

## Etude du phénomène de dégradation des eaux souterraines du groupement urbain de Tlemcen

C. Abdelbaki \* et F. Boukli Hacène

Département d'Hydraulique, Faculté des Sciences de l'Ingénieur,  
Université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen, Algérie

(reçu le 15 Mai 2007 – accepté le 25 Juin 2007)

**Résumé** - *L'altération de l'environnement naturel, notamment le milieu aquifère est devenue progressivement une préoccupation mondiale. En Algérie, la principale source de satisfaction de la demande en eau est l'eau souterraine, du fait de son exploitation relativement facile. La croissance démographique et la modernisation de l'agriculture entraînent un grand problème de détérioration de la qualité de cette source souterraine, déjà en quantité limitée. Actuellement, les cours d'eau de région étudiée reçoivent en permanence les rejets urbains et industriels chargés d'éléments chimiques et organiques, souvent toxiques. Ces substances polluantes peuvent affecter de façon dangereuse la santé publique, si elle continue à être déversées dans la nature sans traitement préalable. Le mécanisme de pollution des eaux souterraines est un processus évolutif dans l'espace et dans le temps, difficilement maîtrisable. Les systèmes d'information géographique permettent d'effectuer une analyse spatiale dans le but d'avoir des cartes de synthèse et de voir clairement la dégradation de la qualité des eaux souterraines du Groupement Urbain de Tlemcen.*

**Abstract** – *The deterioration of the natural environment, in particular the aquiferous medium became gradually a world concern. In Algeria, the principal source of satisfaction in the demand for water is the subsoil water, because of its relatively easy exploitation. The demographic growth and the modernization of agriculture involve a major problem of deterioration of the quality of this underground source, already in limited quantity. Currently, the rivers of studied area permanently receive the urban rejections and industrialists charged with chemical and organic elements, often toxic. These polluting substances can affect in a dangerous way the public health, if it continues to be poured in nature without preliminary treatment. The mechanism of pollution underground waters is an evolutionary process in space and time, not easily controllable. The geographical information systems make it possible to carry out a space analysis with an aim of having of synthesis charts and of clearly seeing the deterioration of the quality of subsoil waters in the urban grouping of Tlemcen.*

**Mots clés:** Système d'information géographique - Pollution - Base de données – Groupement Urbain de Tlemcen – Qualité de l'eau.

### 1. INTRODUCTION

L'altération de l'environnement naturel, notamment le milieu aquifère est devenue progressivement une préoccupation mondiale. En Algérie la principale source de satisfaction de la demande en eau est l'eau souterraine, du fait de son exploitation relativement facile. La croissance démographique et la modernisation de l'agriculture entraînent un grand problème de détérioration de la qualité de cette source souterraine, déjà en quantité limitée. Actuellement, les cours d'eau de la région étudiée reçoivent en permanence les rejets urbains et industriels chargés d'éléments chimiques et organiques, souvent toxiques. Ces substances polluantes peuvent affecter de façon dangereuse la santé publique, si elle continue à être déversées dans la nature sans traitement préalable. Le mécanisme de pollution des eaux souterraines est un processus évolutif dans l'espace et dans le temps, difficilement maîtrisable.

Les systèmes d'information géographique permettent d'effectuer une analyse spatiale dans le but d'avoir des cartes de synthèse afin d'identifier la qualité des eaux souterraines du Groupement Urbain de Tlemcen sur support numérique.

---

\* [abdelbakicherifa@yahoo.fr](mailto:abdelbakicherifa@yahoo.fr) \_ [C\\_abdelbaki@mail.univ-tlemcen.dz](mailto:C_abdelbaki@mail.univ-tlemcen.dz)

## 2. ETUDE DE L'EXISTANT

L'étude de l'existant est la phase de préparation du travail pour la constitution de la base de données. Son objectif est de réduire la complexité de l'information initiale en l'organisant pour ne retenir que l'essentiel.

