

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE COLONEL
ELHADJ LAKHDAR BATNA
Faculté des sciences
Département des sciences de la terre



Spécialité : Aménagement du territoire

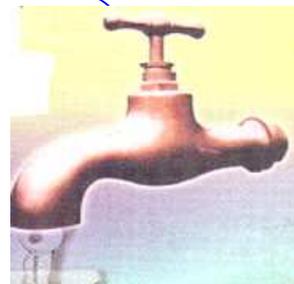
Mémoire présenté

En vue de l'obtention du diplôme de magister

Option : Dynamique des milieux physiques et risques naturels

Thème :

***Etude sur la qualité de l'eau potable
et risques potentiels sur la santé
cas de la ville de BATNA***



Présenté par :

BAZIZ Nafissa

Membres de jury :

A.HADJIEDJ	Professeur	USTHB	Président
A.NEMOUCHI	M.C	U.Constantine	Examineur
M.Kalla	M.C	U.Batna	Examineur
H.DRIDI	M.C	U.Batna	Rapporteur

Année universitaire : 2007/2008

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ

صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمِ

REMERCIEMENTS

Je remercie Dieu qui m'a donné la patience et la force pour atteindre mes buts.

Je tiens à présenter mes humbles et sincères remerciements, ainsi que ma profonde gratitude à mon promoteur, Madame **H. Dridi**, pour tous ses conseils judicieux et son soutien tout au long de la préparation de ce travail, ainsi que pour sa patience et son aide précieuses.

Je remercie chaleureusement notre enseignant Monsieur **M. Kalla** qui a accepté de faire partie de Jury, ainsi pour ses conseils et ses explications très précieuses.

Mes vifs remerciements à Monsieur le Professeur **A. Hadjiedj** de l'USTHB pour m'avoir fait l'honneur et l'immense plaisir d'accepter de présider le jury.

J'exprime également mes remerciements les plus sincères à Monsieur **A. Nemouchi** maître de conférence à l'université de Constantine d'avoir bien voulu examiner ce travail.

Il est également de mon devoir de remercier et d'exprimer ma reconnaissance aux cadres de l'ADE ,APC ,DSP ,STEP et Barrage pour l'aide qu'ils m'ont accordé en particulier : M^{mes} : zoubida, Hayet, Salima, Fadhila (DHW) .
Messieurs : Aïd, Abdessalem, Tour, Madani, Ghodbane, Brahmi et Benrahla.

Je faillirais à mon devoir si je n'adressais pas mes remerciements à tous les enseignements de département de sciences de la Terre qui ont contribué à notre formation.

Enfin je tiens à remercier tous ceux qui m'ont aidé pour achever ce travail.

Abstract:

Water of life, it is the preferred vehicle, but also the vehicle for many diseases. Currently in the city of BATNA the fundamental problem of drinking water is still below the microbiological risk due to the infiltration of wastewater into the network of AEP (cross-connect), a phenomenon linked to networks including antiquated and to unplanned urbanization. Maintaining the quality of water for distribution requires a record of monitoring control and prevention. A long-term groundwater (capturing external field) supplying the city of Batna are at risk of chemical pollution by the infiltration of urban and industrial effluents untreated conveyed by OUED ELGOURZI and which contain toxic substances, these reserves' water must be protected in order to remain available in the future. The wastewater must be treated before discharge into the natural environment, the supervision and controls are essential at the level of industrial units. To fill the water shortage and meet the needs of the city, the use of the waters of the dam is essential, surface waters are often contaminated; they must make several processing and disinfection to protect consumers from any risk contamination.

introduction générale

Introduction générale :

L'eau est un élément naturel d'une importance primordiale, indispensable à toute forme de vie, l'eau est une richesse nécessaire à toutes activités humaines, c'est un facteur de production déterminant dans le développement durable, elle devient de plus en plus au centre des intérêts stratégiques.

Pour son bien être l'homme a appris à maîtriser l'eau, mais en même temps il l'a rendue impropre et polluée et devient dans ce cas une menace pour la vie et un obstacle pour la santé et les progrès des populations. De manière générale la santé de l'homme est altérée si l'eau dont il dispose est de mauvaise qualité ou bien si elle est polluée par des agents pathogènes. Actuellement on remarque que les maladies liées à l'eau sont de plus en plus répandues et qu'elles présentent des variations considérables sur le plan de leur nature et de leur mode de transmission. Pour pouvoir l'utiliser, elle doit répondre à certaines caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques qui dépendent de type d'utilisation.

Concernant notre étude, nous nous intéressons uniquement à l'alimentation en eau potable (AEP).

Problématique :

L'eau, source de vie, un élément de préservation de la santé, mais aussi un véhicule de nombreuses maladies dites maladies à transmission hydrique (MTH).

Pour protéger la santé humaine, l'eau potable est réglementée par les recommandations suffisamment rigoureuses. En absence de recommandations de ce genre, divers problèmes de santé peuvent se poser, donc une eau potable est une eau que l'on peut boire sans risque, elle ne doit contenir en quantité nuisible ni substances chimiques, ni germes nocifs à la santé.

A cet effet l'objectif de notre travail est d'aborder cette problématique en se basant sur l'utilisation d'indicateurs comme outils d'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau potable et les risques potentiels sur la santé humaine dans la ville de BATNA, qui a connu l'éclosion de multiples foyers des maladies à transmission hydrique. Cette ville est considérée comme une zone à haut risque parce qu'elle enregistre un nombre élevé de cas de la fièvre typhoïde, ces problèmes dus à la mauvaise qualité de l'eau liée aux divers facteurs tel que : une urbanisation rapide et anarchique non maîtrisable, vétusté des réseaux, une démographie galopante aggravée par une insuffisance quantitative

des ressources hydriques et surtout la gestion de l'eau ne relie pas les aspects qualitatifs de l'eau aux problèmes de la santé humaine et environnement.

Comme on peut le remarquer, en l'absence d'une bonne gestion des ressources hydriques, il est impossible d'aspirer à un développement durable.

Pour ces raisons ce sujet n'est pas traité uniquement du point vue chimique et biologique, mais d'un point vue d'aménagement du territoire qui vise à mettre en évidence les incohérences du développement urbain dans le temps et l'espace, il convient ensuite d'envisager des solutions à même d'assurer un développement harmonieux et durable de la ville.

Notre étude donc constitue une tentative de réponses aux questions suivantes :

Quels sont les problèmes de la qualité de l'eau potable dans la ville de Batna, Pouvons-nous les classer ou les hiérarchiser pour en rechercher les solutions les plus adéquates afin d'éviter tout risque sur la santé publique ?

Méthodologie de travail :

Pour réaliser les objectifs de notre étude et pour appréhender les problèmes de l'alimentation en eau potable et la pollution de celle ci dans la ville de Batna nous avons organisé notre travail en cinq chapitres.

- **Chapitre I :** dans le but de permettre une meilleure appréciation des problèmes posés par l'eau d'alimentation, il nous a semblé très utile de présenter le cadre naturel et socio-économique de la ville de Batna.
- **Chapitre II :** Cette partie est consacrée à la gestion des eaux, les ressources en eau potable (eaux souterraines, eaux superficielles), les divers problèmes d'approvisionnement et la situation du réseau d'AEP.
- **Chapitre III :** Aborde les différentes maladies liées à l'eau potable et les divers facteurs favorisant l'éclosion de multiples foyers de ces maladies en Algérie et particulièrement dans la ville de Batna.
- **Chapitre IV :** Représente l'évaluation des paramètres physico-chimiques et microbiologiques de l'eau potable et les risques potentiels sur la santé publique dans la ville de Batna (immédiat et à long terme).
- **Chapitre V :** représente les propositions d'aménagement à même d'affronter les risques des MTH et les solutions appropriées pour maintenir la qualité de l'eau pour les générations actuelles et futures.

CHAPITRE I

LE CADRE NATUREL ET SOCIO-ECONOMIQUE DE LA VILLE DE BATNA

Introduction :

Ce chapitre consiste à analyser et à évaluer la situation du milieu physique et identifier ses différentes composantes (Topographie, Climat, Hydrologie, Hydrogéologie et Géologie ...), ainsi que la situation socio-économique de la ville afin de comprendre son état d'équilibre, les différents aspects du déséquilibre et les mécanismes responsables de cet état

1 – Les caractéristiques physiques :

L'espace urbain est d'abord un espace physique qui se caractérise par un relief avec des altitudes et des pentes, une structure géologique, un climat, aussi il se caractérise par la présence d'eaux de surface et souterraines.

1 – 1 – Situation géographique :

La ville de BATNA, capitale des Aurès, chef lieu de la wilaya, située à 425 Kms au Sud de la capitale, culmine à 1040 mètres d'altitude, elle se trouve localisée entre 6°11' de longitude Est et 35°33' de latitude Nord, la commune de BATNA s'étend sur une superficie totale de 11641 Hectares.

Elle est limitée :

- Au Sud par la Commune de Tazoult.
- Au Nord par la Commune de Fedis.
- A l'Ouest par la Commune de Oued-Chaaba.
- A l'Est par la Commune de Ayoun Assafir, (la carte N° 01).

La position géographique de la ville de BATNA présente certaines spécificités liées au site lui-même ; d'autres à la situation générale, elle est située à l'intersection de deux principaux axes routiers ; l'axe Nord-sud, reliant le Nord du pays au Sud et grand Sud, et l'axe reliant l'Est à l'Ouest à travers les hauts plateaux.

La ville de BATNA est desservie par l'Aéroport International Ben Boulaid distant de 25 Kms, Outre les villes intérieures, il dessert certains Métropoles de l'Europe : Paris, Marseille et Istanbul.

1– 2 – La topographie :

1– 2 – 1 Les reliefs :

La ville est une cuvette de faibles dimensions à pentes abruptes

Carte N : 01

Les limites administratives dans la wilaya de BATNA



Source: D P A T 1990.

A partir de la carte topographique 1/25000, on peut distinguer les principaux ensembles de relief dans la région de BATNA, qui sont : la plaine, les montagnes et les piémonts.

1-2 – 1 – 1 – La plaine :

La plaine de BATNA est une grande étendue ayant une forme allongée de l'Est vers l'Ouest (voir la carte N° 02), c'est une plaine de montagne encadrée au Sud par Djebel Ich-Ali, à l'Est par Djebel Azzeb et Djebel Bouarif, tandis que Djebel Kasserou et Boumerzoug au Nord. et Djebel Tugur au Ouest.

1-2 – 1 – 2 Les montagnes :

Chaque montagne observée présente des caractéristiques particulières telles que l'altitude et l'exposition :

Au Nord :

Nous remarquons Djebel Boumerzoug est à l'altitude de 1692 m ainsi que Djebel Kasserou à 1641 m, tous les deux ont une exposition Sud-est

Au Nord – Est : Notons bien que Djebel Azzeb à 1365 m et Djebel Bouarif qui atteint 1584m sont exposés au Sud.

A l'Ouest :

Djebel Tugur à 1154 m d'altitude et Djebel Boukezzaz à 1442 m, sont exposés au Sud – Est.

Au Sud:

Djebel Ich-Ali avec 1800 m d'altitude.

1-2 – 1 – 3 – Les piémonts :

Les piémonts justifient des surfaces d'accumulation à pente douce et régulière étalée au pied d'un ensemble montagneux, ils sont situés à l'interface de deux domaines opposés qui sont la plaine et les montagnes ils se localisent généralement sur toutes les bordures de la plaine.

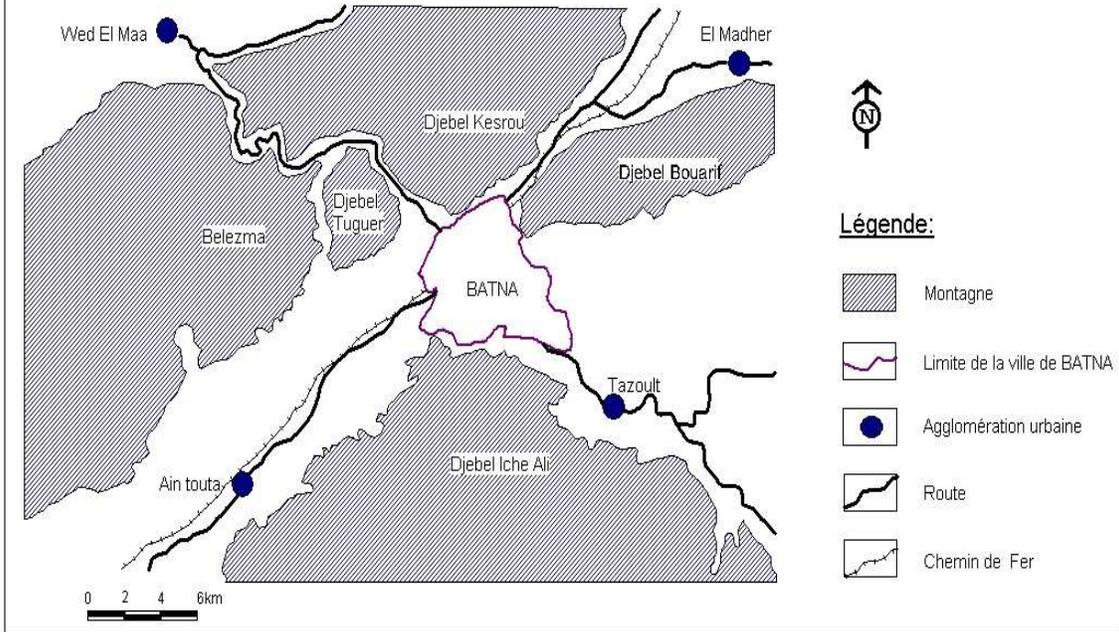
1 – 2 – 2 – Les pentes :

La ville de BATNA est située dans une zone de plaine avec des altitudes qui varient entre 1030 m et 1050 m (carte N° 03) dans tous les sens.

D'après la carte des pentes (Carte N°4) on distingue 4 Classes de pentes

Carte N°: 02

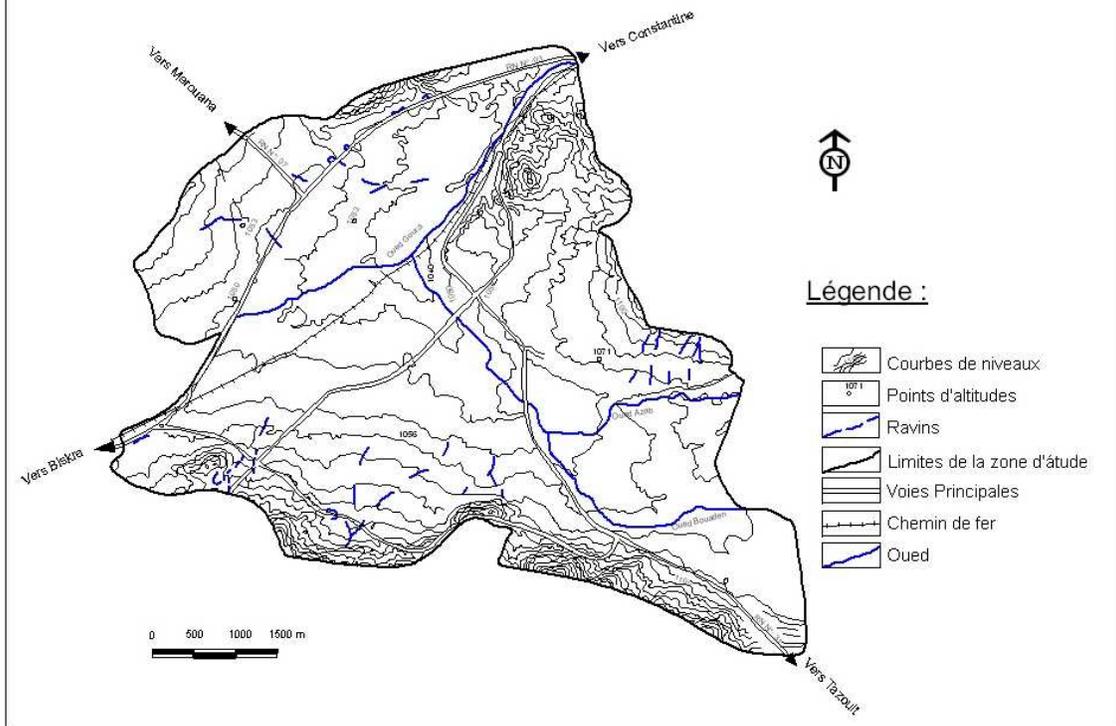
La situation géographique de la ville de BATNA



Source: carte topographique BATNA - KHENCHELA 1959 + modifié

Carte N°: 03

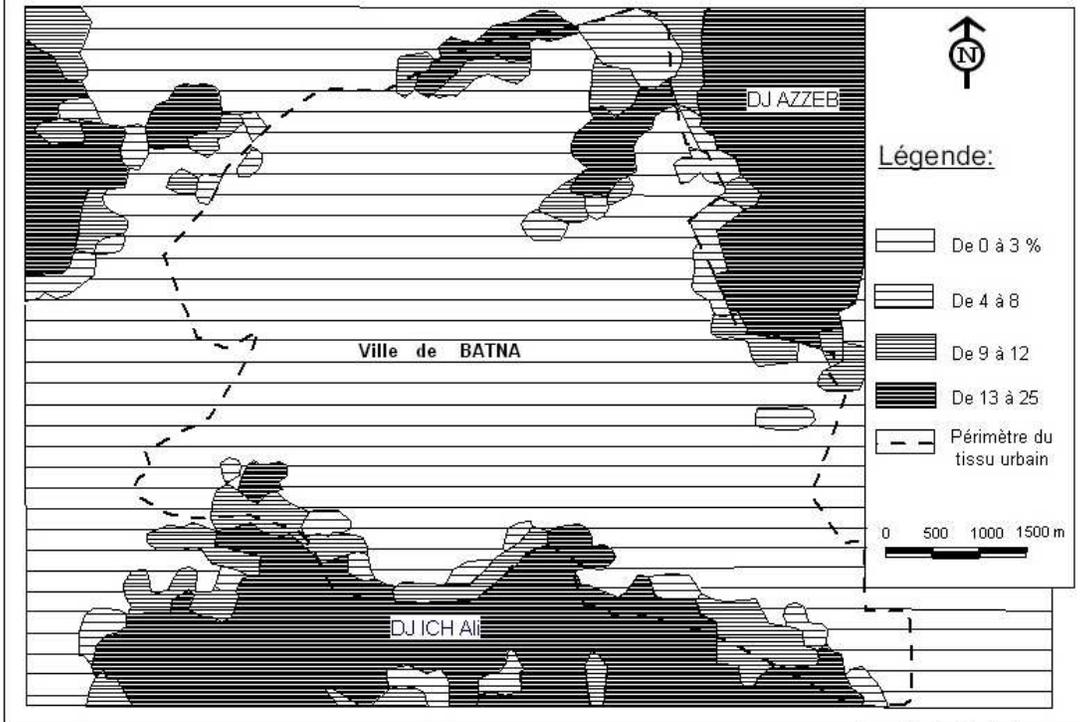
Carte topographique de la ville de Batna



Source: Carte Topographique - Batna- N°3-4 ECH: 1/25000 Année 1960

Carte N°: 04

La carte des pentes dans la ville de BATNA



Source: Direction d'hydraulique

- La classe 0 à 3 % :

C'est la zone de pentes faibles, elle représente la plus grande partie (2827.02 Ha) avec un taux de 83.30 % de la surface de la ville, cette classe présente un facteur favorable pour la réalisation de divers réseaux, en revanche l'évacuation des eaux est faible.

- La classe 4 à 8 % :

C'est la zone des bas piémonts au Sud – Nord et au Nord – Est de la ville, elle occupe une surface de (172.53 Ha) avec un taux de 5.08 %.

- La classe 9 à 12 % :

Elle représente la classe des pentes moyennes, elle occupe une surface de (203.66 Ha) et un taux de 0.6 %, on la trouve au Sud et au Nord de la ville.

La classe 13 à 25 % :

C'est la zone de fortes pentes, on la trouve beaucoup plus aux hauts piémonts, elle représente un taux de 5.62 % et une surface de (190.76 Ha).

1-3 La géologie de la région:

L'évolution des ressources hydriques fait appel à la reconnaissance géologique du terrain, pour cela une description lithologique et stratigraphique est nécessaire.

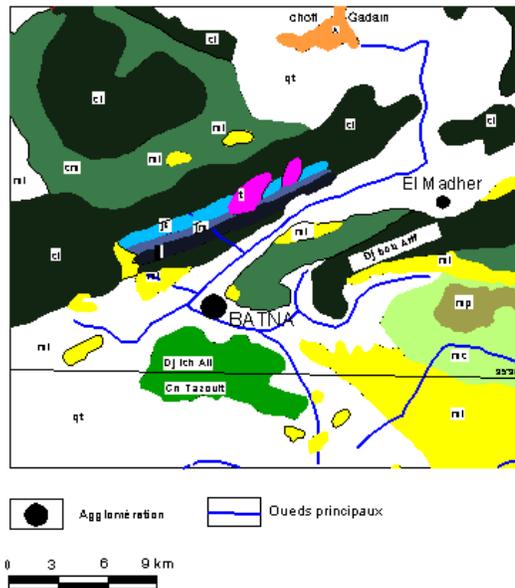
1-3-1- stratigraphie et lithologie:

Selon (Lafitte 1939) et autres géologues, la région de Batna est caractérisée par une gamme variée de faciès allant du secondaire jusqu'à quaternaire.

