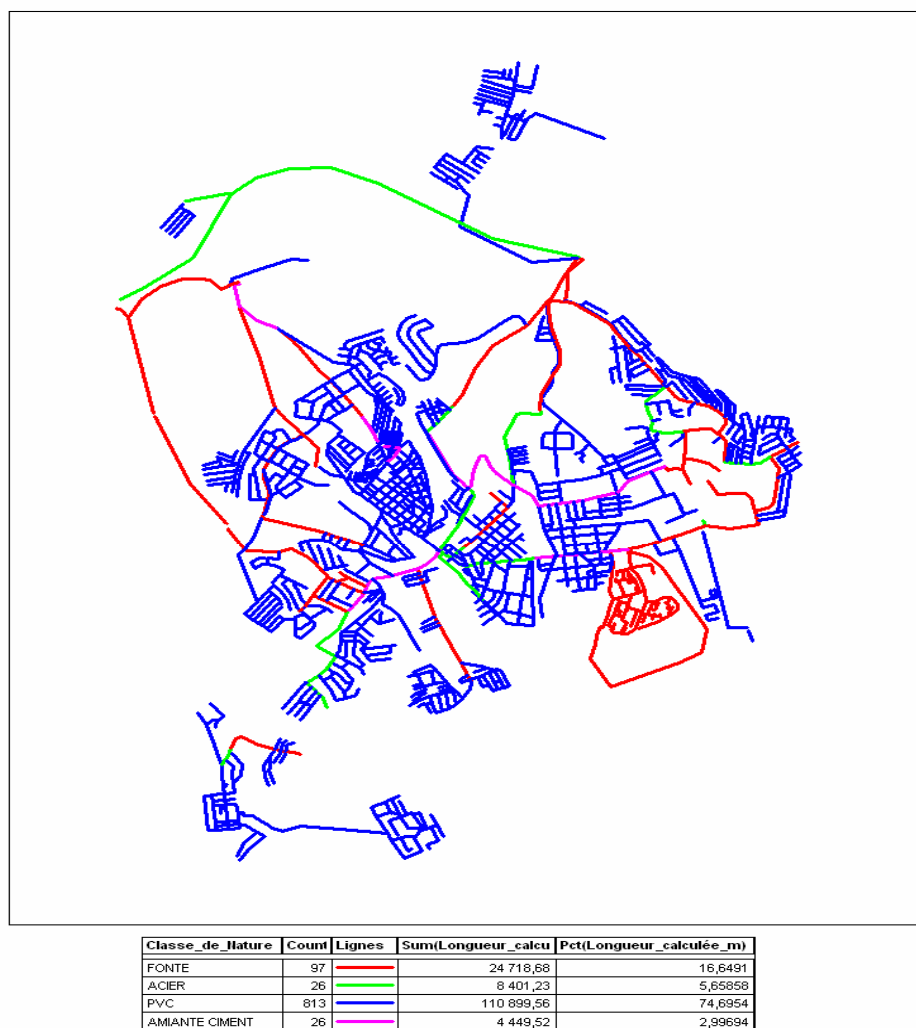


Figure 1: Mise en cohérence des couches d'information issues d'échelle et de référentiels différents

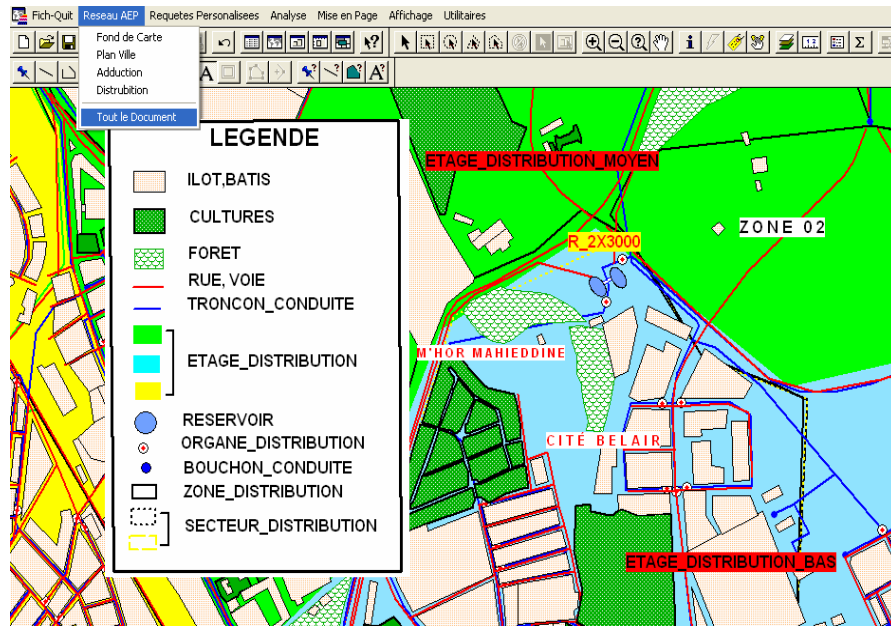


Figure 2 : Extrait du document constituant l'ensemble des couches

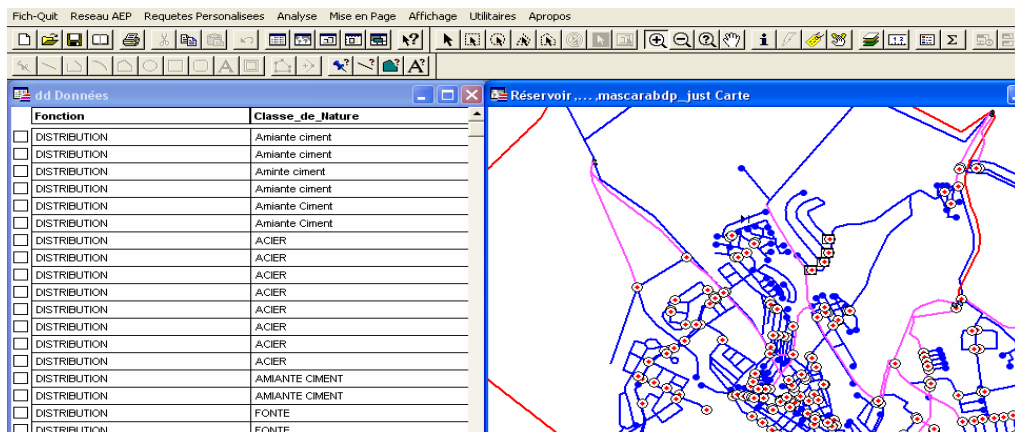


Figure 3 : Extrait du résultat de l'exécution d'une requête personnalisée avec le sous menu «Tronçon de diamètre sup.... (Exemple : diamètre>200 mm)