### 2.1 Présentation du site d'étude

Le groupement des communes de Tlemcen, Chetouane et Mansourah occupe environ 11.220 hectares constituant le bassin intérieur de Tlemcen. Ce bassin est limité au Sud par la falaise de Lalla Setti, au Nord par la haute colline de Ain El Houtz, à l'Est par Oum El Allou et à l'Ouest par les monticules de Béni Mester. Les monts de Tlemcen correspondent à une vaste superficie de 300 km<sup>2</sup> où affleurent des roches carbonatées très karstifiées (80 %). Ils sont assez arrosés (500 à 800 mm/an) et s'y infiltrant 200 à 400 mm/an. Ces eaux souterraines constituent le principal réservoir souterrain de l'Ouest Algérien.

Les précipitations varient fortement d'une année à une autre et compliquent par la suite la gestion de cette ressource. Les aquifères karstiques des monts de Tlemcen ont leur potentiel total de l'ordre d'un milliard de m<sup>3</sup>, mais difficilement mobilisable.

Vers le Nord, les formations jurassiques s'enfouissent dans les mares miocènes, les réserves dynamiques correspondraient en gros au module des sources connus; sont entre 30 à 40 mm/an. Vers le Sud, ils s'enfouissent sous les conglomérats des hauts plateaux, n'ont pas d'exutoire connus dans la région; leur réserve potentielle peut être estimée entre 20 à 40 mm/an.

Dans notre zone d'étude (GUT), toutes les formations géologiques sont existantes. Seules les formations suivantes sont considérée comme perméable :

**Les dolomies de Tlemcen et les calcaires qui leur sont associés** - Ces roches sont diaclaseés et intensément karstifiées. Les nombreuses sources qui émergent de ce niveau témoignent de son intérêt hydrogéologique.

**Les grès de tortoniens** - Ils admettent une perméabilité de fissures et d'interstices, de ces roches émergent quelques sources faibles importances.

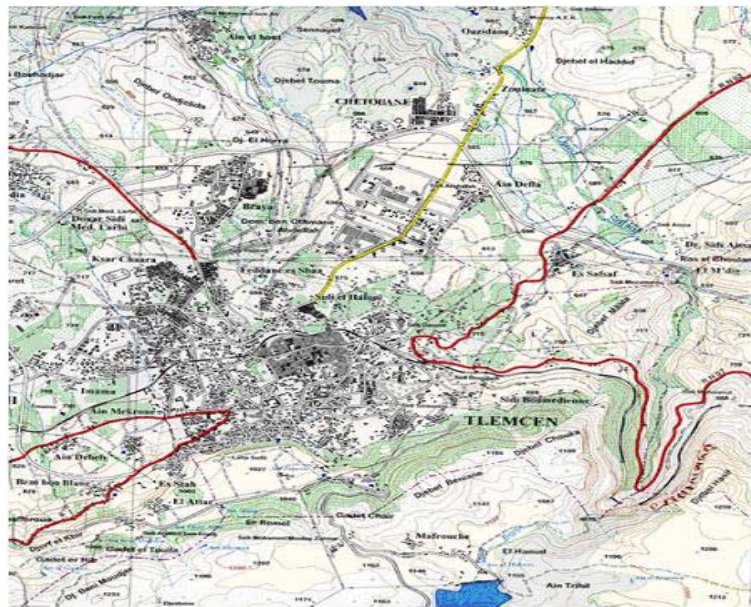


Fig. 1: Situation de la région étudiée

**Les grès de Boumediene** (à un degré moindre) - Ils ne drainent que peu d'eau, cependant ils représentent des bancs de grès qui sont assez puissants s'intercalant dans les marnes et sont jugés intéressants parce que ces roches présentent des diaclases qui augmentent leur perméabilité.

Grâce aussi à des jeux de failles, ils peuvent apparemment donner naissance à de grandes sources qui sont en réalité alimentées par des impluviums calcaire-dolomitique. Les grès ne jouent que le rôle d'écran filtre.

La distribution des moyennes annuelles montre une période de pluie qui s'étale d'Octobre à Avril avec un pic en Janvier. Les températures moyennes oscillent entre 5 °C en Janvier et 34 °C en Août.

La région étudiée est caractérisée par un climat méditerranéen avec une saison sèche et chaude en été, et autre pluvieuse et froide en hiver.

## **2.2 Inventaire des données**

L'opération d'inventaire consiste à identifier, décrire, localiser, trier et structurer les données relatives au Groupement Urbain de Tlemcen.