- **Trias:** Il affleure en pointement au Djebel Kassrou, est constitué essentiellement de marnes bariolées contenant du gypse et des argiles ainsi des niveaux de dolomies.
- **jurassique :** affleure dans la partie Nord-est du Bellezma notamment au Ravin bleu, formé par une série d'alternances de bancs de calcaires, dolomies, marnes et marnes argileuses.
- **Crétacé:** Les formations du crétacé constituent les principaux affleurements de la région ou presque tous les étages sont présentés (carte N° 05).
- Le crétacé inférieur affleure dans Djebel Kassrou et Djebel Azzeb, Les formations du crétacé inférieur à prédominance carbonatées (carte N° 06) sont principalement des calcaires, dolomies, marnes et argiles et grés, l'épaisseur des divers affleurements est généralement importante.

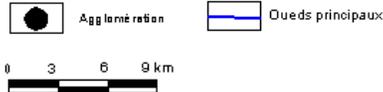
Carte N°: 05

Nature géologique de la région de BATNA



Légende:

- Alluvions actuelles, lacs, chotts, sebkhas, limons et croutes gypseuses salines
- Quaternaire continental: alluvions, regs, terrasses.
- pontien (localement équivalent du mc)
- Miocène continental antépontien
- Miocène inférieur marne (Burdigalien)
- CM Crétacé moyen (marin ou lagunaire)
- Divise éventuellement en turonien (ct) et cénomannien (cn)
- Crétacé inférieur (vraconien à berriasien) fossiles marins normaux
- Jurassique supérieur non divisé
- Jurassique moyen
- Jurassique inférieur marin
- Trias marin ou lagunaire



source: Carte géologique éch: 1/200000

- Le Crétacé moyen s'étend sur des vastes superficies notamment sur Djebel Ich Ali caractérisé par des niveaux à prédominance marneuses et intercalations calcaires.

Tout le versant Nord de Ich Ali est constitué par les couches cénomaniennes, les assises anciens sont les marnes, les plus récentes sont des alternances de marnes et de calcaire qui forment la périphérie du massif.

- **Miocène:** IL affleure en pointement, il est constitué surtout de conglomérats et des formations marno-gréseuses.
- **Quaternaire:**La zone de la plaine est composée des formations quaternaires essentiellement des dépôts alluvionnaires récents (argiles, limons), sauf en deux points où on distingue des affleurements de roches mères au Nord – Ouest du quartier (Stand), et Sud – Est du quartier (Bouakal).

1-3-2 - Perméabilité :

La perméabilité des roches est un facteur déterminant des possibilités d'infiltration des eaux superficielles.

L'ensemble des données géologiques a permis de distinguer trois classes de formations ayant des perméabilités différentes.

- **Formations de moyenne perméabilité**

Représentées surtout par les marno- Calcaires situées dans la zone montagneuse (Djebel Ich Ali) et ponctuellement dans Djebel Kessrou et Azzeb , ces reliefs alimentent la plaine de Batna.

- **Formations à perméabilité faible ou nulle :**

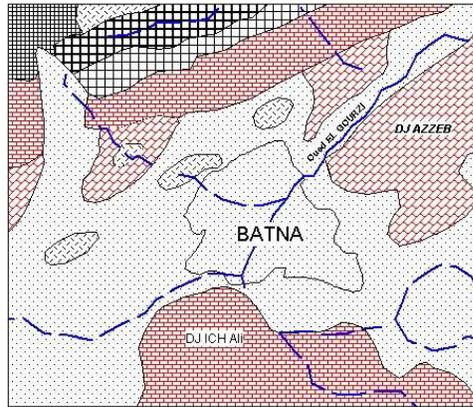
Représentées par les calcaires massifs (carte N° 07, aussi l'imperméabilisation des chaussées et la densité de la construction réduisent sensiblement l'infiltration dans la ville, ce qui peut abaisser localement le niveau des nappes et augmenter fortement les débits de surface des eaux de pluie.).La nappe est alimentée latéralement par les reliefs environnants par infiltration souterraine.

- **Formations à forte perméabilité:**

Représentées surtout par les calcaires fissurés, ces formations laissent s'infiltrer les eaux de pluies, elles se situent surtout dans les monts de Bellezma (Djebel Kassrou)

Carte N°: 06

La lithologie de la région de BATNA



Légende:

-  Quaternaire (alluvions récents).
-  Roche, sableuse, marne et conglomérat.
-  Séries à dominante marnes et calcaires.
-  Calcaires massifs
-  Calcaire et grès.
-  Calcaires fissurés et marnes.
-  Dolomite.
-  Ecoulement permanent.
-  Ecoulement temporaire.

Djebel Kassrou) et Bouarif ,la perméabilité est élevée par fissuration ,potentialité de circulation est bonne, de fortes pertes latérales en direction des alluvions de la plaine de Batna et Nord vers la plaine El Madher.

Les eaux provenant des terrains calcaires peuvent avoir des duretés élevées

1-4- Hydrogéologie :

Les aquifères connues ont été mis en évidence par des forages pour les besoins d'A.E.P, l'A.E.I et l'irrigation, étant donné que la région n'a pas bénéficié d'une étude ou d'une couverture Hydrogéologique. Les nappes aquifères existantes dans le territoire de la Commune n'ont été reconnues que grâce à des sondages géophysiques, il s'agit de :

- La nappe de quaternaire et Nappe alluviale.
- La nappe de plio – quaternaire.
- La nappe du miocène.
- la nappe Turonienne
- La nappe de l'aptien.

L'examen des coupes géologiques des forages réalisées dans la région (voir Annexe) nous permet de distinguer des aquifères profonds, captés par des sondages, ces aquifères sont composées: d'un ensemble inférieur pouvant atteindre des profondeurs de plus de 300 m ou la présence d'éléments grossiers est prépondérante. L'ensemble supérieur à dominance d'argile.

L'examen dans le détail des coupes des sondages permet de constater que la formation de recouvrement présenté un granoclassement vertical de ces éléments caractérisé par le passage d'éléments grossiers plus a moins cimentés situés à la base à des sables et enfin à des argiles

1-5- Sismicité :

Selon la Carte des zones sismiques et la classification sismique des Wilayas d'Algérie, BATNA est située dans une zone considérée à faible sismicité (Zone I).

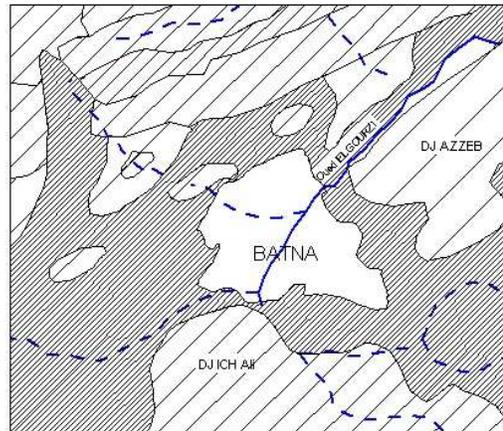
carte N°: 07

La perméabilité de la région de BATNA



Légende:

- Infiltration forte
- Infiltration forte à moyenne
- Infiltration moyenne
- Infiltration moyenne à faible
- Infiltration faible
- Infiltration très faible
- Ecoulement permanent
- Ecoulement temporaire



0 2 4 6 Km

-6-Données géotechniques:

Selon (Valiron1994) les effondrements et les glissements de terrain peuvent avoir des conséquences très importantes, déboîtement de plusieurs éléments du tuyau, avec une situation aggravée par l'érosion importante causé par l'abondance des eaux de fuite.

L'étude géotechnique de la ville de BATNA confirme que la plupart des terrains est considérée comme potentiellement stable et présente une bonne résistance pour la construction, on notera cependant qu'une petite partie située au Nord de la ville comme le montre la carte N° 04 fait exception à la règle et peut présenter quelques contraintes (L .N.C.H)

1- 7 – Réseau hydrographique :

Le réseau hydrographique est étroitement lié à l'organisation du relief. L'assiette de la ville de BATNA est traversée par deux grands Oueds (BATNA et Tazoult), dont la confluence forme Oued El-gourzi, cette situation l'expose aux inondations lors des crues.

Les eaux de crues se rejoignent au Sud -Est de l'agglomération et traverse le centre ville par deux canaux, le canal talweg et le canal ceinture, ces derniers ont une capacité hydraulique insuffisante compte tenu de l'importance des crues, les deux canaux débouchent dans Oued Elgourzi qui reste l'unique collecteur naturel des eaux pour toute la ville.

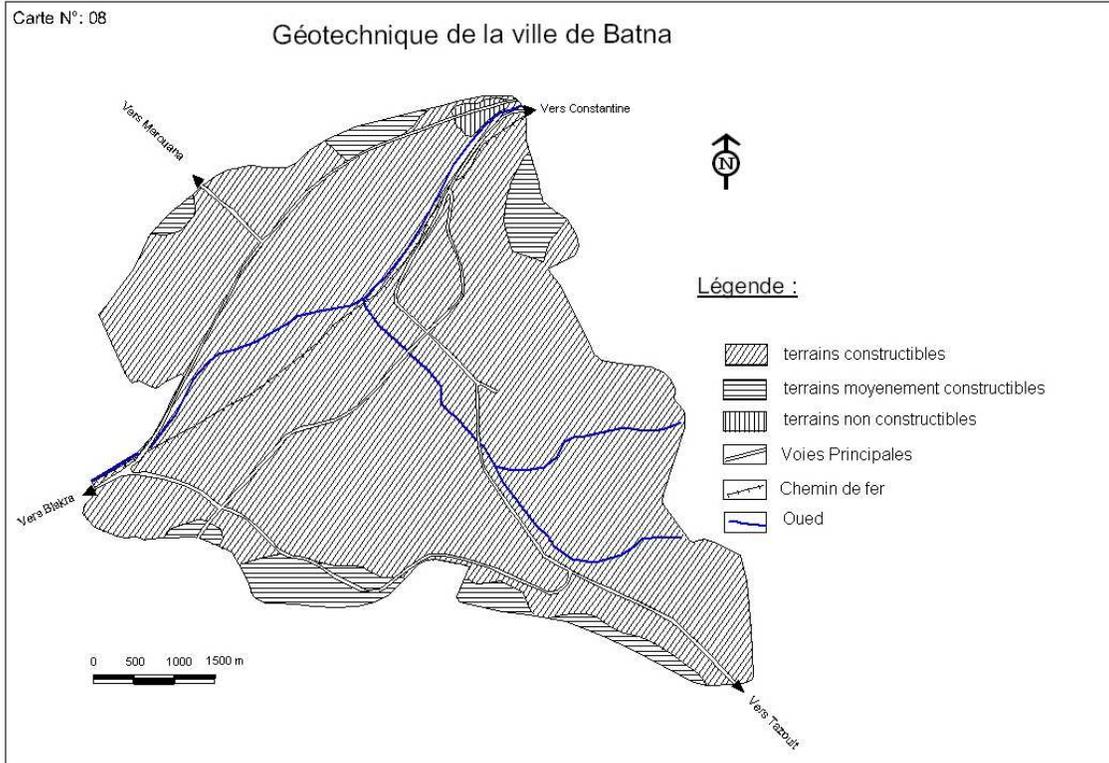
Les eaux de ruissellement dans les autres parties de la ville sont de moindre importance, elles sont drainées par les fosses de protection réalisées à cet effet.

De nombreux cours d'eau à régime temporaire et issus des bassins versants secondaires se regroupent pour se déverser dans Oued El-Gourzi, qui constitue le prolongement de Oued El-Madher, ce dernier se perd à son tour à Chott Gadaine.

Oued El Gourzi à un régime d'écoulement permanent, bien qu'en été quelques filets d'eau subsistent, mais qui sont en grande partie issus des rejets domestiques et industriels de BATNA, ces eaux usées peuvent contaminer les nappes du champ externe qui alimentent la ville de BATNA en grande partie.

1- 8 – Climatologie :

Pour l'analyse climatique nous nous sommes basés sur les données climatiques de la station météorologique de BATNA pour une période qui s'étale de 1972 à 2004.



sauf pour la neige et les vents dont les données disponibles ne couvrent que la période de (1990-2005).

1-8-1- Précipitations :

La ressource en eau est liée aux précipitations, on la trouve sous la forme :

De ressource exploitable superficielle par le ruissellement, de ressource souterraine par l'infiltration, les précipitations jouent le rôle principal dans l'alimentation des cours d'eau et les nappes souterraines.

A) – Analyse des données pluviométriques annuelles :

Les valeurs moyennes annuelles des précipitations de la station de Batna durant la période (1972-2004) sont consignées dans le tableau suivant :

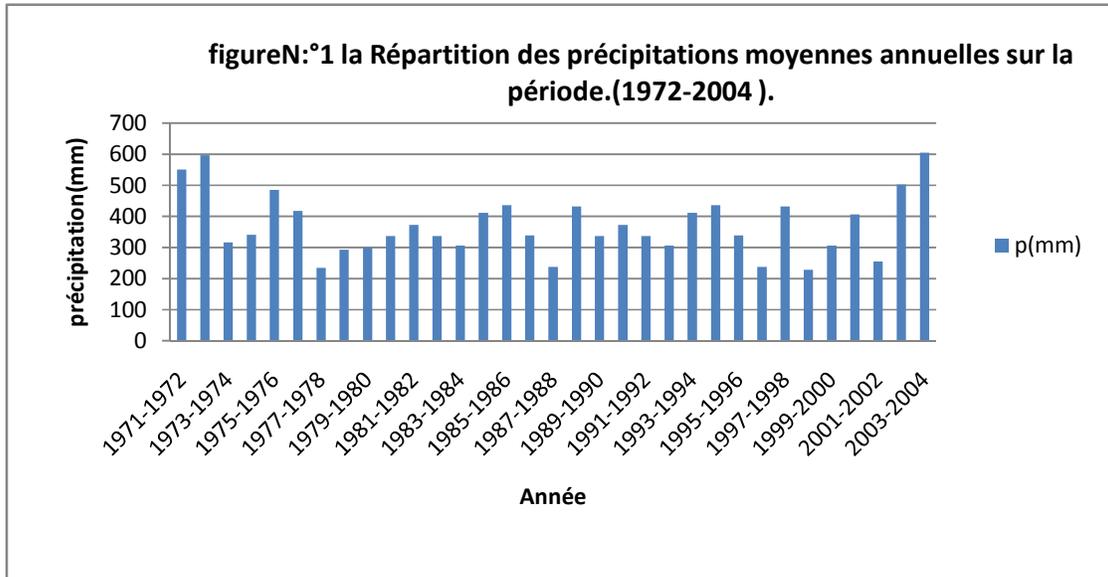
Tableau N° 01 : Répartition des précipitations moyennes annuelles sur la période.(1972-2004).

Année	P (mm)						
1971-1972	551,2	1980-1981	336,4	1989-1990	499,2	1998-1999	228,8
1972-1973	597,1	1981-1982	373,3	1990-1991	465	1999-2000	306
1973-1974	316,2	1982-1983	337	1991-1992	353,5	2000-2001	406,4
1974-1975	341	1983-1984	306,1	1992-1993	322,2	2001-2002	254,7
1975-1976	485,7	1984-1985	411,7	1993-1994	182	2002-2003	503,2
1976-1977	417,7	1985-1986	435,8	1994-1995	349,5	2003-2004	604,8
1977-1978	235	1986-1987	338,8	1995-1996	511		
1978-1979	293	1987-1988	237,9	1996-1997	193,7		
1979-1980	300,3	1988-1989	432,1	1997-1998	483,6		

Source : ONM

D'après le Tableau N° 01 et l'histogramme ci-dessous ; on remarque à la station de Batna que la pluviosité est marquée par une grande variabilité, l'année la plus pluvieuse est (2003-2004) avec un cumul annuel de 604.8 mm par contre l'année la plus sèche est l'année (1993 - 1994) avec un cumul annuel de 182mm.

.De manière générale les ressources superficielles et profondes en eau dans la région subissent chaque année les aléas de la variabilité pluviométrique.



B) – Analyse des données pluviométriques moyennes mensuelles

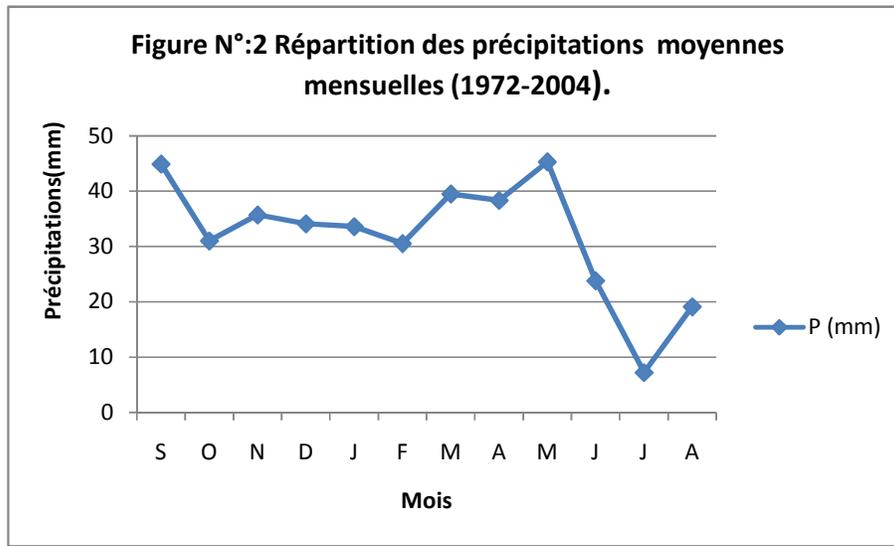
(1972-2004) :

Tableau N° 02 : Les précipitations moyennes mensuelles sur la Période (1972-2004) :

MOI S	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	O
P (mm)	44.9	31.01	35.7	34.12	33.6	30.53	39.5	38.32	45.3	23.8	7.2	19.09

Source : ONM

L'analyse du tableau N° 02 et la courbe (Figure N° 02) montrent que la valeur maximale des précipitations est observée au Mois de Mai (45.3mm) et la valeur minimale est observée au Mois de Juillet (7.2 mm)

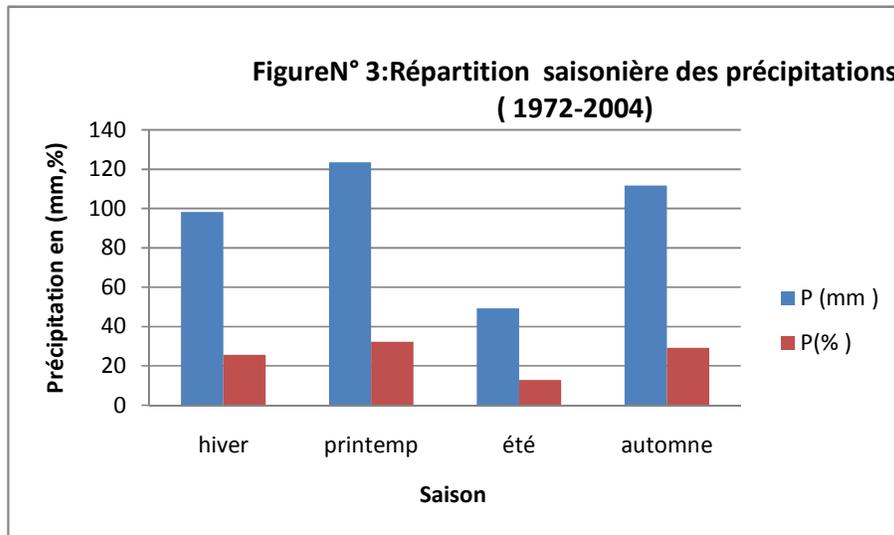


C) – Analyses des données pluviométriques saisonnières (1972-2004)

Tableau N° 03 : La répartition Saisonnière des précipitations :

Saison	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Total
P (mm)	98.25	123.38	49.3	111.7	382.63
P (%)	25.67	32.22	12.88	29.18	100

D’après le Tableau N° 03 et l’histogramme (Figure N° 03), on distingue que :
 La saison la plus pluvieuse est le printemps avec 123.38 mm et 32,22 % de la pluie totale,
 par contre la saison sèche est l’été : 49.3 mm, 12,88%.



D-Pluie Journalière maximale

Une étude entreprise par M. Chaumont (SES -1964) a entrepris une étude sur la distribution des pluies de BATNA a montré que l'ajustement de la loi de GALTON sur un échantillon de 49 fortes valeurs journalières de la période (1913-1962) a donné les résultats suivants :

Tableau N°4 : Répartition fréquentielle des pluies journalières maximales

Période de retour (année)	10	100	1000
Pluie (mm)	48	72	84
Intensité moyenne journalière (mm/h)	2	3	3,5

1--2- La neige :

La neige joue un rôle de régulateur des écoulements superficiels, elle favorise l'alimentation des nappes en raison de sa lente et profonde dans le sol, donc plus la durée d'enneigement persiste plus le potentiel hydrique augmente.