Pour mener à bien cette tâche, d'importants efforts ont été déployés. Ceci a permis de recueillir diverses informations et documentations de différents organismes, citons :

- Agence Nationale des Ressources Hydrauliques
- Agence Nationale des Barrages et Transferts
- Algérienne des eaux – Unité de Tlemcen
- Direction d'Hydraulique de la Wilaya de Tlemcen
- Office National de la Météorologie.
- Agence du Bassin Hydrographique, Oranie Chott Chergui

Les données recueillies sont :

- Fichiers de forages avec leurs analyses physico- chimiques
- Fichiers de puits avec leurs caractéristiques
- Fichiers de sources avec leurs analyses physico- chimiques
- Données géologiques et hydrogéologiques du site d'étude.
- Carte géologique, carte hydrogéologique, carte pédologique et la carte de situation de la région d'étude.

## **2.3 Analyse des données**

L'analyse des données consiste à déterminer les caractéristiques des documents à retenir, pour bien appréhender et supporter la représentation de l'état des eaux souterraines du Groupement Urbain de Tlemcen, car dans un tel projet, il est difficile de définir à l'avance toutes les utilisations possibles et imaginables qui pourraient être faites par les systèmes d'information géographique.

Parmi les problèmes rencontrés lors de l'analyse des données, on peut citer :

- Absence des analyses physico- chimiques de certains forages,
- Absence des caractéristiques dynamiques de quelques puits,
- Absence de certains paramètres hydro chimiques des puits,
- Absence de date d'établissement des cartes,
- Absence de flèche directionnelle du Nord, légende et échelle dans certaines cartes,
- Manque des points de rejets industriels, agricoles et domestiques dans le secteur étudié, etc.

## **3. NUMERISATION DES DONNEES**

La numérisation consiste à remplacer les plans et cartes traditionnels en papier, difficiles à manipuler et dont la mise à jour est complexe par des plans numérisés. Cette méthode se révèle la

mieux adaptée aux nécessités de notre étude, car elle permet de saisir la géométrie des objets graphiques élémentaires : Point (forage), Ligne (cours d'eau) ou Polygone (bassin versant), etc.

Toutes les entités spatiales et leurs données descriptives peuvent être entachées d'erreurs ou d'imprécision.

L'opération consiste à établir le lien entre les données spatiales et descriptives afin de vérifier les erreurs suivantes :

- Les entités spatiales sont parfois mal positionné ou ont des formes erronées,
- Un polygone non fermé,
- Nœuds dupliqués,
- Etc.

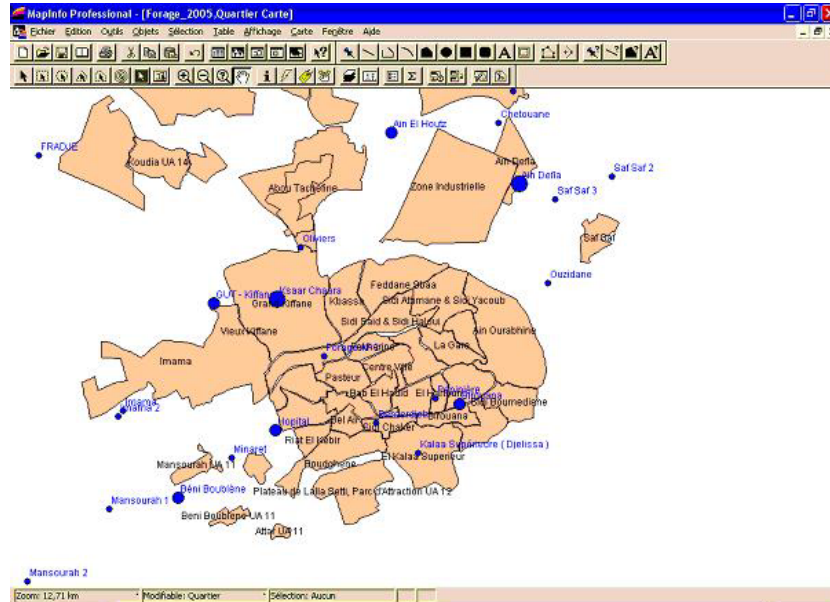


Fig. 2: Carte Numérisée (Groupement Urbain de Tlemcen et points et prélèvements)

#### 4. CREATION DE LA BASE DE DONNEES

Les données telles qu'elles sont recueillies durant l'inventaire et l'analyse ne peuvent être intégrées directement à la base de données. Pour leur intégration, on a procédé à :

- La préparation des données (inventaire et analyse),
- La numérisation et la conversion des données,
- L'intégration des données dans la base de données.

Les données associées sont organisées sous forme de tables. Les attributs sont introduits champ par champ selon la nature du critère à intégrer (qualitatif: caractère ou quantitatif: entier, flottant, virgule fixe,...).

#### 5. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Afin de déterminer le caractère hydro chimique des eaux souterraines du Groupement Urbain de Tlemcen, les analyses chimiques des eaux ont été effectuées en différents points de prélèvements sous diverses formes, pendant l'année 2005.

La constitution de notre base de données nous permet de formuler un nombre infini de requêtes répondant à diverses interrogations.

A titre d'illustration, on présente l'affichage des forages dont les nitrates dépassent les normes de potabilité (Fig. 4).

ID	NOM	X	Y	Z	PROFOND	RENTA1	RENTA1_01	Q_FDP_01	Q_THOU	Q_EXPL_01	NMT	DATE_MISE
1	Kissar Choura	852 528 620	851 981 834	739 650	50,000	0,000	7,850	15,000	7,000	3,000	0,000	1995
2	Béni Bouabine	851 118 709	858 998 530	839 210	250,000	80,000	0,000	15,000	16,000	16,000	0,000	2001
3	Miravet	851 803 883	858 564 684	844 920	360,000	80,000	0,000	10,000	20,000	20,000	0,000	1987
4	Imama	858 208 730	858 201 440	767 280	497,000	36,400	47 800	11,000	5,000	5,000	0,000	1994
5	Ain El Houtz	854 388 024	854 531 407	580,000	340,000	0,000	0,000	80,000	20,000	10,000	0,000	1989
6	Berouajna	854 144 880	858 098 586	843 880	200,000	7,470	11 220	33,000	16,000	8,000	0,000	1986
7	Bouana	855 428 567	858 379 311	824 620	120,000	10,150	20 400	20,000	20,000	16,000	0,000	1990
8	Kalaa Supérieure (Ouelz)	854 700 028	858 541 921	913 780	131,000	5,000	25 000	0,000	0,000	4,500	0,000	1999
9	Set Sar 3	858 882 238	853 515 286	587 280	380,000	0,000	27 150	32,000	40,000	18,000	0,000	1987
10	Chetouane	858 017 580	858 678 709	860 840	417,000	24,000	0,000	0,000	15,000	12,000	0,000	1980
11	Set Sar 2	857 758 923	853 961 425	590 650	300,000	29 100	0,000	22,000	0,000	0,000	0,000	1994
12	OUT - Kiffane 2	851 988 721	851 923 084	737,000	300,000	0,000	131 000	10,000	12,000	8,000	0,000	2002
13	Houar	852 819 707	858 980 943	852 220	430,000	0,000	0,000	24,000	10,000	8,000	0,000	1984
14	Pipiline	855 254 755	858 476 580	825 000	152,000	18 400	74 800	10,000	7,000	3,000	0,000	1994 - A Hamet
15	Mansourah 1	858 983 633	858 763 262	823 580	132,000	15,000	27 000	6 500	6 500	5,000	0,000	1984
16	Oulvers	852 887 700	852 773 681	708 280	380,000	111 000	136 000	24 000	17 000	13 000	0,000	1989
17	Ain Datta	858 348 536	852 748 543	815 000	125,000	9 500	21 400	17 000	20 000	17 000	0,000	1990
18	Ouelzine	858 988 142	858 524 054	823 000	303,000	45 000	72 000	18 000	20 000	24 100	0,000	1995
19	Mansourah 2	848 812 874	857 882 390	0,000	272 000	70,000	0,000	14 000	20 000	18 000	0,000	1994
20	Forage APC	843 268 800	861 121 624	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	APC
21	Imama 2	858 200 000	858 200 000	760 000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
22	Boucauf	858 343 000	858 690 000	800 000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
23	Ouelzine	858 987 000	858 687 000	860 000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
24	OUZLEIA	126 750	167 580	570 000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25	FRADJE	133 000	162 000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
26	PREMAN SBAIA	133 700	185 100	880 000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
27	KOUADA	138 200	165 200	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
28	CHETOUANE 2	135 075	167 625	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
29	CHETOUANE	858 251 000	858 258 000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Fig. 3: Structure de la base de données