Tableau N° 5 Le nombre de jours de neige sur la période
(1990 – 2005).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Nombre de Jours	33	26	09	01	00	00	00	00	00	00	03	20	92

Le tableau ci-dessus démontre que la période d'enneigement dans la région est comprise entre Décembre et Mars.

La neige qui tombe reste rarement sur les plaines, elle se persiste que sur les montagnes et participe en partie à recharger les réservoirs souterrains.

1-8-3– La température :

La température est un facteur très important régissant en interaction avec les autres facteurs météorologiques tel que : l'humidité, la précipitation, le phénomène d'évapotranspiration.

La température élevée entraîne une augmentation de besoins en eau d'une part, et favorise la présence et la multiplication de germes pathogènes dans les milieux aquatiques d'autre part.

A) – Les températures moyennes :

Tableau N° 06 : Variation des températures moyennes mensuelles sur la période (1972 – 2004).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
M	9.8	11.1	13.6	17.4	28.5	29.3	33.3	32	26.17	20	14	10.8	20.03
m	0,8	1.5	2.8	5,4	9.3	14	17	16.8	13.4	8.7	3.9	1.7	7.94
M+m/2	5.3	6,3	8.2	11.4	18.9	21.65	25.15	24.4	20	14.3	8.95	6.25	13.79
M-m	9	9.6	10.8	12	19.2	15.3	16.3	15.2	12.77	11.3	10.1	9.1	12.09

M : Température moyenne maximale (°c)

m : Température moyenne minimale (°c).

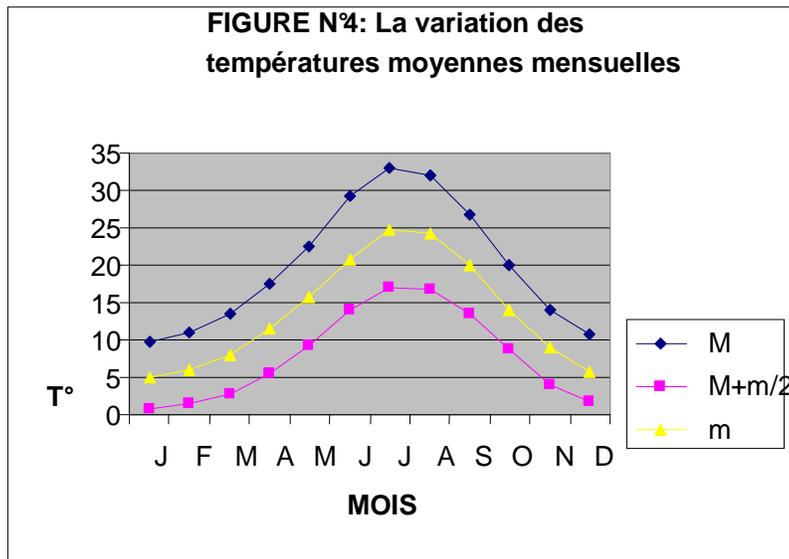
$M + m / 2$: Température moyenne (°c).

M-m : Amplitude thermique (°c).

L'analyse du tableau N° 06 montre que :

- La température moyenne maximale est au mois de juillet avec 33,3° C.
- La température moyenne minimale est au mois de janvier avec 0,8° C.
- La température moyenne mensuelle est 13.79° C.

A partir de là on remarque que les températures accusent une forte amplitude thermique saisonnière comme le montre le graphe ci-dessous qui explique plus clairement les variations des températures moyennes mensuelles.



Pendant la saison chaude, le taux des maladies à transmission hydrique s'élève surtout en absence de la surveillance de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine.

B) – Diagramme Ombro- thermique de Gaussen :

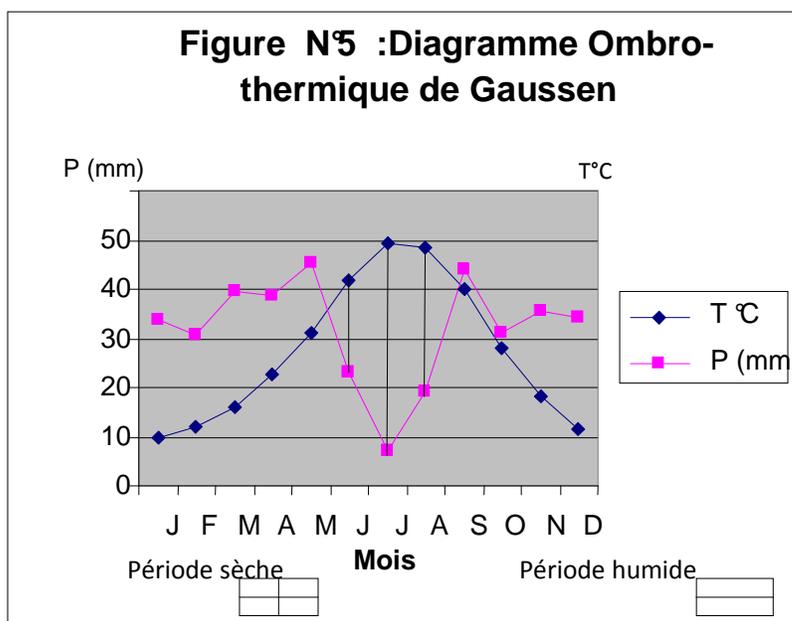
Le diagramme de Gaussen permet de fixer le début et la fin d'une période sèche et humide aux intersections des courbes de valeurs de précipitations et de température en utilisant cette formule : $P = 2 T$

P : Précipitations moyennes mensuelles (mm).

T : Températures moyennes mensuelles (°C)

Tableau N° 07 La relation entre les températures et les précipitations.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2T (°C)	10.6	12,6	16.4	22.8	37.8	43.3	50.3	48.8	40	28.6	17.9	12.5
P (mm)	33.6	30.55	39.56	38.52	45.3	23.8	7.2	19.09	44.09	31	35.7	34.12



D'après le diagramme ombrothermique obtenu pour la station de Batna en fonction de sa situation géographique, nous avons observé deux différentes périodes :

- La période sèche commence de juin jusqu'au mois d'août.
- La période humide commence du mois de septembre jusqu'au mois de mai.

Pendant la période sèche Oued El-Gourzi ne véhicule en général que les rejets domestiques et industriels vers le milieu naturel, la concentration des éléments chimiques dissous dans ces eaux est élevée, divers polluants contenus dans les eaux usées sont susceptibles de contaminer les eaux de surfaces et souillent aussi les nappes souterraines par infiltration.

C) – Le quotient pluviométrique d’emberger :

Le quotient pluviométrique d’emberger est un indice utile pour déterminer le type de climat de la région étudiée, le diagramme de l’emberger qui est un abaque comportant :

- En ordonnées : les valeurs du quotient pluviométrique d’emberger **Q** qui est défini par la relation :

$$Q = 1000 P / ((M+m)/2 (M-m))$$

Q: Désigne le quotient pluvio-thermique d’emberger.

P : La précipitation moyenne annuelle.

M : Désigne la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en degré Kelvin absolu (°k).

m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid en (°k).

M-m : Amplitude thermique.

(M+m)/2 : Température moyenne.

- En abscisse : La moyenne des températures minimales du mois le plus froid. Elle permet une classification en sous étage pour dresser un climagramme.

-Les stations de même **Q**, peuvent être différenciées par les valeurs de **m**.

-Les températures sont exprimées en degrés kelvin ($t^{\circ}k = t^{\circ}c + 273.2$)

$$P = 362.82 \text{ mm.}$$

$$M = 33,3 \text{ }^{\circ}\text{C} = 306,5 \text{ }^{\circ}\text{k.}$$

$$m = 0,8 \text{ }^{\circ}\text{C} = 274^{\circ}\text{k}$$

$$Q = 38.46$$

$$m = 0,8 \text{ }^{\circ}\text{C.}$$

Donc la station de BATNA se situe dans l’étage bioclimatique semi-aride à hiver frais (voir Figure N° 06).

1-8-4 – L’évaporation :

L’évaporation est la perte en eau subie par la surface d’eau libre et représente la transformation de l’eau en vapeur.

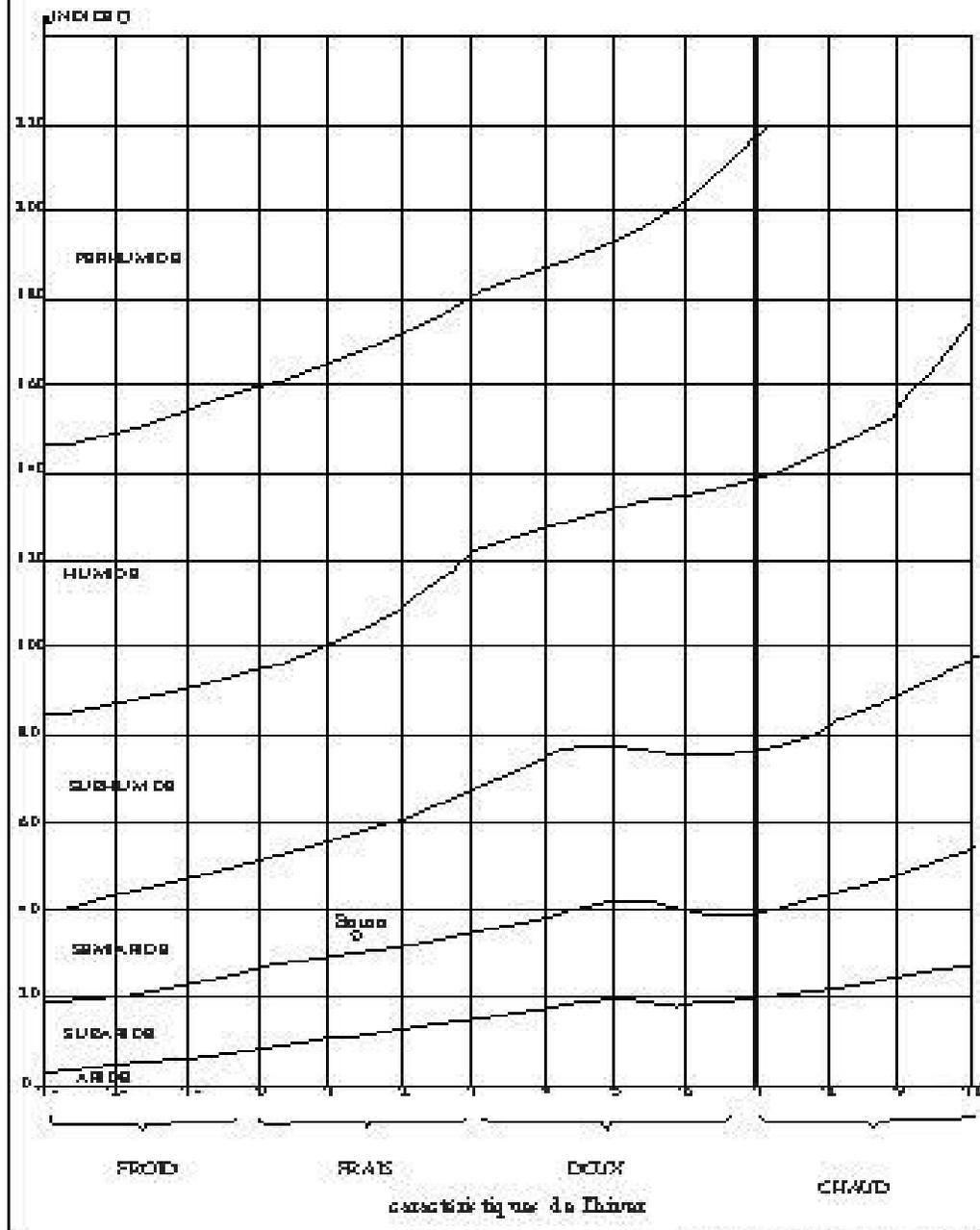
Tableau N° 08: Evaporation moyenne mensuelle en mm sur la période (1972-2004)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
E (mm)	51,1	75,8	116,1	150,2	205,7	27,4	233,3	304	207,1	154,3	89	61	168,96

Figure N 04

GRAPHIQUE BIOCLIMATIQUE

méthode EMBERGER.

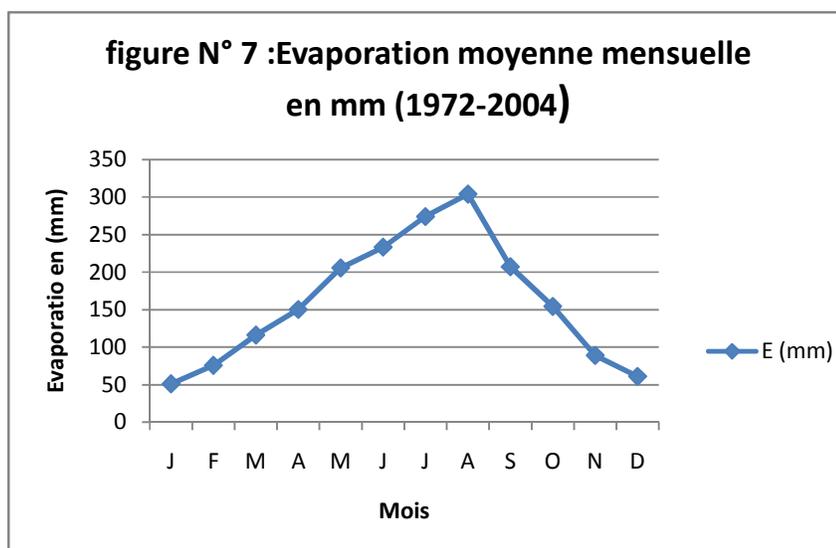


Source: Professeur MAILLÉ - Cote

D'après les relèves de la station de Batna sur la période (1972- 2004).

- L'évaporation moyenne maximale est au mois d'Août : 304 mm, ceci correspond au mois où les températures sont plus élevées.

- Par contre l'évaporation moyenne minimale est observée au mois de Janvier : 57,1 mm, comme l'indique la courbe ci après :



1-8-5-Humidité :

L'humidité de l'air est un facteur aussi important que les précipitations et la température.

La consommation journalière de l'eau peut varier en fonction de la température, l'humidité et de l'activité physique (J.Rodier 1996)

Le tableau ci- dessous exprimé l'humidité moyenne en pourcentage.

Tableau N° 09 : Humidité relative moyenne mensuelle en % (Station de Batna 1974 – 2004).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
Humidité %	73	70	65	63	59	50	40	43	58	65	72	75	61.08

Le tableau N°09 indique les pourcentages de l'humidité relative à Batna ; élevés en période hivernale avec un maximum de 75% en mois de décembre, des taux moyens en automne et en printemps et moins d'humidité en été.

1-8-6 – La vitesse du vent :

Le vent favorise l'évaporation surtout en période sèche, en présence des températures élevées.

Tableau N° 10: La vitesse moyenne du vent sur la période (1990 - 2005).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Vitesse m/s	3,1	3,2	3,5	4,1	3,9	3,9	3,7	3,5	3,3	3	3,3	3,1

D'après le tableau N° 10 on remarque que la vitesse du vent dans la région de BATNA est maximale au mois d'Avril, avec une vitesse moyenne de 4,1 m/s. Dans cette région les vents de direction Sud-ouest sont les plus dominants surtout le sirocco qui est un vent chaud est sec, à pouvoir desséchant, est élevé par l'augmentation brutale de la température.

Les vents chargés de pluies viennent du Nord –Ouest soufflent pendant l'automne, l'hiver et une partie de printemps.

1-8-7- L'enseillement :

Tableau N° 11 : L'enseillement sur la durée de 12 ans.

Mo is	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Ens (%)	54,3	64,2	60,2	63,3	66,7	69,9	78,7	76,2	67,8	66,6	61,5	59,5

Source :Zouita(2001)

Le mois de Juillet est le plus enseillement avec un taux de 78,7 %, alors qu'on n'enregistre que 54,3 % pour le mois de Janvier.

Conclusion :

A partir de cette vue naturelle de la ville de Batna on a conclu ce qui suit :

- La région est une cuvette à faibles dimensions, pentes abruptes.
- La région de Batna est composée de trois types de relief : la plaine, les montagnes, les piémonts.
- La classe de pentes faibles (0 à 3 %) : elle représente la plus grande partie de la surface, cette classe de pentes favorise la réalisation des divers réseaux mais en revanche elle se caractérise par une faible évacuation des eaux.
- Le réseau hydrographique est assez dense, les principaux Oueds qui traversent la ville de Batna (Oued Tazoult, Oued Batna) ,sa situation l'expose aux inondations lors des crues.
- Oued El Gourzi est l'unique collecteur naturel des eaux usées et pluviales de la ville de Batna.
- La plaine est composée de formations quaternaires essentiellement des dépôts alluvionnaires récents, la perméabilité est forte. Dans la ville l'imperméabilisation des chaussées et la densité de la construction réduisent sensiblement l'infiltration, ce qui peut abaisser localement le niveau des nappes et augmenter fortement les débits de surface des eaux de pluie).
- La lithologie la plus répandue dans la zone montagneuse à prédominance calcaires et marnes avec une perméabilité moyenne, et élevée par fissuration des calcaires.
- Les nappes aquifères existantes dans la ville n'ont été reconnues que grâce à des forages (champ captant interne).
- Le climat de la région est de type semi-aride d'hiver frais. L'étude climatique a montré que les caractéristiques climatiques de la région sont étroitement liées à sa position géographique et à son relief. On relève des variabilités temporelles des précipitations et des températures, l'évolution annuelle de ces deux paramètres permet de distinguer une période chaude et sèche et une période froide et humide.

Pendant la période sèche Oued El-Gourzi ne véhicule en général que les rejets domestiques et industriels vers le milieu nature, divers polluants contenus dans ces eaux usées sont susceptibles de contaminer les eaux de surfaces et souillent aussi les nappes souterraines par infiltration.

2- Les caractéristiques urbaines et socio économiques :

La connaissance approfondie des données urbaines et socio-économiques est indispensable pour une meilleure compréhension des problèmes que posent l'approvisionnement en eau potable et la pollution de celle-ci.

Pour mieux étudier et analyser ces paramètres la ville a été découpée en 12 secteurs (voir carte N° 09).

Les critères de sectorisation sont :

- La morphologie du tissu urbain.
- L'ancienneté des constructions.
- Les contraintes physiques (Oueds).
- les axes principaux (les voies primaires).

2- 1 – Evolution du tissu urbain :

1844 – 1923 (Fondation de la Ville) :

La ville de BATNA fut fondée en 1844 sur un terrain marécageux, son fondateur est le Colonel Butafoco, elle était connue sous le nom de « Betna », par la suite on construisit un camp entouré par un mur percé de 04 portes, un décret de 1848 lui donna le nom de Nouvelle Lambèse, mais celui de Juin 1949 lui rendit le nom de « BATNA ».

A partir de 1950, le camp connaît la première extension en direction de Nord Ouest donnant ainsi naissance au premier noyau de la ville (Voir figure N° 09).

Jusqu'à 1923 la ville est structurée en 02 parties séparées par Oued de Batna

- Le noyau colonial au Nord - Z'mala comme quartier traditionnel au Sud.

-1923 – 1945 :

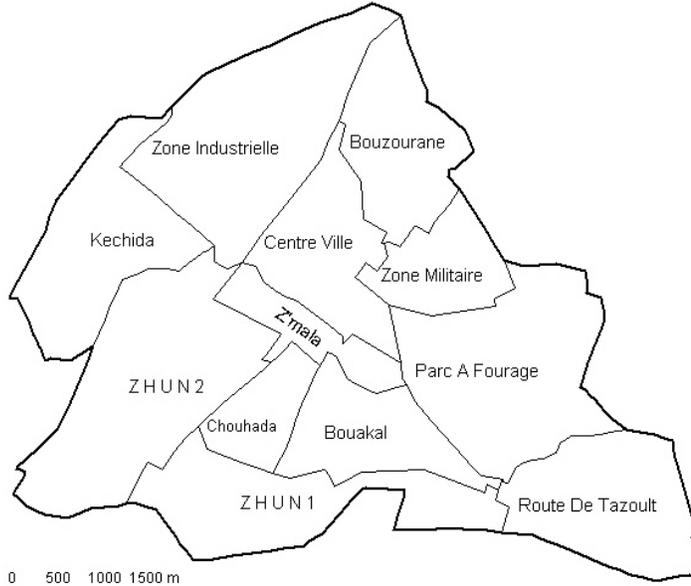
Durant cette période, Batna a joué son rôle de centre administratif et commercial, en raison des équipements qui se localisent ce qui a permis d'avoir de nouveaux contingents de colons, cette situation s'est traduite par l'éclatement du noyau en 03 directions :

- **Nord Est** : Par le quartier du Stand.
- **Nord Ouest** : Par le quartier de la Fourrière près de la gare.
- **Sud Est et Sud Ouest** : Par les premières constructions de deux quartiers (Chekhi et

Bouakal) voir carte N°10

Carte N°: 09

Les Secteurs Urbains dans la ville de Batna



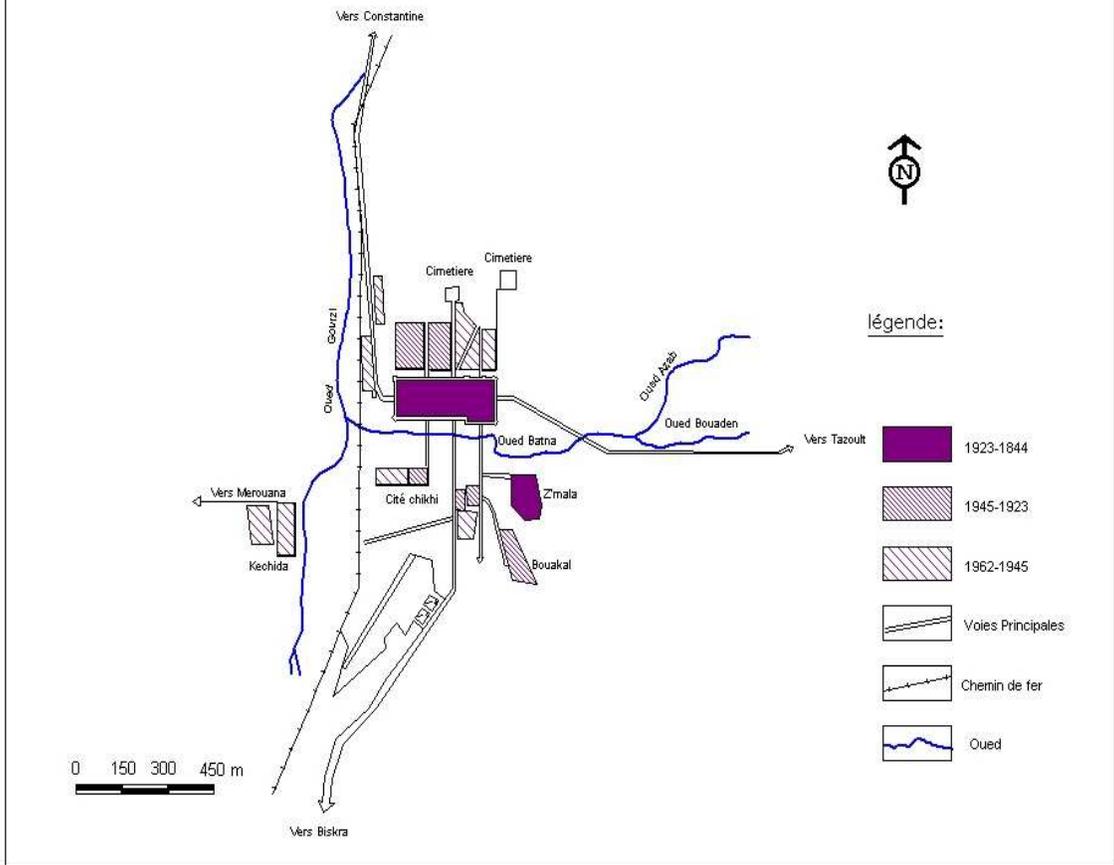
légende :

- Limites Du Tissu Urbain
- Limites Des Secteurs
- Nom De Secteur

0 500 1000 1500 m

Source : Plan Directeur d'aménagement et d'urbanisme 1998 BATNA (PDAU)+ DPAT BATNA

La ville de Batna pendant la periode 1844-1962



Source: Plan Directeur de l'aménagement et d'urbanisme 1998 (PDAU)

1945 – 1962 :

Cette de croissance coïncide avec le lancement du plan de Constantine et la guerre de Libération qui ont généré les opérations suivantes :

Au Nord : (Les quartiers Européens) :

- L'introduction des immeubles collectifs (HLM).
- Cité Million : 158 Logements.

Construction des casernes au Nord Est du noyau.

Au Sud : Les quartiers traditionnels :

- Cité Chikhi ,Cité Evolutive,Cité Kichida.

1962 – 1978 :

Après l'indépendance, le lancement du programme des Aurès 1968 impulsé une dynamique nouvelle qui s'est traduite par de nombreuses réalisations d'équipements d'infrastructures et d'habitat.

Le deuxième fait marquant cette période est l'élaboration du premier plan d'urbanisme (PUD) en 1978 qui a défini 03 secteurs :

Secteur 1 (Nord-est) :

- La zone militaire : réserve foncière à long terme.
- Parc à Fourrage : Extension à court et moyen terme.

Secteur 2 : (Sud et Sud-ouest) :

Création de deux ZHNN (ZHNN₁, ZHNN₂).

Secteur 3 (Nord-ouest).

Extension prévue pour la zone industrielle, en plus de ces zones, le PUD a proposé la réalisation de deux voies d'évitements.

1978 – 1984 (Eclatement de l'Agglomération) :

La recherche d'emploi, la scolarisation et les services ont drainé un flux migratoire très important qui s'est traduit au cours de cette période par l'éclatement de l'agglomération dans tous les sens.

En parallèle du programme structure se développe sous la pression démographique une urbanisation anarchique dans tous les quartiers périphériques. En effet cette urbanisation désordonnée qui s'est développée beaucoup plus au Sud, favorisant l'émergence d'ensembles disparates sans liaison avec le centre et dépourvus d'équipements et des divers réseaux (Voirie, AEP, Assainissement, ...).

-1984 – 1996 (Saturation du tissu urbain) :

La réalisation du programme prévu dans le cadre du PUD 1978 en matière d'habitat et d'équipement n'a pas atteint ses objectifs à cause de l'ampleur et la rapidité avec lesquelles sont développées les constructions individuelles anarchiques qui sont à l'origine de tous les problèmes de l'agglomération surtout le développement des quartiers périphériques sans équipements et sans supports des VRD préalables.

Au cours de cette période un deuxième PUD de 1985 a été lancé dont l'objectif était la réorganisation du tissu urbain.

Malgré toutes ces actions, l'urbanisation se trouve bloquée au Nord-Est par la zone militaire, au Sud-ouest par la zone industrielle et au Nord et au Sud par le relief montagneux.

1996 – 2006 :

En plus d'occupation des terrains à l'intérieur du tissu urbain et ceux réservés pour le long terme. L'extension de la ville s'oriente de nos jours vers 03 principales directions :

- Route de Biskra.
- Route de Tazoult.
- Route de Merouana et Hamla.

Au cours de cette période la ville a vu la mise en œuvre du premier plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) qui est réalisé en 1998 dont l'objectif est : de définir les orientations fondamentales de l'aménagement du territoire de la commune de Batna et de déterminer l'affectation générale des sols et la délimitation des secteurs aux différents horizons.

2- 2 – Population :

La ville de BATNA a connu une forte croissance démographique en raison des facteurs suivants :

- La croissance naturelle.
- L'exode rural.
- Les mouvements de migration inter- région.

Une croissance accélérée de la population est à l'origine de tous les problèmes de l'agglomération particulièrement le problème de l'eau potable.

a) – L'évolution de la population :

Tableau N° 12 : l'évolution de la population dans la ville de Batna entre 1966 et 2007.

L'ANNEE	1966	1977	1987	1998	2004	2005	2007
La population (habitants)	55751	98962	181601	242400	286725	293353	296665

Source : DPAT + PDAU.

A l'horizon 2015 la population de la ville de Batna est estimée à 355020 habitants, elle est évaluée par la formule des intérêts composés, en se basant sur le nombre d'habitants de l'année 1998 (recensement général population, habitat)

$$Pf = Pa (1 + r)^n$$

D'où : pf : population future

Pa : population de l'année 1998.

r : taux d'accroissement de la population de 2.27 % (donné par les services de L'APC de Batna).

n : nombre d'année séparant l'année de référence à l'horizon de calcul.

b) – Densité de la population :

La densité de la population est l'un des facteurs qui influent sur la quantité et la qualité de l'eau.

La densité de la ville de Batna est répartie par 10 secteurs comme le montre le tableau suivant :

Tableau N° 13 : Répartition de la population et sa densité par secteur urbain.

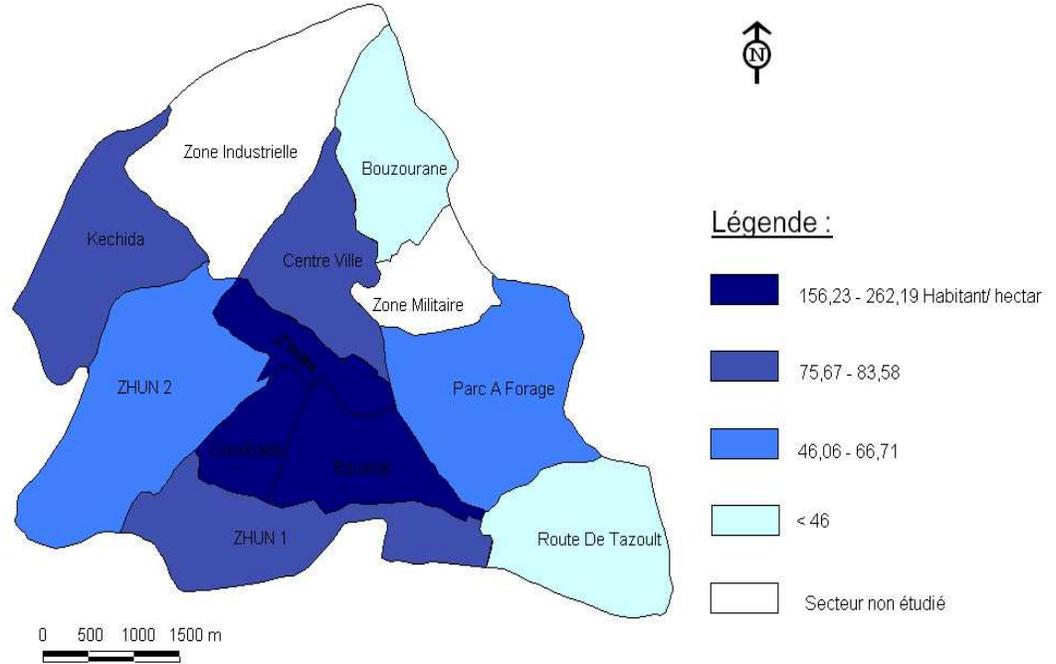
Secteur	Superficie (ha)	Population 1998(Hab)	Densité 1998 Hab/ha	Classement par Secteur
Centre Ville	225,52	18851	83,58	05
Quartiers Traditionnels (Z'mala, cité chihki)	112,26	28027	249,66	02
Bouakal	223,33	58556	262,19	01
Kechida	349,19	27247	78,03	04
Parc à Fourrage	437,4	29183	66,71	07
Bouhourane	239,83	9316	38,84	09
Chouhada	142,88	22322	156,23	03
Route de Tazoult	282,85	5269	18,62	10
ZHUN 1	330,77	25030	75,67	06
ZHUN 2	403,79	18599	46,06	08
Zone Militaire	156,01	/	/	/
Zone Industrielle	458,9	/	/	/

Source : ONS + PDAU + DPAT.

D'après le tableau ci-dessus, on remarque qu'il y a une différence dans la répartition de la densité de la population d'un secteur urbain à un autre comme le montre la carte N° 11, on retrouve la plus forte densité notamment dans les secteurs suivants : Bouakal (262.19 Hab./ha), les quartiers traditionnels (249.66 Hab./ha). Ces secteurs ont une densité supérieure à la moyenne de la ville estimée à 83, 47 Hab./ha, par contre on distingue une faible densité surtout dans les quartiers périphériques. Cette différence explique l'ampleur des problèmes en particulier le problème de l'alimentation en eau potable qui sera sans doute plus grave dans les quartiers anarchiques où le taux d'accroissement démographique est plus élevé.

Carte N°: 11

la densité de la population par secteur urbain (1998)



2 – 3 – L’emploi :

L’emploi est un indicateur important dans l’appréciation économique de la région de l’étude, il permet d’évaluer la situation et le niveau de vie de la population.

Le tableau N° 14, indique qu’en 2005 la population active de la ville de Batna est estimée à 79763 personnes quant à la population occupée, elle est estimée à 69976 personnes (Base de calcul R.G.P.H 1998).

Le taux d’activité » et l’occupation sont respectivement 27 % et 88 %, ces chiffres nous donnent un taux de charge d’un occupé pour 06 personnes, quant au taux de chômage est estimé à 12%, comme l’indique le tableau N°:14.

tableau N° 14 : Répartition de la population active et occupé dans la ville de Batna (2005-2006)

Populatio n (Hab)	Populatio n active	Taux d’activité %	Populatio n occupée	Taux d’occupation %	Populatio n en chômage	Taux de chômage %
293353	79763	27	69976	88	9787	12

Source : DPAT.

2– 4 – Habitat :

La croissance démographique dans la ville a amplifié la crise de l’habitat .Le développement des quartiers insalubres et le non respect des normes d’urbanisme ont généré de multiples problèmes d’alimentation en eau potable et d’assainissement.

a) – Evolution du parc de logements (1966 – 2005) :

Tableau N° 15 : Evolution du parc de logements (1996 – 2005).

Année	1966	1977	1987	1998	2005
Nombre de Logements	9111	15376	27082	43917	47153
Taux d’occupation des logements	7,5	7,6	7,8	6,7	6

Source : ONS + PDAU + DPAT

L'analyse du tableau ci-dessus montre que le parc de logements, au recensement de 1998 était 43917 logements alors qu'en 2005 le parc se compose de 47153 logements, le taux d'occupation des logements reste élevé.

Parallèlement à l'urbanisation rapide, la demande en eau potable a connu un accroissement considérable.

b) – Typologie d'habitat :

La croissance progressive de la ville de Batna suivant plusieurs étapes s'est traduite par une typologie d'habitat très diversifiée entre collectif et individuel, ces types d'habitat s'insèrent dans trois types de tissu :

1- Le tissu central mixte représentant:

-le centre ville qui est caractérisé par l'habitat de type colonial, se distingue par une texture homogène du point vue urbain et architectural.

-les quartiers traditionnels (z'mala, cité chiki) caractérisés par l'habitat individuel.

La majorité des conduites d'AEP dans ces quartiers est vétuste.

2 – Le tissu périphérique très hétérogène : constitué par les quartiers de Bouakal, Kechida, Route de Tazoult, Bouzourane, Chouhada ... etc., caractérisé par la prédominance de l'habitat individuel, allant des villas jusqu'au constructions individuelles de qualité médiocre, la plus part de ces constructions appartiennent à l'urbanisation anarchique (carte N°12) , cette typologie qui s'est répandue dans certains quartiers était à l'origine de tous les problèmes de l'agglomération surtout le problème d'A.E.P et de l'assainissement .La vétusté et l'absence de conformité des réseaux favorisent l'apparition des bouffées d' MTH par interconnexion (cross-connexion) entre réseau d'AEP et réseau d'assainissement.

3 – Le tissu des zones d'habitats urbains nouvelles (ZHUN₁ et ZHUN₂) : Représentant le programme d'habitat collectif, individuel et les équipements d'accompagnement. En général la réalisation des VRD dans ces quartiers est conforme aux normes technique

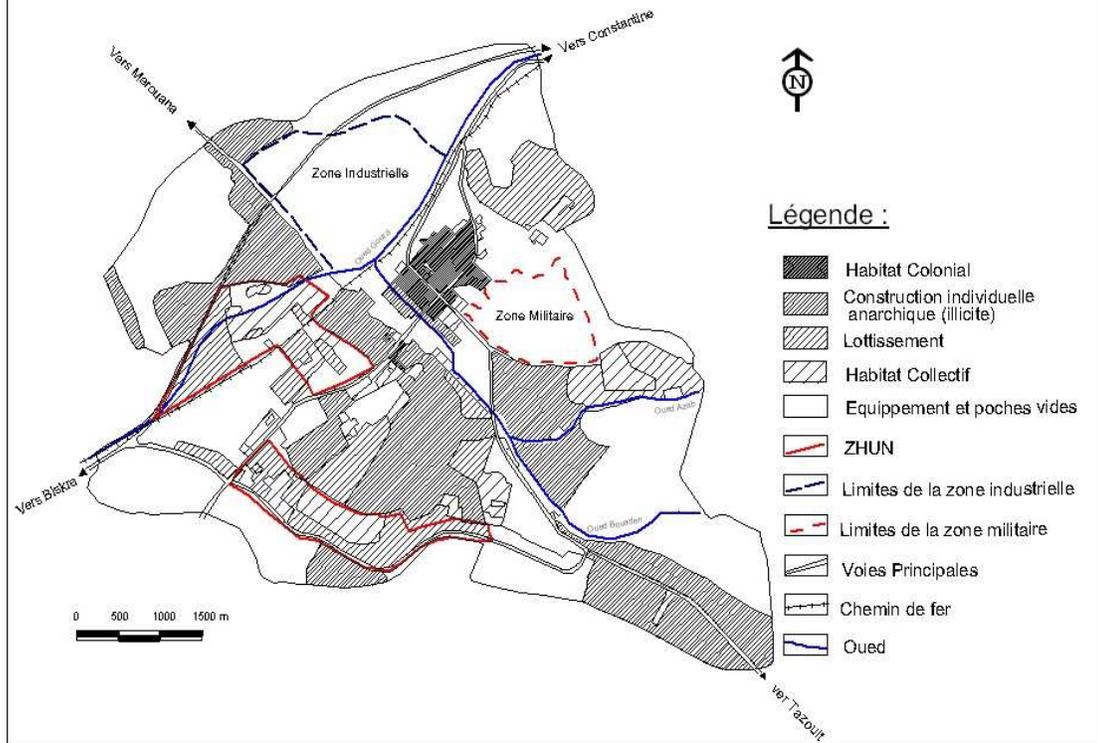
2– 5 – Equipements :

Les équipements constituent un facteur important dans la structure de la ville, se sont des éléments de la composition urbaine.

Les besoins en eau potable de ces équipements varient selon leur qualité, leur nature, certains ont des consommations très élevées.

Carte N°: 12

Les Formes Urbaines dans la ville de Batna



Source : P D A U + Plan de situation 1/7500 année 1996

La ville de Batna bénéficie d'une concentration d'équipements de nature diverse, fortement représenté par l'équipement éducatif, sanitaire, administratif, ce dernier est déterminant en raison de la fonction administrative de la ville (chef lieu de la Wilaya).

Ces équipements sont :

2 – 5 – 1 – Equipements éducatifs :

Ils regroupent les établissements scolaires : primaire, moyenne et secondaire, l'université, les centres d'apprentissage et d'enseignement professionnel.

a) – Enseignement Primaire, Moyenne et Secondaire :

Tableau N° 16 : Répartition des établissements scolaires (primaire, moyenne).

Etablissement scolaire	Nombre d'établissements	Nombre de classes	Effectifs scolarisés	Nombre d'enseignements
Primaire	76	860	36682	3334
Moyenne	28	545	22256	1062

Source :

Tableau N° 17 : Répartition des établissements scolaires et effectifs (enseignement secondaire).

Etablissement	Nombre d'Etablissements	Nombre de Classes	Effectifs Scolarisés	Nombre d'Enseignements
Enseignement Général	09	270	12035	527
Enseignement Technique	03	72	2804	212

Source : DPAT.

b) –Enseignement supérieure :

Au sein de la ville de Batna, l'université El Hadj LAKHDAR à une aire d'influence régionale et même nationale. Par le biais de ses nombreux instituts, elle participe à la formation des cadres nécessaires au développement des pays, on assurant la graduation et la post-graduation.

En plus de nombreux instituts, l'université à bénéficie de 14 cités universitaires.

Les effectifs en formation à la rentrée universitaire 2005/2006 s'élèvent à 37285.

c) – Formation professionnelle et apprentissage :

Dans la commune de Batna on trouve 04 centres de formation professionnelle dont 01 Institut National Spécialisé en Formation Professionnelle.

2- 5 – 2 – Les équipements sanitaires :

*** Secteur public :**

La commune de Batna compte actuellement 04 infrastructures sanitaires.

- L'hôpital A au sein de CHU (Route de Tazoult).
- L'hôpital B (Route de l'Indépendance).
- La clinique génico-obstétrique (Bouakal).
- La clinique ORL (Centre Ville).

Outre de ces infrastructures, la commune compte aussi 03 polycliniques, 03 centres de santé et 03 salles de soins.

*** Secteur privé :**

Malgré l'existence d'infrastructures lourdes en nombre important et à caractère régional, le secteur privé participe par des cabinets médicaux (Généralistes, Spécialistes, Chirurgiens Dentistes), des cliniques privées et spécialisées.

2- 5 – 3 – Les équipements de protection sociale :

Ce secteur est représenté actuellement au niveau de la commune de Batna par un « Service de la Protection Civile » qui gère 10 établissements sociaux répartis par différents secteurs.

Pour l'année 2005 une population de 4710 personnes, tout handicapé et personnes âgées ont été recensées à travers la commune de Batna.