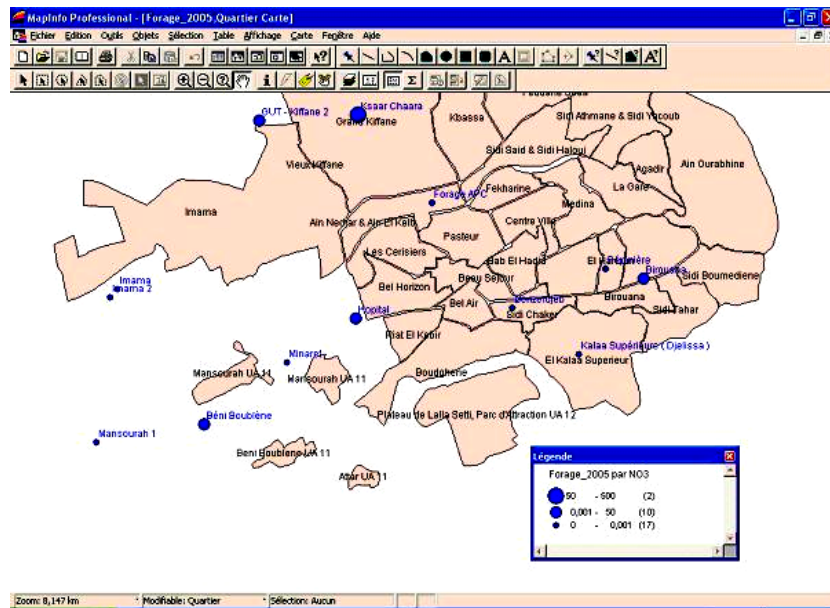


Fig. 4: Représentation sur écran du résultat d'une requête

Les requêtes effectuées ont permis d'avoir une analyse détaillée de la composition de l'eau destinée à alimenter les populations. Les répartitions de chaque élément sont données dans ce qui suit :

- Les teneurs en chlorures de Sodium, Calcium, Potassium, Magnésium et Sulfates sont toutes conformes aux normes admises par l'O.M.S dans tous les points de prélèvements.
- Toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniacale...) sont susceptibles d'être à l'origine des Nitrates. L'azote est un élément chimique indispensable à la vie.
- La teneur limite envisagée par l'O.M.S est de 50 mg/l. Dans les eaux souterraines du Groupement Urbain de Tlemcen, les teneurs en Nitrates dépassent les normes par endroit. Par exemple au forage de Ain Defla la teneur en nitrates est de 82 mg/l. Ces Nitrates sont apportés soit par les engrais, soit par la matière organique enfouie dans le sol (résidus des précédentes récoltes, humus...). Cette dernière ne fournit des nitrates qu'après avoir subi une transformation appelée minéralisation. En plus des engrais chimiques et des fumiers utilisés pour le développement des élevages et la fertilisation des zones agricoles, les rejets domestiques et industriels participent à l'enrichissement significatif des nitrates dans les nappes souterraines.

Dans notre étude, la majorité des forages sont de bonne qualité, à l'exception des forages Cheleida APC, Chetouane et Birouna qui dépassent les normes fixées par l'O.M.S (0,1 mg/l).

## 6. CONCLUSION

La composition et la qualité des eaux souterraines sont à l'origine liées à la nature géologique de la région. Malheureusement celle-ci est dénaturée par les activités agricoles et industrielles dans la ville. Les eaux usées domestiques et industrielles souvent déversées directement dans les oueds, participent fortement au changement de la qualité des eaux souterraines d'une agglomération.

Après la mobilisation de ces eaux et avant la distribution au consommateur elles doivent avoir une bonne qualité et doivent répondre aux normes de l'O.M.S.

Par conséquent, on doit apporter une attention particulière au problème de la dégradation de la qualité des eaux souterraines si on veut alimenter la ville algérienne en eau potable de bonne qualité, améliorer la qualité de vie des citoyens et éradiquer les maladies hydriques.