2 – 5 – 4 – Les équipements administratifs :

La commune de Batna, chef lieu de la Wilaya concentre la majorité des structures administratives, telles que les sièges de la Wilaya, de la Daïra, de l'APC, le Tribunal et plusieurs directions représentant nombreux secteurs (Hydraulique, Agriculture, Education, DUC, Santé, DTP, Protection Civile, ...).

2- 5 – 5 – Les services :

Les secteurs elles sont représentées par des établissements financiers (BADR, BDL, BEA, 2a, Saa, ...), les stations d'essence, les PTT, les transports et les prestations des services (restaurants, cafés, bains, douches...).

La plus part des équipements et des services se trouvent dans le centre-ville.

2- 6 – Industrie :

Dans la ville de Batna, le secteur industriel s'est développé depuis les années soixante surtout dans le secteur étatique, pour atteindre aujourd'hui un nombre assez important d'unités industrielles dans le secteur privé prend une part considérable.

La majorité de ces industries sont de grandes consommatrices d'eau, par conséquent leurs rejets liquides augmentent de plus en plus, quant à la qualité de ces eaux, le moins qu'on puisse dire c'est qu'elle est généralement rejetée à l'état brut avec tous les éléments toxiques qu'elle peut contenir dans Oued El-Gourzi qui draine ainsi toute la charge vers la Plaine d'El-Madher sans avoir subi un traitement, ni épuration en absence des petites stations d'épuration au niveau des unités.

Ces eaux usées de Batna causent des problèmes néfastes dans les localités situées au Nord de Batna, la majorité des agriculteurs les utilisent pour l'irrigation.

En plus, les nappes de la plaine d'El-Madher risquent d'être contaminées par ces eaux, surtout 40 % environ des forages qui alimentent la ville de Batna en eau potable sont implantés dans la plaine d'El-Madher.

Parmi les unités industrielles considérées comme polluantes dans la ville de Batna on peut citer :

- **COTITEX** : Complexe Textile.
- **ENIPEC** : Société de Transformation des Peaux Brutes en Cuir.
- **ORELAIT** : Production de Lait et ses Dérivés.
- **SABA** : Production de Batterie pour Véhicules.
- **TUDOR** : Production de Batterie pour Véhicules.
- **CSD** : Centre de Stockage et de Distribution d'Hydrocarbure.
- **BITUM** : Unité de Production de Goudron.
- **ORAVIE** : Abattoir Avicole et Viande Rouge.
- **ENBAG** : Production de Bouteilles de Gaz.

2-7- La voirie et réseaux divers :

2-7- 1-La voirie :

L'accroissement du trafic routier en raison de l'augmentation de son intensité, ou du poids des charges roulantes, la présence d'un point rocheux peut engendrer des

détériorations ponctuelles et amorcer des corrosions particulièrement avec les tuyaux revêtus extérieurement, les vibrations du trafic routier peuvent également agir sur l'étanchéité des surtout si ceux-ci, ont été mal réalisés [Valiron 1994].

Le réseau de voirie de la ville de Batna, appelé à supporter une circulation diversifiée et très intense, à l'échelle locale et régionale due essentiellement à sa situation stratégique au carrefour de deux axes (RN₃ et RN₃₁), le réseau est composé de deux types de voies fonctionnelles différentes - Les voies d'évitements de la ville.

- Les voies urbaines (le réseau viaire).

2-7-1-1 Les voies d'évitements de la ville :

Ce sont des voies dont le rôle est assurer la double fonction : liaisons interurbaines et contournement de la ville.

- Voie d'évitement Sud :

Elle contourne l'agglomération au Sud long du fossé de protection, pour permettre les échanges entre les axes importants RN₃ et RN₃₁ en direction de Khenchela.

- Voie d'évitement Nord :

(Biskra – Constantine) : Elle longe successivement la zone d'habitat urbaine nouvelle II (ZHUN₂), le quartier Kechida et la Zone Industrielle.

1-7-1- 2 – Les voies urbaines :

a) Les voies primaires :

Ces voies assurent la desserte du centre ville aux quartiers périphériques, l'ensemble de ces voies est structuré par deux axes importants :

-L'Axe 1 : Boulevard KL, Route de Biskra, Avenue de l'Indépendance et Route de Constantine.

-L'Axe2 : Avenue de la République, Rue Bouklouf Mohamed et les Allées Boudiaf Mohamed.

b) Les voies secondaires :

Il constitue le deuxième groupe de voies desservant les quartiers à partir du réseau principal.

c) –Les voies tertiaires :

Les voies tertiaires assurent la desserte à l'intérieur des lots. Accusent retard du point de vue d'aménagement.

2-7- 2-Les réseaux :

2-7-2-1 – Réseau d'assainissement :

L'assainissement de l'eau constitue l'ensemble des dispositions relatives à l'évacuation des déchets liquides d'une agglomération et à leur traitement, de manière à ce qu'ils ne puissent provoquer aucune nuisance pour l'hygiène publique.

Les eaux usées constituent un milieu de culture pour de très nombreuses espèces de micro-organismes pathogènes et à ce titre, elles peuvent être à l'origine de graves problèmes de santé publique surtout dans les pays où les conditions d'hygiène sont défavorables.

Les divers polluants contenus dans les eaux usées sont susceptibles de contaminer les eaux de surfaces s'ils sont déversés directement sur le sol et souillent aussi les nappes souterraines par infiltration.

2-7-2-1-1 situations du réseau d'assainissement :

L'agglomération de Batna dispose d'un réseau d'assainissement excepté quelques constructions dans les quartiers illicites périphériques (Ouled Bechina, Douar Diss ,Route Tazoult...) Les eaux usées (domestiques et industrielles) sont drainées par les collecteurs et acheminées vers l'Oued El-Gourzi, ce dernier à un rôle de récepteur de toutes les eaux usées de la ville, ainsi les eaux pluviales. Selon la direction d'hydraulique de Wilaya (DHW) le réseau est constitué d'une gamme variée de conduites (circulaires, ovoïdales,...) ainsi le dimensionnement des conduites varie entre 200 mm et 2400 mm Le taux moyen de raccordement est estimé à 87 % comme l'indique le tableau ci après.

Tableau N° 18 : Situation de réseau d'assainissement dans la ville de Batna.

Population de la Ville (Hab)	Longueur de Réseau (mètre linéaire)	Taux de Branchement (%)	Population raccordée (Hab)
293353	351099	87	263895

Source : DPAT

Selon l'ADE les réseaux d'assainissement défectueux qui présentent un risque de contamination avec l'eau potable (cross-connexion) se situent dans les quartiers suivants: Racasement cité chikhi ,Racasement kechida1,2 ,cité évolutive,150 logements frères Maaraf ,500 logements ,20 aout, 84 logements , Douar diss , quartier près de la mosquée Billal , Bouzourane restructuration, parc à fourage partie basse , Kechida partie basse , 27 logements

2-7-2-1-2 la station d'épuration de la ville de Batna :

La station d'épuration de la ville de Batna se situe a l'entrée Nord de la ville sur la voie qui mène à l'échangeur vers Kechida , c'est une station d'épuration a boues activées, sa capacité est de 200 000 Eq.Habitants la nature des eaux traitées sont domestiques avec un débit journalier de 19.875 m^3 et un débit de pointe de 27.210 m^3 les objectifs de la station restent a dépolluer l'eau collectée a l'entrée et en faire un rejet de qualité pour être utilisable dans le domaine agricole.

La station d'épuration de la ville de Batna, collecte les eaux usées destinées à être épurées à partir d'un canal installé en un point donné au niveau de Oued El Gourzi.

Au niveau de ce dernier, s'écoulent les eaux usées domestiques rejetées par la grande partie de la ville. Ces eaux là seront éjectées dès un point à la sortie de la station d'épuration, vers oued el Gourzi, après avoir être soumises à plusieurs traitements afin de les épurer.

Les eaux sortantes de la STEP, s'écoulent à oued El Gourzi , pour retrouver d'autres eaux usées non traitées ; venues de l'industrie , dans un point au Nord de Oued El Gourzi.

Les eaux usées d'origine industrielle, non soumises aux traitements de stations d'épuration, peuvent contenir des polluants de divers types notamment les substances toxiques. Ces rejets industriels croisent ceux qui sont épurées et traitées, et peuvent donc être source de pollution des nappes alluviales de la plaine ELMadher.

2-7-2-2- Réseau d'AEP : L'étude et l'analyse de ce paramètre sera bien détaillée dans le prochain Chapitre (la gestion des eaux dans la ville de Batna).

Conclusion :

Après l'étude de la situation urbaine et socio économique on a conclu que :

➤ L'agglomération de la ville de Batna datant de 1844, s'est constituée selon trois types de tissu urbain.

-Un tissu central mixte, conçu suivant un plan en damier représentant le centre ville et les quartiers traditionnels caractérisés par un réseau d'AEP vétuste.

-Un tissu périphérique hétérogène caractérisé par la prédominance de l'habitat individuel surtout les constructions individuelles anarchiques (branchements illicites, absence de conformité des réseaux, manque d'hygiène,...), cette situation favorise la naissance des foyers des maladies à transmission hydrique.

-Un tissu des zones d'habitats urbains nouvelles (ZHUN₁ et ZHUN₂) représentant l'habitat collectif et individuel, en générale la réalisation des réseaux dans ces quartiers est conforme aux normes techniques.

➤ La croissance accélérée de la population peut être à l'origine des problèmes de l'agglomération et particulièrement les problèmes que posent l'approvisionnement en eau et la pollution de celle-ci, le problème sans doute s'aggrave si la densité est plus élevée ex : (secteur de Bouakal).

➤ Dans la ville de Batna, le secteur industriel s'est développé depuis les années soixante, pour atteindre aujourd'hui nombre assez important d'unités industrielles, la majorité de ces industries sont de grandes consommatrices d'eau et la plus part sont des polluantes.

➤ Le réseau d'assainissement dans la ville est en bon état, sauf dans certains quartiers anciens et anarchiques ex : (Cité chikhi ,Cité évolutive ,Douar dis , Kechida), ces quartiers peuvent avoir éclosoin à des foyers des maladies à transmission hydrique (MTH) à cause de l'infiltration des eaux usées dans le réseau d'AEP.

➤ Les eaux sortantes de la STEP, s'écoulent à Oued El Gourzi , pour retrouver d'autres eaux usées non traitées , notamment les rejets industriels qui renferment des substances toxiques. Les divers polluants contenus dans ces eaux constituent une source de pollution des nappes alluviales de la plaine ELMadher.

CHAPITRE II

**GESTION DES EAUX
DANS LA VILLE
DE BATNA**

Introduction :

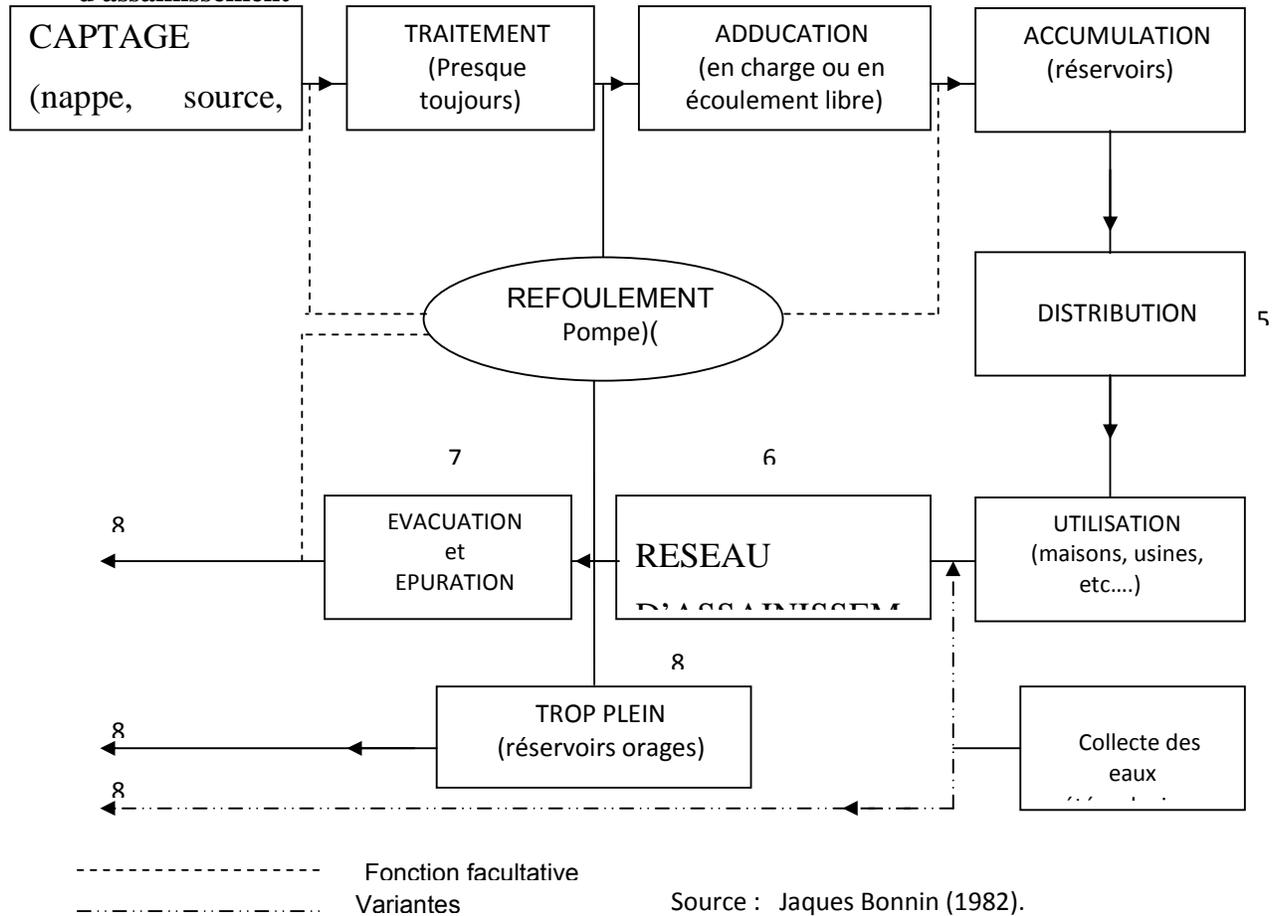
La disponibilité permanente de l'eau suppose que la gestion des sources en eau, l'exploitation et l'entretien des installations d'eau fonctionnent en permanence à pleine capacité conformément à des normes de la qualité et de la quantité acceptables.

En effet l'étude de ce chapitre permet de connaître la gestion de l'eau et la situation du système d'A E P dans la ville de BATNA qui a connu une forte croissance démographique et socio-économique.

1- Aperçu sur l'hydraulique urbain :

La figure N°= 09 Représente des diverses fonctions que doit remplir un cycle d'hydraulique urbain, en suivant logiquement l'eau du point où elle quitte le cycle naturel jusqu'à celui où elle le retrouve, elle nous fournit un plan d'étude.

Figure N° 09 : Fonction des installations de distribution de l'eau et d'assainissement



1-1- Captage :

Concerne soit les eaux souterraines (Sources, forages...) soit des eaux superficielles (rivières, lacs ou les eaux de mer).

1-2- Adduction :

C'est le transport de l'eau depuis le lieu de prélèvement jusqu'au
Voisinage de la zone d'utilisation

1-3- Le traitement des eaux :

Le traitement des eaux est presque toujours nécessaire pour obtenir une eau hygiénique, donc propre à n'importe quelle mode de consommation, surtout la consommation humaine afin d'éviter les maladies à transmission hydrique.

Lorsque l'eau est prélevée de la mer un traitement particulièrement onéreux est nécessaire pour le débarassement de ses sels.

1-4- Accumulation :

L'accumulation consiste à remplir des réservoirs pour assurer d'une part une plus grande régularité du débit capté, traité, et d'une part une sûreté d'alimentation lors d'une indispensable momentanée des ouvrages précédents, il y a donc lieu de placer l'accumulation le plus possible près des utilisateurs.

1-5- Distribution :

La distribution consiste à fournir à chaque instant aux utilisateurs les débits dont ils ont besoins. Elle nécessite donc un réseau de canalisations dimensionnées pour le débit susceptible de passer en chaque point.

1-6- Réseaux d'assainissement :

Après utilisation, les eaux dites « usées » sont rejetées à un réseau qui doit pouvoir évacuer à chaque instant, un débit sensiblement égale au débit consommé sans aucun risque de reflux vers quelconque des utilisateurs.

6- Bis collecte des eaux météoriques :

Parallèlement a la fonction précédente les eaux météoriques (Pluies) sont collectées et renvoyées dans la nature, soit directement (le réseau d'assainissement sera alors dit séparatif), soit conjointement avec les eaux usées (réseau dit unitaire).

1-7-Epuration:

Les eaux usées doivent normalement être épurées avant d'être rejetées dans la nature, afin d'éviter à celle-ci une pollution, dégradante trop peu répandue aujourd'hui.

-1-8- Rejet :

Les eaux normalement épurées sont rejetées dans la nature, le plus souvent au rivières, facultativement les débits très importants (dues essentiellement aux fortes averses et aux orages) peuvent être éliminés du circuit d'épuration sans que cela entraîne une pollution inadmissible (il s'agit en effet pendant des courtes durées, d'apports abondants propres qui diluent beaucoup les eaux usées impures)

1-9-Pompage :

Le plus souvent les niveaux rentrés dans le circuit nécessite des apports d'énergie par pompage pour relever l'eau. Les pompes se rencontrent principalement au voisinage des fonctions "traitement" et "accumulation" mais elles peuvent être nécessaires aussi comme on le verra au captage et parfois dans le réseau d'assainissement évacuant les eaux usées.

2- Les ressources en eaux potables:

Une société d'exploitation et de distribution d'eau s'intéresse nécessairement à sa matière première : la ressource en eau, celle-ci peut se présenter sous forme d'eaux de surface ou souterraines (eau de nappe)

2-1- Les eaux de surface :

L'accroissement de la population et son niveau de vie et le développement industriel dans la ville de Batna nécessitent l'utilisation des eaux de surface surtout que la disponibilité des eaux souterraines se fait de plus en plus rare.

Depuis 24 juin 2007, le déficit en eau dans la ville de Batna à été partiellement réglé à partir des eaux du barrage de koudiat M'douar

Cet ouvrage hydraulique dont la capacité est 62 millions m³ est destiné à l'alimentation des zones urbaines de Batna, Ain Touta , Barika , Arris ,Khenchela et certains communes limitrophes ainsi qu'à l'irrigation de la plaine chemora.

Le barrage de Koudiat M'daour est alimenté par trois Oueds (Oued Reboa , Oued Timgad et Oued Morri) :

-Oued Reboa prend naissance à l'amont par la conjonction de deux Oueds (Oued Taga) et (Oued Saba Regoud).

-Oued Timgad coule à travers la plaine au sud de Djebel Tagratine avant de se jeter dans Oued Reboa ,il reçoit les rejets des eaux usées de Sidi Mancer et Timgad ville.

Actuellement un volume de 12000 m²/jour d'eau traitée est destiné à l'alimentation de la ville notamment les quartiers approvisionnés par le réservoir de Douar diss qui enregistrent un déficit en eau tel que :Bouakal, Douar diss,Tamachit ,Chohada.....

A terme la majorité des quartiers de la ville de Batna sera alimentée par les eaux du barrage a partir de l'interconnexion entre les réservoirs (carte N°13)

A l'horizon 2015 un volume de 40000 m³ /j des eaux de surface (barrage) sera destiné à l'alimentation de la ville de Batna.

2-2- Les ressources souterraines :

Les eaux souterraines constituent un capital essentiel pour l'alimentation en eau potable, la mobilisation en eau souterraine est assurée par des forages et des puits,

L'unique source se trouve à Oued Taga (en arrêt). La ville de BATNA est alimentée en A E P a partir de 20 forages, ces derniers ne sont pas en totalité implantés dans le territoire de la commune. (Carte N°=14).

2-2-1- Les forages (Champs captant externe) :

Le champ captant externe est composé de 6 forages qui sont implantés dans les plaines (ELMadher, Gadaine, Fontaine chaude), là ou les ressources en eaux souterraines sont particulièrement importantes.

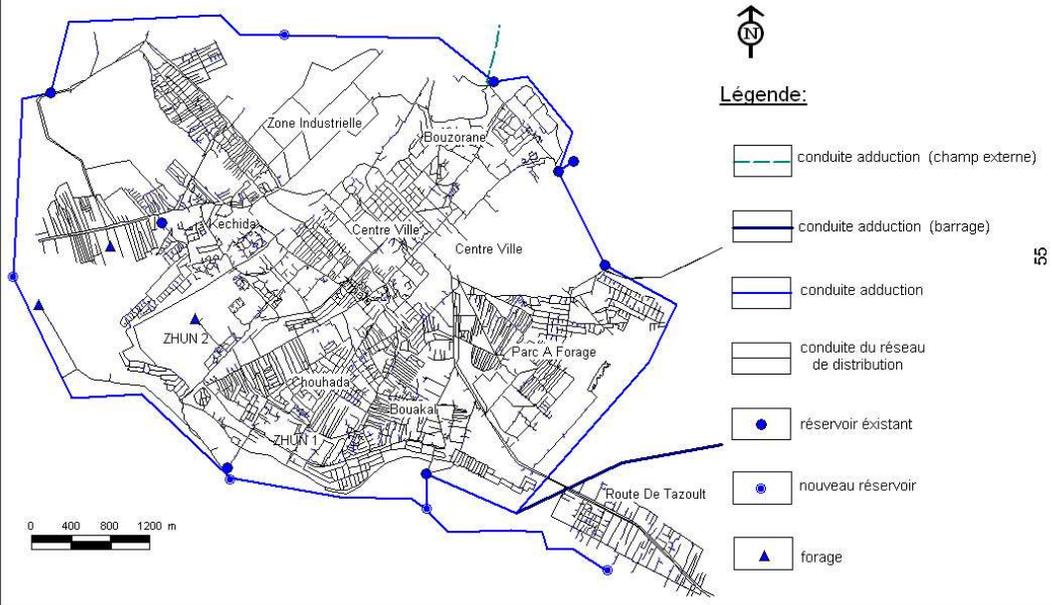
Ces forages refoulent l'eau vers la station principale de Djerma, cette dernière à travers un réseau d'adduction refoule l'eau traitée vers les réservoirs de la ville de BATNA notamment (AZZEB et Carrière) .le forage (Dj1) et le forage M1 sont actuellement les seuls fonctionnels dans la plaine EL'MADHER, les forages M2 et M3 sont en arrêt pour des raisons :

- Remontée de sable.
- Mauvaise qualité bactériologique de l'eau suite au rejet de l'assainissement à ciel ouvert.

Le tableau ci-après nous indique les forages du champ captant externe.

Carte N°: 13

Futur inter connexion entre réservoirs dans la ville de BATNA



55

source : A.D.E

Tableau N°= 19 Les forages (champ captant externe)

Dénomination des forages	Date de réalisation	Profondeur	Débit exploité L/s	Heure de pompage h/j	Volume mobilisé m³/j
F. El'Madher 1	1970	170	32	24	2764,8
F. Fontaine chaude 1	1970	250	52	24	4492,8
F. Fontaine chaude 2	1972	300	14	24	1209,6
F. Gadaine 1	1970	250	42	24	3628,8
F. Gadaine 2	1982	294	76	24	6566,4
F.Djerma1	1991	400	24	23	1987.2

Source = ADE

2-2-2 Les forages (Champ captant interne) :

Selon EPDEMI (actuellement ADE), une partie de la ville de BATNA est alimentée à partir des forages réalisés dans le champ captant interne, ces forages sont répartis à travers le territoire de la commune de BATNA comme le montre le tableau ci-après :

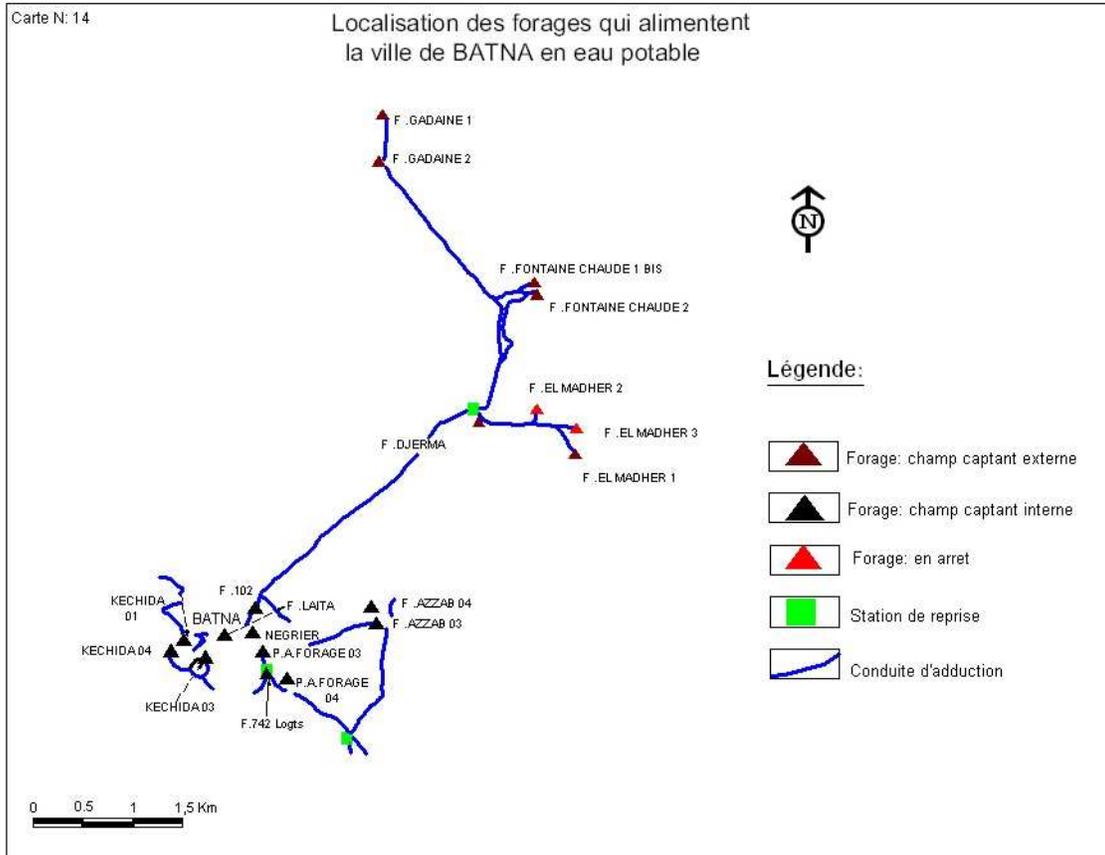


Tableau N°=20 Les forages qui alimentent la ville de BATNA en eau potable (champ captant interne)

Forage	Date de réalisation	Profondeur (m)	Débit exploité L/s	Heure de pompage H/j	Volume exploité M3/j
F. Parc à fourrage 1	1969	183	30	24	2592
F. Parc à fourrage 3	1985	400	05	24	432
F. Parc à fourrage 4	1991	200	04	10	144
F. AZZEB 3	1996	190	33	24	2851,2
F. AZZEB 4	1998	251	23	24	1987,2
F. Kechida 1	1979	300	30	24	2592
F. Kechida 3	1988	250	32	24	2764,8
F. Kechida 4	1991	330	17	24	1468,8
F. Kechida 5	2000	337	04	24	345,6
F. 102 Abbatoir	1973	351,7	16	24	1382,4
F. 742 Logts	1990	200	14	24	1209,6
F. Parc d'attraction	1996	200	04	24	345,6
F. Negrier	1978	203	10	8	288
F. Riadh	2004	-	12	24	1036,8

Source = ADE + DHW (2007).

2-2-3- Le volume d'eau mobilisé (2007) :

Le volume d'eau mobilisé estimé à 5209.6 m³/j ne reflète pas le volume réel exploité et ce en raison de pertes occasionnelles dans :

- Les réseaux d'adduction et de distribution.
- Par piquage sur les conduites d'adduction de Djerma.

Selon ADE, l'établissement a réparé 1229 fuites durant l'année 2005.L'ensemble de fuites sur adduction et le réseau de distribution varie suivant le type de tuyaux, leur vétuste, la nature du terrain et la qualité d'entretien. En Algérie le taux de fuite est estimé à 40 % (Rémini 2005).

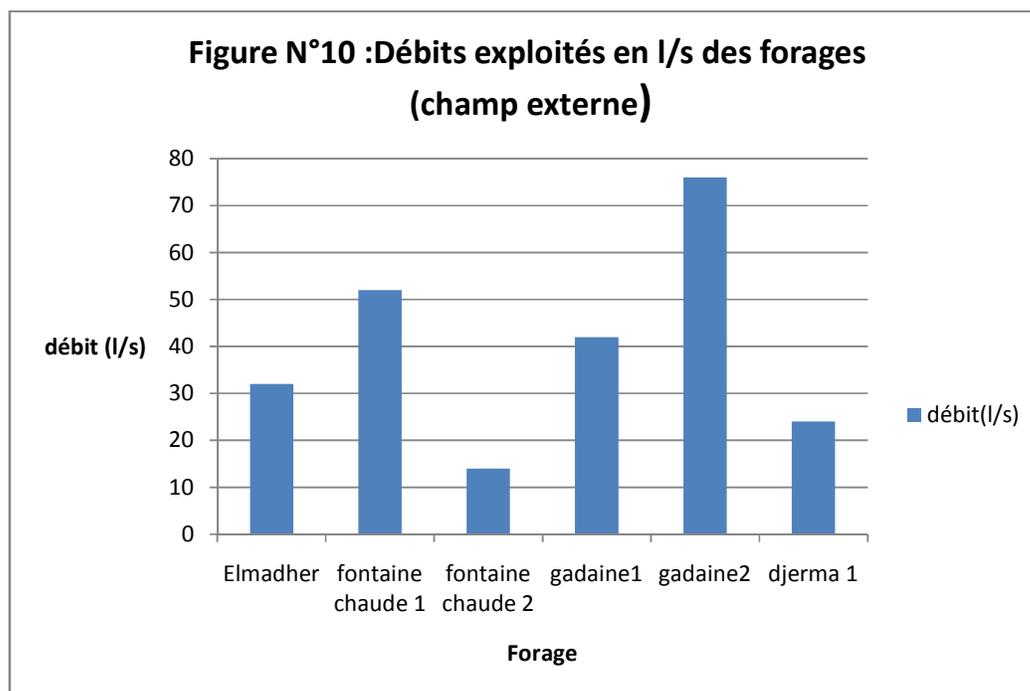
A cet effet, le volume réel exploité est estimé à 31253.76 m³ /l comme l'indique le tableau ci- après

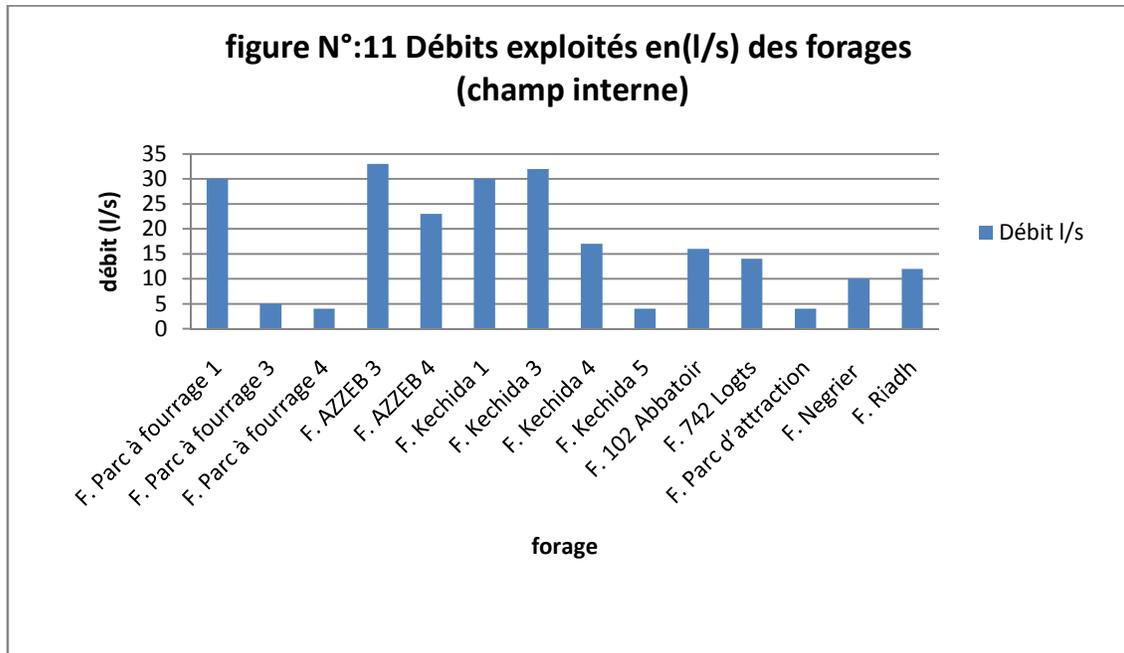
Ressources	Origine des eaux	Volume mobilisé m ³ /j	Volume réel exploité m ³ /j
Eaux souterraines	Champ captant externe (6 forages)	20649,6	-
	Champ captant interne (14 forages)	19440	
Eaux superficielles	Eaux du barrage (Koudiat M'douar)	12000	-
Total		52089.6	31253.76

Source :ADE +DHW (2007).

Les figures N° 10 et 11 montrent clairement que les eaux souterraines du champ captant externe sont particulièrement importantes.

Dans la plaine El Madher les possibilités d'exploitation des sondages peuvent être doublées 130 l/s (Menani 1991).





3- Les besoins en eau potable :

Les besoins en eau potable sont évalués de façon globale, suivant la demande moyenne journalière en eau par habitant (**150 l/j/hab.**), sans tenir compte des besoins propres à chaque usage (domestique, sanitaire, socio culturelle, administrative,).

A cet effet il est pris une majoration de 30% englobant ces consommations.

31- Evaluation des besoins en eau (2007).

Le tableau au dessous chiffre l'estimation des besoins en eau.

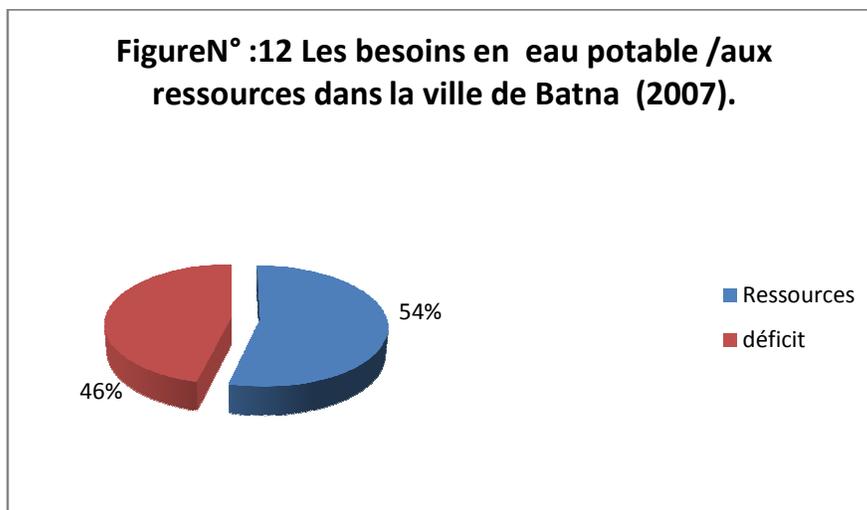
Tableau N° 22: Les besoins en AEP dans la ville de BATNA (2007)

Population Hab	Besoins M ³ /j	Production réelle M ³ /J	Dotation réelle/J/hab.	Taux de satisfaction %
296665	57850	31253.76	105	54

Pour l'année 2007, le volume distribué à BATNA est de l'ordre de 31253.76m³/j, soit un déficit de 26596.24 m³/j par rapport aux besoins identifiés, le taux de satisfaction globale de la population est de 54 % dont la dotation réelle est de 105 l/j/hab., alors que les normes de l'OMS d'approvisionnement quotidien en eau potable est de 150 l/j /hab.

La figure N°= 12 montre clairement que la ville de BATNA enregistre un déficit situé autour de 46% et que les ressources en eau m'arrivent pas à couvrir l'ensemble des besoins de la population malgré la mobilisation des eaux du barrage.

Figure N° :12 Les besoins en eau potable /aux ressources dans la ville de Batna (2007).



3-2- Evolution des besoins en eau potable :

En 1995 le volume distribué est de l'ordre de 22740 m³/j, avec un taux de satisfaction de 49 % des besoins en eau estimés à 46085 m³/j. En 2002 le taux de satisfaction connaît une baisse et le volume distribué n'est que 18728 m³/j malgré les besoins sont à 54850 m³/j, cette baisse due à la diminution du rendement de certains forages, du faible pluviosité et l'intensification des pompages dans les nappes.

A partir du Juin 2007 (Fonctionnement du barrage) les besoins en eau sont atteints 57850 m³ / J, le taux de satisfaction est élevé à 54 %. (Tableau N°=23.)

Tableau N°= 23 Evolution des besoins en eau / au ressources hydriques (1995-2007).

Année	Besoins m ³ /j	Production réelle m ³ /j	Taux de satisfaction %
1995	46085	22740	49
2002	54850	18728	36
2005	57204	22952	41
2007	57850	31253.76	54

Source= PDAU+ADE+APC.

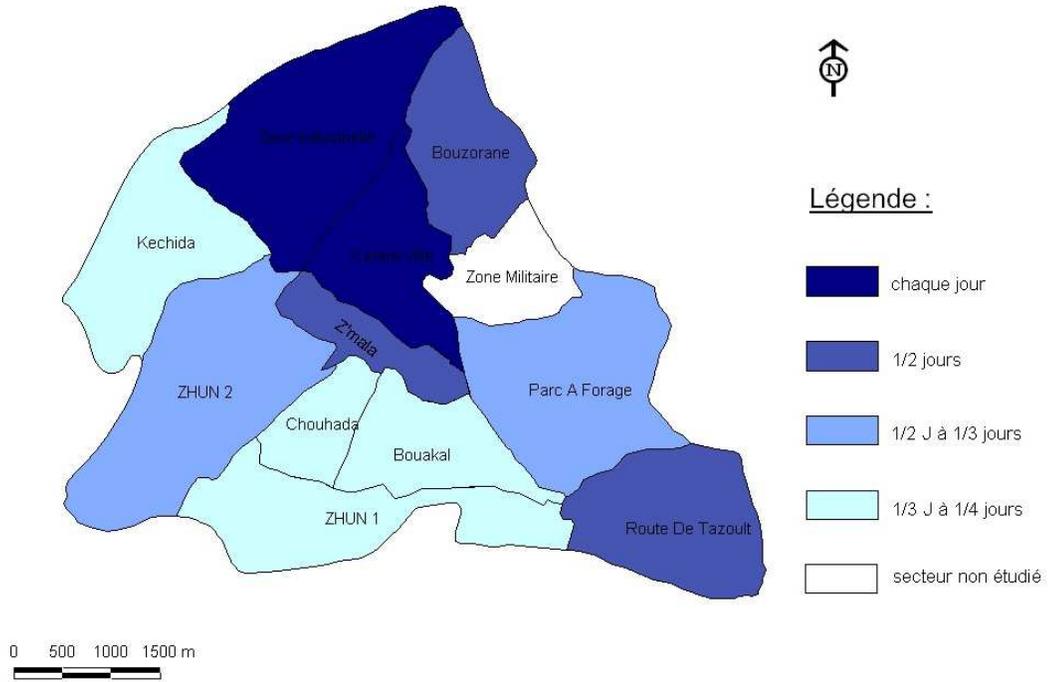
D'après le tableau au dessus on constate que les efforts de mobilisation des ressources en eau restent très largement inférieurs aux besoins de la ville, car la demande en eau potable ne cesse de croître par suite de l'accroissement de la population et son niveau de vie.