Pour toutes ces raisons les systèmes d'information géographique permettent de créer, de manipuler et d'analyser, des bases de données temporelles et physiques liées à la géographie et à l'activité de la zone à étudier, pour gérer et exploiter plusieurs problèmes de la ville algérienne.

Dans notre cas bien précis, le S.I.G nous a permis d'établir des cartes numérisées de la qualité des eaux souterraines du Groupement Urbain de Tlemcen (G.U.T). Ces cartes mises à jour régulièrement, vont permettre d'avoir les informations liées à la dégradation de la qualité de ces eaux en temps réel. Par conséquent, en cas d'aléa qui affecte la qualité de l'eau à un endroit bien déterminé, les techniciens peuvent consulter directement les cartes numérisées, remonter à l'origine du problème, simuler les différents scénarios et proposer la ou les solutions les plus appropriées aux décideurs de la ville pour prendre les dispositions nécessaires.

L'installation du S.I.G est laborieuse et nécessite beaucoup de temps pour l'acquisition et la création de bases de données. Par contre une fois installé il a l'avantage de diminuer le temps de traitement d'une information de façon considérable.

Dans le cas de notre étude la grande densité de données nous a conduit à établir une multitude de requêtes. Ces dernières consistent à trier, grouper et afficher les analyses en une base de données selon différents critères.

Les cartes obtenues pourront servir à :

- déterminer les forages destinés à l'alimentation en eau potable,
- être utilisées pour l'aménagement du territoire,
- choisir des zones propices à l'enfouissement des déchets,

- choisir les terrains d'implantation d'industries potentiellement polluantes,
- etc.

Les résultats des requêtes montrent que les eaux du Groupement Urbain de Tlemcen sont en de bonne qualité et sont conformes aux normes de potabilité.

## REFERENCES

- [1] C. Abdelbaki, M. Habi et A. Benmansour, 'Création de la Base de Données des Points d'Eau du Groupement Urbain de Tlemcen', Séminaire National sur l'Eau et l'Environnement, Béchar, Algérie, 2003.
- [2] C. Abdelbaki, L. Harbouche et F. Hadj Attou, 'Application des Systèmes d'Information Géographique dans l'Evaluation de la Qualité Eaux Souterraines – Cas du Moyen Chellif', Colloque Euro Méditerranéen sur les Espaces Montagnards, Tlemcen, Algérie, 2004.
- [3] C. Abdelbaki et F. Bouhafna, 'Création de la Base de données des Points d'Eau de la Plaine de Maghnia – Wilaya de Tlemcen', Séminaire National sur l'Eau et l'Environnement, Béchar, Algérie, 2003.
- [4] C. Abdelbaki, K. Kassoul et L. Rahmani Bouzrina, 'Application des Systèmes d'Information Géographique dans l'Evaluation de la Qualité des Eaux Souterraines – Cas du Bas Chellif', Colloque International sur l'Eau et l'Environnement, Alger, Algérie, 2004.
- [5] B. Abes, 'Notice Explicative de la Carte de Vulnérabilité à la Pollution des Aquifères du Bas Chellif', ABH, CZ, 2000.
- [6] C. Collet, 'Système d'Information Géographique en Mode Image', 1992.
- [7] L. Court, 'Le Coût Economique et Social de la Pollution de l'Eau', Edition Tec. & Doc. Paris.
- [8] D. Gaujous, 'La Pollution des Eaux Aquatiques, Aide-Mémoire', Edition Tec. & Doc, Paris, 1995.
- [9] P. Geny, P. Waechter and A. Yatchinovesky, 'Environnement et Développement Rural', Edition Frison Roche, Paris, 1992.
- [10] C. Guillemin et J. Roux, 'Pollution des Eaux Souterraines en France', Edition du BRGM, France, 1990.
- [11] P. Lecomte, 'Les Sites Pollués : Traitement des Sols et des Eaux Souterraines', Edition Tec & Doc, Paris, 1995.
- [12] P. Rouet, 'Les Données dans les Systèmes d'Information Géographique', Edition Hermes, Paris, 1993.
- [13] M. Touileb, 'Méthode Drastique et Systèmes d'Information Géographique pour l'Evaluation et la Cartographie de la Vulnérabilité des Nappes Souterraines à la Pollution: Cas de la Mitidja-Est', Thèse de Magister, Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique, Blida, 1997.