4-Programme de distribution de l'eau par secteur avant 2007 :

L'analyse du tableau N°=24 montre que le déficit en eau touche la majorité des quartiers, l'approvisionnement est discontinu avec une fréquence de distribution environ un jour sur deux ou un jour sur trois (carte N°=15 Pour certains quartiers la fréquence n'est qu'un jour

Carte N°: 15

Programme de distribution de l'eau potable dans la ville de BATNA (Avant 2007)



sur quatre (quartier Ouled Bchina, Partie supérieure de Bouakal,.....) , dans ce cas les habitants en recours l’approvisionnement parallèle par citerne, ou à partir des puits, qui sont en nombre de 1636 puits privés, répartis à travers les quartiers de la ville (tableau N°=25) dans les secteurs urbains à forte densité de la population, les coupures d’eau durant plusieurs jours peuvent avoir des conséquences dramatiques au plan social et sanitaire. A partir du Juin 2007 le déficit en eau potable dans certains quartiers est réglé a partir des eaux du barrage de Koudiat M’douar (carte N° :16)

Tableau°24 : Programme de distribution de l’eau dans la ville de BATNA (2005-2006)

Nom de secteur quartiers	Fréquence de distribution (jours)	Durée de distribution (heure)
Bouakal « 3 » et Z’mala	1 / 2 J	4 H
Bouakal supérieur, Sonatiba, 1200 logts, 742 lotgs	1 / 4 J	4 H
Lotissement Tamachite 3 et 4 et POS N°=2	1 / 2 J	2 H
Route de Tazoult	1 / 2 J	5 H
Partie du parc à fourrage (Zemouri, Lambarkia)	1 / 3 J	6 H
Parc à fourrage (S1 , S2 ,)	1 / 2 J	5 H
Hai chouhada, Elbouaten, Kamouni	1 / 4 J , 1 / 2 J	3 H
Centre ville	Chaque jour	8 H
Cité Anasr , Cibat	1 / 2 J	4 H
Bouzourane	1 / 2J,une partie chaque jour	5 H
A battoir	1 / 2 J	5 H
Université El Hadj Lakhdar	Chaque jour	3 H
Kechida	1 / 3 J	4 H
1020 logts, 500 logts, 800 logts, 300 logts	1 / 3 J	6 H
Ouled Bechina , Boukhebis	1 / 4 J	2 H
Route hamla	1 / 3 J	6 H
1272 logts, CDEF	1 / 4 J, 1 / 2 J	3 H
Zone industrielle	Chaque jour	4 H

Carte N°: 16

Programme de distribution de l'eau potable dans la ville de BATNA
(Après le fonctionnement du barrage 2007)

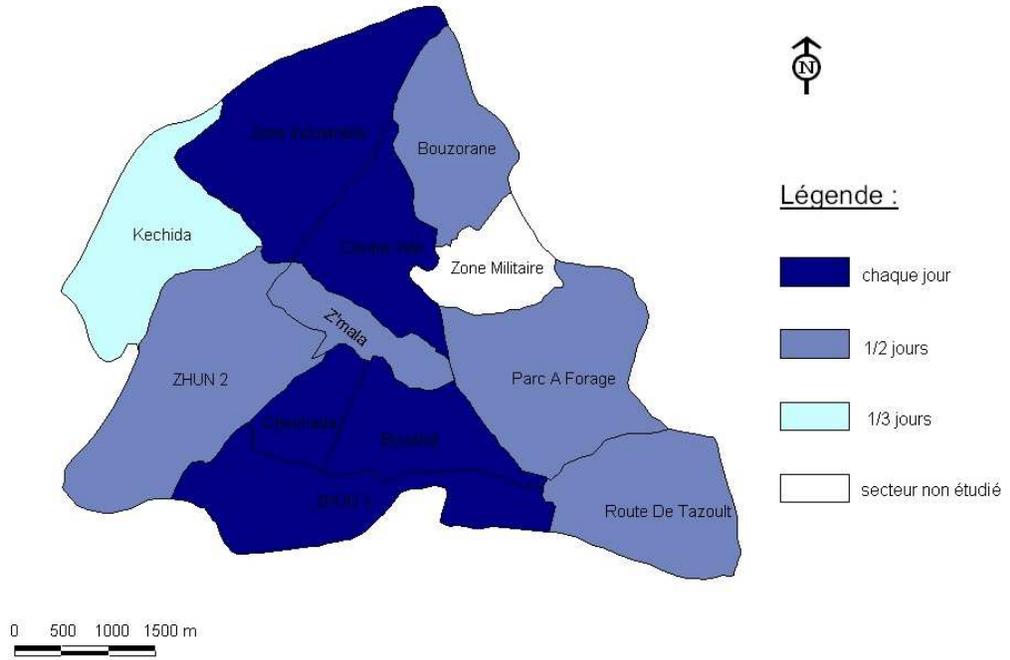


Tableau N°=25. Répartition des puits par secteur urbain.

	Cité chikhi	Bouakal	Z'mala	Parc à fourage	Kechida	Riadh	Terrain Zadam	Chouhada	Hypo-drome	Elmou-jdahdine
Nb de puits	425	229	121	24	129	111	215	48	180	154
Nb des puits fermés	87	-	45	-	28	-	190	-	-	-

Source : Bureau d'hygiène

Selon le bureau d'hygiène d'APC, les puits fermés sont exposés au risque de la contamination bactérienne due à l'infiltration des eaux usées, ces puits ne sont pas Protégés.

5-Situation du réseau d'AEP.

Pour assurer en permanence la distribution en eau jusqu'au robinet de l'utilisateur, un réseau d'alimentation en eau est constitué généralement de plusieurs niveaux qui se succèdent.

5-1- Les ouvrages d'adduction :

L'acheminement de l'eau à partir des nappes ou des ressources d'eau vers les réservoirs de stockage, s'effectue à l'aide de plusieurs types d'ouvrage d'adduction d'eau, l'adduction s'effectue par simple gravité ou par l'intermédiaire de système de pompage.

A BATNA l'adduction d'eau se fait à partir du barrage, des forages réalisés dans le champ externe (région El'Madher, Fontaine chaude, Gadaine) et de quelques forages internes (champ interne), le réseau s'étend de plus de 96498 mètres linéaires, selon (DHW) les conduites d'adduction sont constituées généralement de fonte.

5-2- Les ouvrages de stockage (les réservoirs) :

Les fonctions générales assurées par les réservoirs d'eau potable sont multiples et de nature à la fois technique et économique (Valiron 1994)

Ces fonctions sont résumées par le tableau N°26.

Tableau n° 26 : Fonctions d'un réservoir

Fonctions techniques	Fonctions économiques
-Régulation du débit. -Sécurité d'approvisionnement. -Régulation de la pression. -Simplification de l'exploitation. -Réacteur participant au traitement.	-Réduction des investissements sur les ouvrages de production. -Réduction des investissements sur le réseau de distribution. -Réduction des dépenses d'énergie.

La ville de BATNA enregistre 11 ouvrages de stockage, ces réservoirs totalisent une capacité de 28700 m³, le tableau ci-après donne le volume d'eau par ouvrage.

Tableau N°=27 : La capacité de stockage par réservoir

Réservoir	Capacité (m³)
AZZEB	2 X 5000
FORTIN	500
Poudrière	2 x 1100
Douar Diss	2x5000
SAE	2500
Kechida	500
Carrière	500
Parc à fourrage	2500
Total	28700

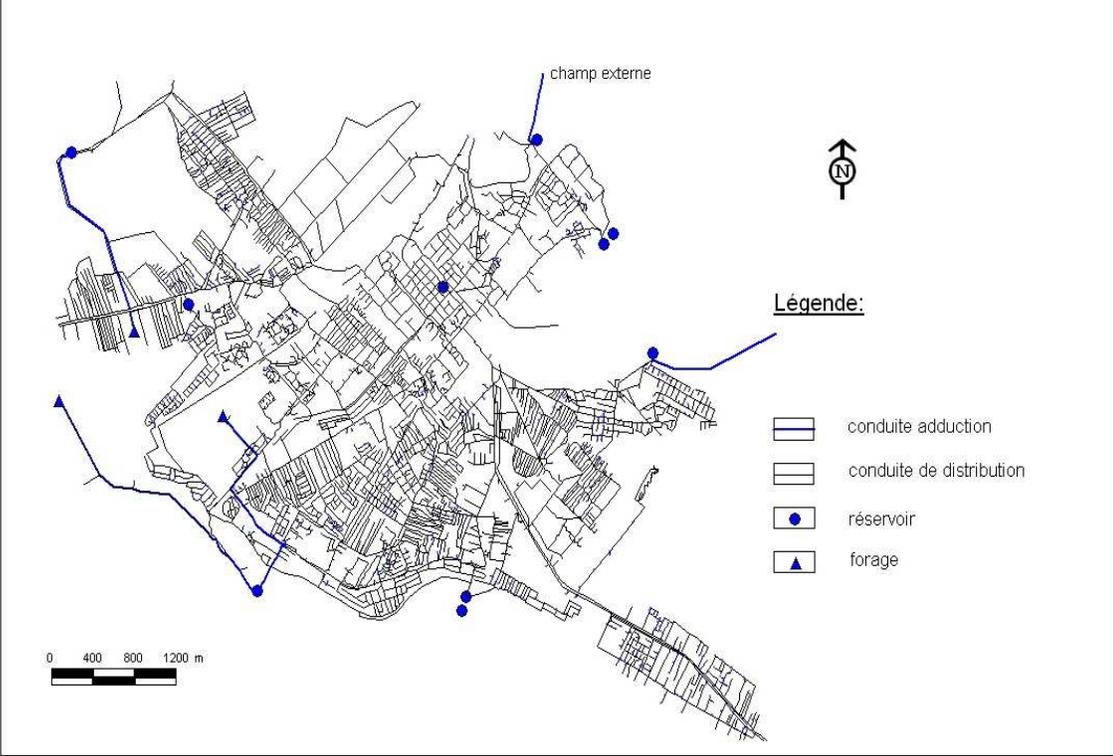
5-3- Réseau de distribution :

5-3-1- Situation de réseau :

La ville de BATNA dispose d'un réseau de distribution d'eau potable de 447053 mètres linéaires (carte N°17), les diamètres des conduites varient entre 40 et 500 mm, le taux de branchement est estimée à 97 %, le rendement de ces réseaux, se situe entre 40 à 50 %.

Carte N°: 17

Réseau de distribution de l'eau potable dans la ville de BATNA



source : A.D.E

Tableau N 28 : Situation de réseau d'AEP dans la ville de BATNA (2005-2006)

Nombre de réservoirs	Capacité m ³	Longueur de réseau		Taux de branchement
		Distribution MI	Adduction MI	%
11	28700	447059	96498	97

Source = ADE

La distribution en eau se fait à partir des réservoirs et de quelques forages injectés directement dans le réseau (forage Negriér, forage abattoir,).

5-3-2 L'état de réseau :

L'état de réseau est vétuste à 60 % (carte N° : 18) les pertes d'eau sont importantes.

D'après le tableau N° : 29 et la figure N°13 le réseau est constitué de toutes sortes de matériaux (acier, amiante ciment, fonte, acier galvanisé, PVC, PEHD)

tTableau N° 29 Répartition des longueurs des conduites par type de matériaux.

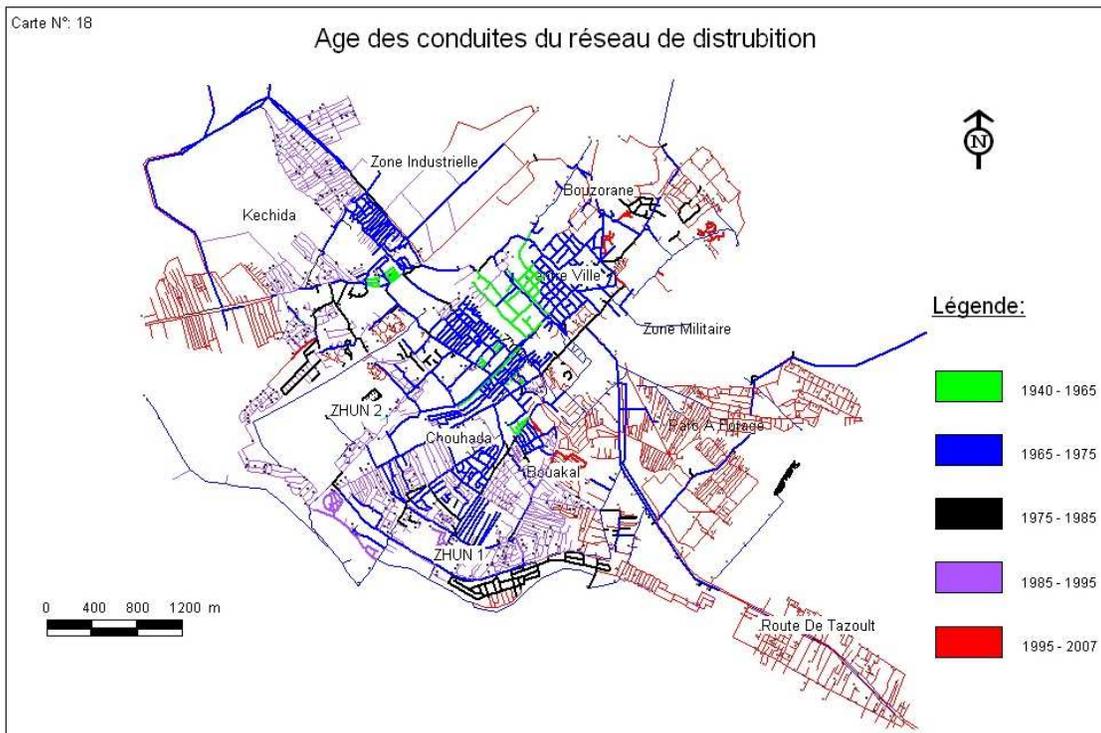
Type de matériaux	Longueur (m)	%
FONTE	42971	10
Acier	25511	6
Amiante ciment	83336	20
PVC	221837	52
PEHD	50647	12

Source : ADE

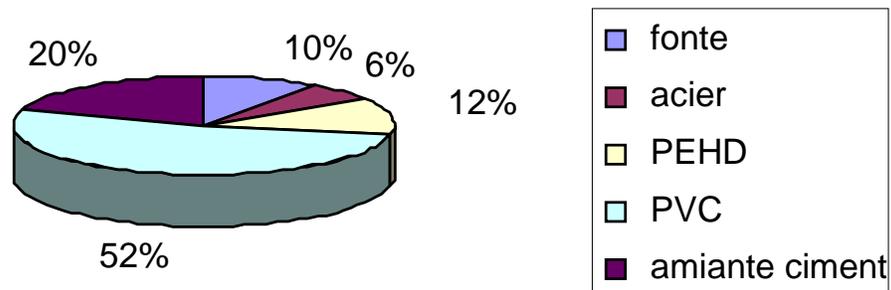
Selon (Rodier 1996) les matériaux utilisés pour le transfert et le stockage des eaux peuvent influencer de manière significative la qualité de l'eau livrée aux consommateurs, cette influence peut prendre des proportions lorsque se développent des phénomènes de corrosion (cas de canalisations métalliques et des bétons) ou dégradation (cas des matériaux de type organique).

Le réseau d'AEP dans LA ville de Batna est constitué de 30000 branchements dont 17000 en Plomb soit 56% des tous les branchements.

Le plomb peut pénétrer dans l'eau potable lors de la corrosion de tuyaux, ce phénomène est plus susceptible de se dérouler lorsque l'eau est acide.



**Figure N°13 : répartition des conduites d U
réseau d'AEP par type de matériaux**



Actuellement les conduites utilisées sont constituées de PEHD (Polyéthylène), pour des raisons innombrables nous citons certaines d'elles :

- répond parfaitement aux normes de potabilité
- résiste à l'entartage et à la corrosion
- insensible aux mouvements de terrain.
- Bonnes caractéristiques hydrauliques
- Fiable au niveau des branchements, pas de fuit

5-3-3 L'opération de rénovation et de réhabilitation du système d'AEP :

Pour faire face aux risques des maladies à transmission hydrique et pour améliorer la qualité de l'eau potable, des programmes sont arrêtés par les services concernés afin de réhabiliter le système d'alimentation en eau potable.

L'étude diagnostique et réhabilitation est confiée au bureau d'étude français SAFEGE dont le maître d'ouvrage est l'Algérienne des eaux (ADE) .Les quartiers concernés par le renouvellement et le déplacement des conduites sont récapitulés dans le tableau N° : 28

D'après le tableau ci-dessous on remarque que la majorité de ces réseaux est composé de matériaux vulnérables, phénomène de corrosion tel que les conduites galvanisé, acier noir déclassé, ou parfois se sont des conduites en PVC mal installées (non conformes au normes techniques), aussi la plus part des canalisations sont à proximité d'assainissement, surtout se sont des branchements illicites, cette situation peut engendrer des épidémies à cause de l'infiltration des eaux usées dans le réseau d'eau potable (cross-connexion)

Pour les conduites en amiante-ciment, à titre préventif, il est convenu de prendre toute disposition utile pour éviter la corrosion des tuyauteries en amiante-ciment (Rodier 1996).

Dans la ville de Batna 20% des conduites sont constituées d'amiante ciment, on les trouve notamment dans les anciens quartiers Cité chikhi ,Z'mala ,Bouakal, Kechida .. (carte N° 19)

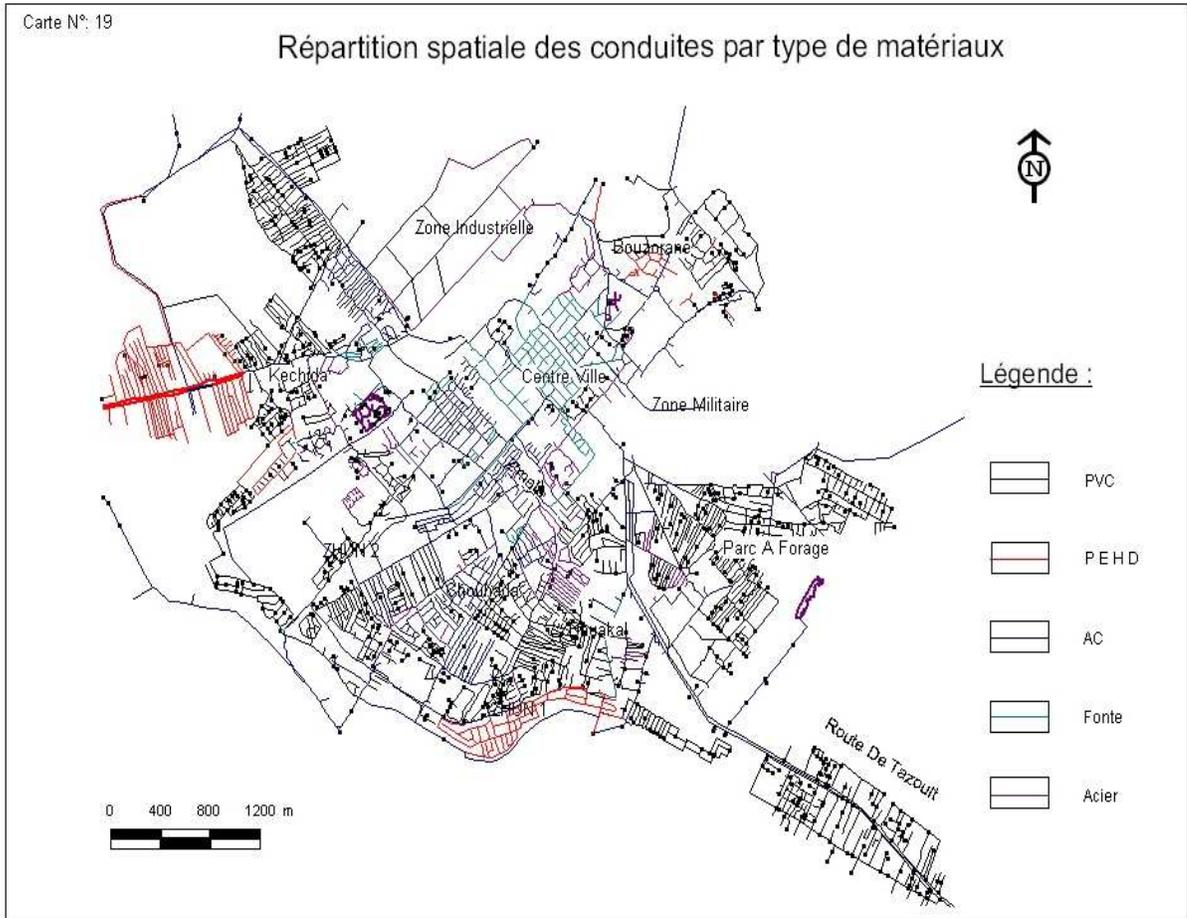
Tableau N°30 : Les quartiers concernés par le renouvellement et le déplacement des conduites

Quartiers	Type de conduite	Situation de la conduite
Cité 20 Août	Amiante ciment	P.A + B.I
Racassement 2 Kechida	Amiante ciment	P.A + B.I
Cité évolutive I , II et III	Amiante ciment	P.A + B.I
Parc d'attraction	Amiante ciment	P.A + B.I
Cité racassement El Nasr	Fonte grise	P.A + B.I
Cité de 27 logements	Amiante ciment	P.A + B.I
Pont souk el fellah Kechida rond	Acier	Branchement illicite
Lotissement Medouar Kechida	Amiante ciment	Branchement illicite
Rue de l'abattoir	Amiante ciment	Branchement illicite
Recassement cité chikhi	Amiante ciment	P.A + B.I
Rue Boukhlof Mohamed el hadi	Amiante ciment	Branchement illicite
Cité 100 logements police	Acier galvanisé	Non conformes aux normes.
18 Villas EPLF	PVC	P.A + B.I
Cité 85 logements	Acier galvanisé	P.A + B.I
Cité 48 logements	Acier galvanisé	Corrosion avancé
Cité 50 logements	Acier galvanisé	Corrosion avancé
Cité 168 logements	Acier galvanisé	Corrosion avancé
Allés Ben M'Hidi	Acier	Corrosion avancé
Cité 82 Bouakal III	Acier galvanisé	Corrosion avancé
Cité 84 logements	Amiante ciment	P.A + B.I
Cité 150 logements	Amiante ciment	B.I
Lotissement Tamachit	Acier	Corrosion avancée
Quartiers Camp 3 et 4	Fonte grise	P.A

B.I (: Branchement illicite.) , PA (proximité d'assainissement)

Carte N°: 19

Répartition spatiale des conduites par type de matériaux



source : A.D.E + Enquete

Conclusion :

Après l'étude de ce chapitre on a conclu que :

- La ville de BATNA est approvisionnée en eau potable a partir de 20 forages dont 6 sont implantés dans les plaines (El Madher, Gadaine, Fontaine chaude) là ou les ressources en eau souterraines sont particulièrement importantes.
- La seule ressource en eau de surface est en service à partir du Juin 2007 par le transfert du barrage Koudiat M'daour.
- En matière d'alimentation en eau potable, la ville de Batna enregistre un déficit important par rapport aux besoins, ce déficit est réglé partiellement par les eaux superficielles du barrage.
- La distribution de l'eau dans la ville de BATNA est discontinue dans la plus part des quartiers, ces coupures d'eau peuvent avoir des conséquences dramatiques au plan social et sanitaire, parce que en absence d'eau, une multitude de mode d'approvisionnement en eau sont autant de risque de contamination et donc foyers épidémiques non maîtrisables.
- La ville de BATNA dispose d'un réseau de distribution d'eau potable dont le taux de branchement est estimée à 97 %.
- L'état de réseau est vétuste à 60 % , les pertes d'eau sont importantes . La vétusté et l'absence de conformité des réseaux favorisent l'apparition des bouffées d'MTH par interconnexion (cross-connexion) entre réseau d'AEP et réseau d'assainissement
- La majorité du réseau d'AEP est composée de matériaux vulnérables tels que : les conduites en acier galvanisé, amiante ciment et les branchements en plomb. Les matériaux utilisés pour le transfert et le stockage des eaux peuvent influencer de manière significative la qualité de l'eau livrée aux consommateurs.
- L'existence des conduites d'AEP à proximité de celles de l'assainissement peut conduire à la contamination de l'eau potable par l'infiltration des eaux usées (Cross-connexion), la situation est plus grave dans les quartiers urbains anarchiques (branchement illicite, superposition des conduites..).

CHAPITRE III

LES MALADIES A TRANSMISSION
HYDRIQUE LIEES
A L'EAU POTABLE

Introduction :

L'eau est la source de la vie, elle constitue le véhicule privilégié, sinon le vecteur de nombreuses maladies dites maladies à transmission hydrique, qui sont devenues presque un sort inéluctable jetée à notre urbanité.

D'une manière générale, ces maladies résultent d'une mauvaise qualité de l'eau liée soit à l'absence de contrôle de la source d'approvisionnement, soit à l'infiltration des eaux usées dans les réseaux de l'eau potable.

Vu de l'insuffisance des ressources en eau, l'explosion démographique, l'urbanisation anarchique, la ville de BATNA a connu multiples foyers des maladies à transmission hydrique, à cet effet l'étude de ce chapitre est indispensable pour une meilleure appréciation des problèmes posés par l'eau d'alimentation et la pollution de celle ci dans cette grande ville.

1-Aperçu sur les maladies hydriques :

L'eau ressource naturelle, indispensable à la vie, mais aussi elle est devenue de manière directe ou induite la première cause des maladies et de mortalité dans le monde.

Les effets de l'eau sur la santé de l'homme ont été aperçus depuis l'antiquité, mais ce n'est que durant le siècle dernier que le rôle de certains micro-organismes présentent dans l'eau a été démontré dans l'apparition des affections hydriques (les travaux de John Snow et Robert Kokh sur les diarrhées et le choléra).

Actuellement, on remarque que les maladies liées à l'eau sont de plus en plus répandues et qu'elles présentent des variations considérables sur le plan de leur nature et de leur mode de transmission.

Les maladies hydriques appelées par contraction (M T H) sont des maladies « de l'eau sale » causée par une eau contaminée par des déchets humains, animaux ou chimiques.

Selon l'organisation mondiale de la santé l'OMS, plus d'un milliard de personnes à travers Le monde n'ont pas accès à un l'eau salubre et 30 millions de personnes meurent suite d'une épidémie ou d'une contagion due à la pollution.

Toujours selon l'OMS en 1990, près de 5 millions d'enfants dans le monde sont morts de maladies à transmission hydrique.

De manière générale, la santé de l'homme est altérée si l'eau dont il dispose est de mauvaise qualité ou bien si elle est polluée par des agents pathogènes ou par des substances toxiques.

1-1 Maladies hydriques d'origine bactérienne :

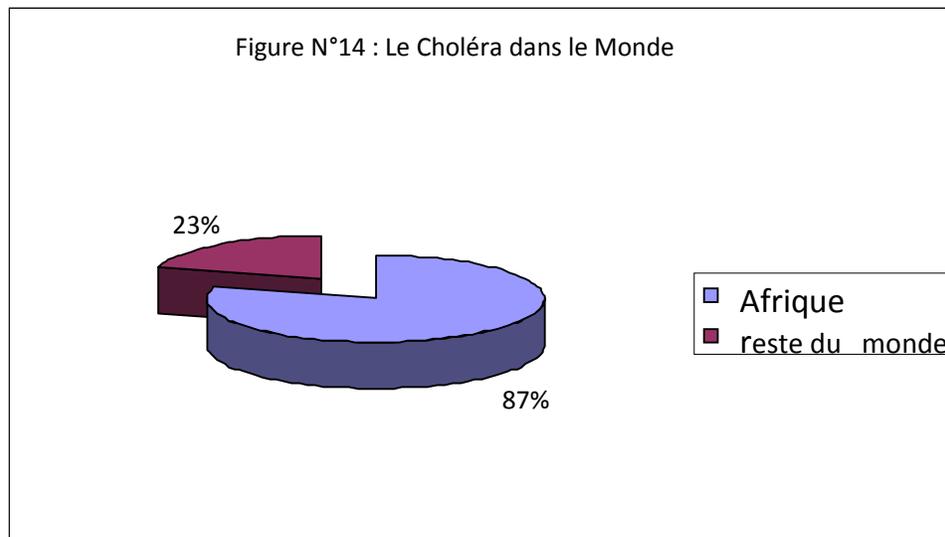
Parmi les affections hydriques dont l'impact est important, on distingue surtout les maladies hydriques d'origine bactérienne dites « maladies de canalisations ».

Dans les pays développés, les conditions d'hygiène et d'assainissement et les progrès économiques et techniques permettent de maîtriser la propagation de ces maladies, au contraire dans les pays pauvres, les maladies associées à la pollution de l'eau sont encore responsables en grande partie du mauvais état de santé de population et des décès. Dans les pays en voie de développement 80 % des maladies dues à l'eau contaminée

Les maladies hydriques d'origine bactérienne englobent le choléra, la fièvre typhoïde, les dysenteries.

- Le choléra :

Le choléra est une maladie aiguë et diarrhéique provoquée par une infection d'intestin par la bactérie vibron-Cholérique. La maladie peut s'étendre rapidement dans les secteurs où le traitement des eaux usées et l'eau potable est inadéquat, les cas et les morts de choléra furent officiellement rapportés par l'OMS, dans l'année 2000 près de 140.000 cas causent approximativement 5000 morts furent annoncés à l'OMS, l'Afrique comptait 87 % de ces cas (Figure N°= 14.)



La typhoïde :

La fièvre typhoïde et paratyphoïde sont courantes dans les pays les moins industrialisés principalement du fait de leurs problèmes d'insécurité concernant l'eau. Ce sont des véritables septicémies dues à des salmonelles (salmonelle typhus et paratyphus A,B,C), ces maladies caractérisées par la fièvre , céphalées , diarrhée , douleurs abdominales , accompagnées d'un abattement extérieur (le typhus) et peuvent avoir des complications graves et parfois mortelles . le genre de salmonella comprend de nombreuses espèces pathogènes, les typhoïdes touchent dans le monde 500000 personnes et provoque 25000 morts par an particulièrement fréquentes dans les pays en voie de développement.

-Les dysenteries :

Les shigella présentent des espèces provoquent des dysenteries qui sont des maladies contagieuses qui se manifestent par une inflammation des gros intestins et entraînent des diarrhées glaireuses et sanglotements avec douleurs.

Ces maladies sont très graves, notamment en Afrique.

1-2- Maladies hydriques provoquées par des virus :

Les virus sont des micro-organismes infiniment petits et plus résistants dans l'eau. Parmi les maladies hydriques d'origine virale on distingue :

-Les hépatites virales :

Ces maladies propagent pendant la période automnohivernale sous forme d'épisode dans un environnement où les conditions d'hygiène manquent, l'hépatite se transmet par les mains sales « maladies de mains sales » et les aliments souillés. L'hépatite A est provoquée par un virus de la famille de picornaviridac .L'excrétion du virus dure de 3 à12 semaines avec un taux pouvant atteindre, en période d'incubation 10^9 particules par gramme de selles.

L'évolution clinique de l'infection varie de la maladie anictérique à l'ictère sévère et prolongé. Le virus de l'hépatite A ne cause pas de maladie chronique du foie mais plusieurs complications peuvent accompagner l'affection. :méningeocéphalite, atteinte rénale et cardio-vasculaire.

-Poliomyélite :

La poliomyélite (paralysie infantile) est une maladie contagieuse due au poliovirus , la polio se diffuse par contact d'homme à homme, entrant généralement dans le corps par la bouche à cause de la contamination par des fèces de l'eau ou de la nourriture.

La maladie est généralement mortelle si les cellules nerveuses du cerveau sont attaquées (poliomyélite bulbaire), entraînant une paralysie des muscles essentiels, tels que ceux contrôlant l'ingestion, les battements du cœur et la respiration.

Les cas de polio ont diminué de plus de 99% depuis 1988. La réduction est le résultat d'un effort global pour éradiquer cette maladie.

1-3-Problèmes sanitaires en relation avec la constitution des eaux :

Les maladies associées à l'eau ne sont pas liées uniquement à la présence de germes pathogènes dans l'eau, mais aussi à plusieurs substances d'origine organique ou minérale présentés par défaut (maladies de carence) ou en un excès dans l'eau de boisson, parmi les maladies de carence, on distingue surtout les caries dentaires en carence en fluor et le goitre en carence en iode.

Parmi les maladies en excès on distingue : la fluorose causée par une prise excessive de fluor.

Certaines substances présentes dans l'eau de boisson peuvent également mettre en danger la vie des individus (les métaux lourds par exemple). Parmi les accidents d'intoxication aux métaux lourds les plus connus l'intoxication à Minamata au sud du Japon en 1953, où 48 personnes sont mortes, suite des complications neurologiques dues à la consommation des poissons contaminés par le *méthylmercure*. Plus récemment en Irak, plus de 500 morts par suite d'une consommation d'une semence de céréales traités par les dérivés de mercure.

Les métaux lourds constituent des risques plus importants de pollution chimique.

2- Les maladies hydriques en Algérie :

Depuis l'indépendance la tendance évolution des maladies à déclaration obligatoire montre la prédominance des maladies liées à l'hygiène du milieu en général et des maladies à transmission hydrique en particulier.

En effet, les maladies à transmission hydrique (surtout le choléra, la fièvre typhoïde, les dysenteries, hépatite virale « A », ...) sont en terme de morbidité les premières maladies à déclaration obligatoire notifiées au ministère de la santé, elles représentent 39 %⁽¹⁾ de l'ensemble des maladies déclarées.

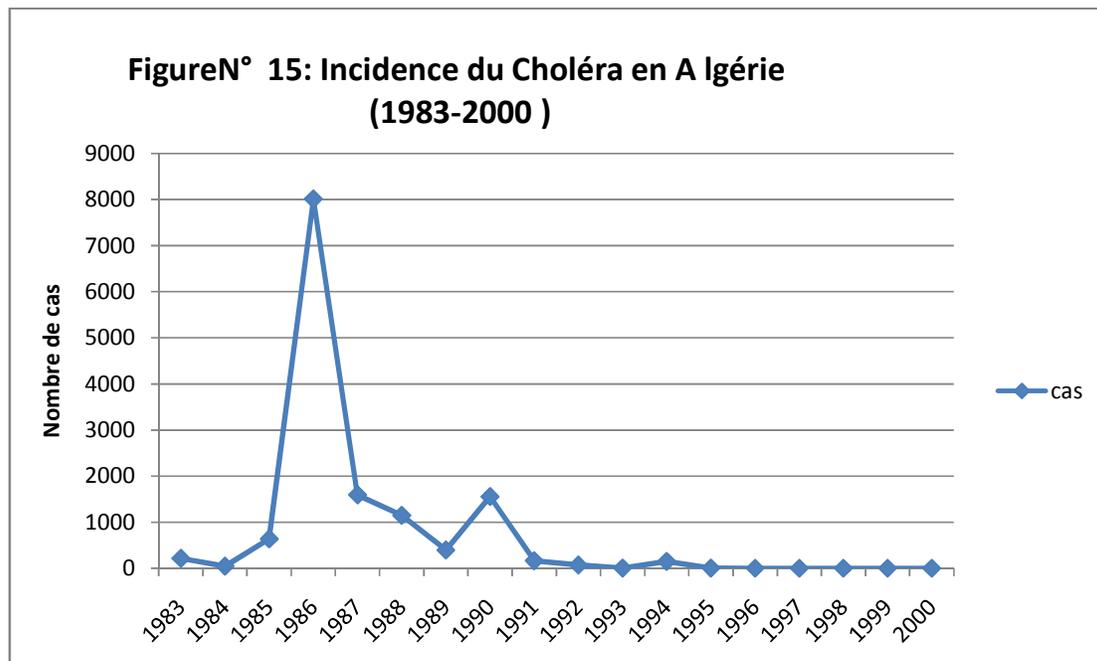
Ce sont des maladies des réseaux parce que la majorité des cas sont dues à des cross-connexions entre réseau d'AEP et assainissement.

2-1- Evolution des épidémies de choléra en Algérie :

Durant les siècles précédents, les épidémies de choléra en Algérie ont toujours été importées d'Europe par le biais des échanges commerciaux entre notre pays et le continent Européen, durant les décennies actuelles, se sont des bouleversements socio-économiques qui vont concourir à la multiplication de cette maladie.

L'étude épidémiologique du choléra pendant plus d'une décennie (1971 – 1986) à permis de relever qu'à chaque survenance de pic choléra de nombre de cas de ce pic est plus important que le précédent voir tableau (Annexe).

L'analyse de figure ci-dessous montre que le pic choléra de 1986 peut être considéré comme une catastrophe épidémiologique national (800 cas clinique de choléra et 450 décès) , le nombre de cas de cette maladie est à diminué sensiblement depuis de début des années 1990.



SOURCE : Séminaire MTH (2001)

2-2 – Evolution de la fièvre typhoïde en Algérie :

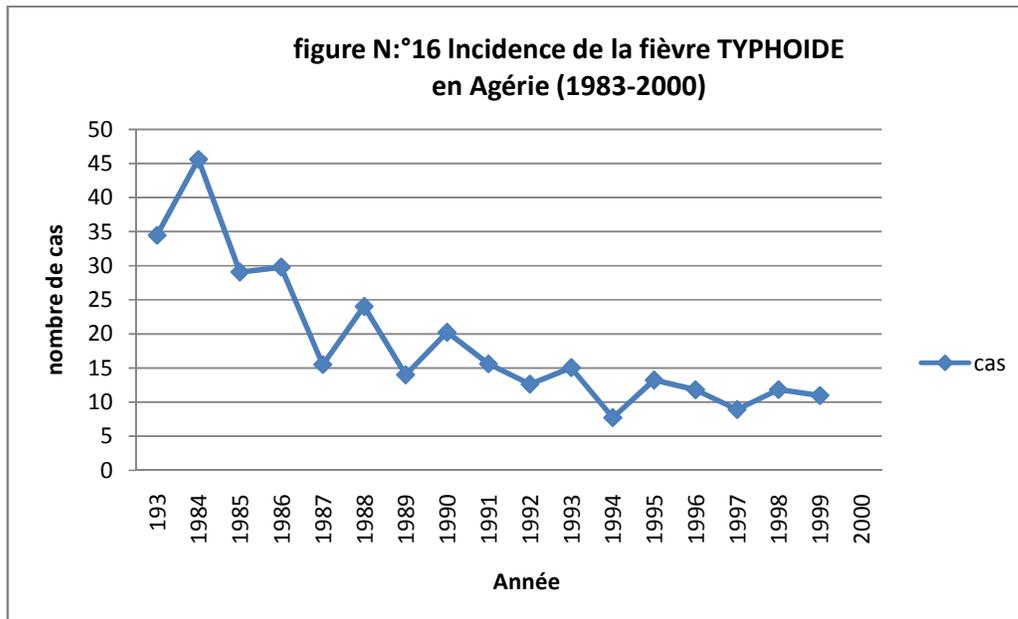
Depuis l'indépendance, 3 tendances évolutives de la fièvre typhoïde

Première phase : 1962 - 1987 :

Il a été noté une augmentation progressive de l'incidence de la fièvre typhoïde avec plusieurs pics épidémiques, le point commun à toutes ces flambées épidémiques est la caractéristique du lieu. Ces dernières sévissent dans les agglomérations surpeuplées et les banlieues à habitat précaire où les réseaux d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement inexistantes.

Deuxième phase : 1987-1991

Diminution importante de la morbidité concordant avec la mise en place de nouveau système de notification qui ont amélioré considérablement quantitativement et qualitativement l'information épidémiologique, la figure N° :17 montre clairement la diminution de la fièvre typhoïde durant cette période.



Source : Séminaire MTH (2001)

Troisième phase : 1991 jusqu'à ce jour.

Augmentation de la morbidité dans certaines wilayas considérées comme à haut risque épidémiologique.

Ces wilayas sont : ⁽¹⁾

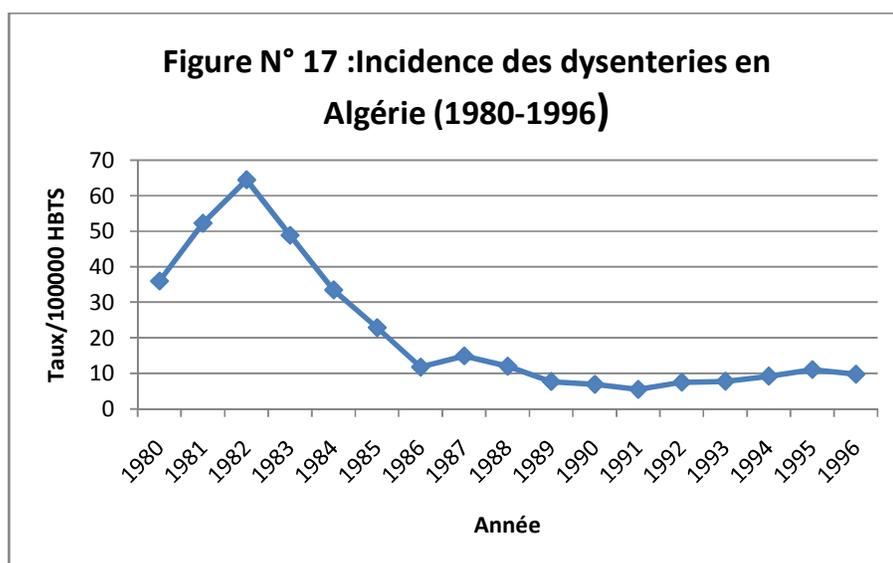
Chlef – Batna – Bejaia – Blida – Bouira – Tlemcen – Tiaret – Tiziouazou – Oran - Alger – Djelfa – Skikda – Annaba – Constantine – Media – Mostaganem – M’sila- Mascara – Bordj-Bouarreridj –Tissemsilt – Ain Defla – Relizane .

L’augmentation des foyers épidémiques de fièvre typhoïde coïncide paradoxalement par l’augmentation du taux de raccordement national d’AEP et d’assainissement. Ces foyers épidémiologiques sont à prédominance urbaine.

2-3- Les dysenteries en Algérie:

Maladie endémo-épidémique touchant toutes les régions du pays avec une prédilection pour les wilayas du sud. Important pic épidémique en 1982.

Depuis 1990 la situation est plus stable, l’incidence oscille autour de 10 cas pour 100.000 habitants (Figure N°= 17)

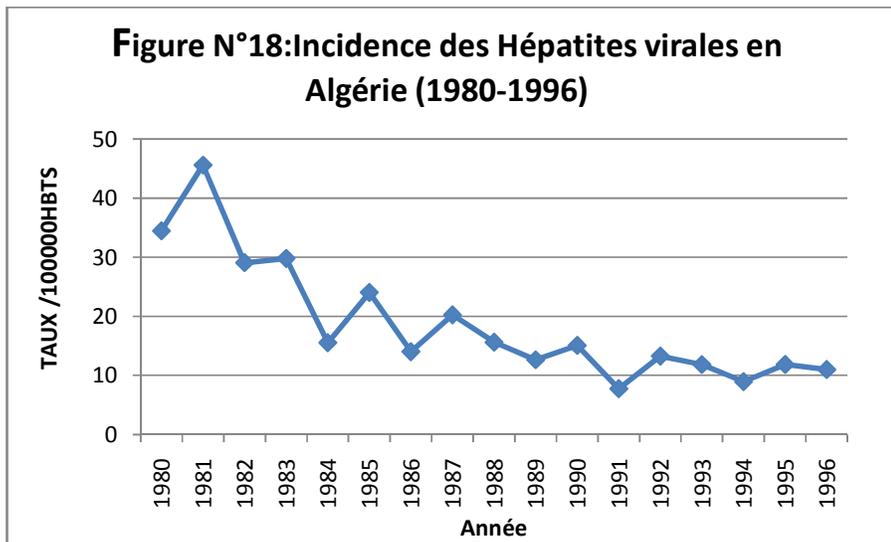


Source : INSP

2-4- L’évolution des hépatites virales en Algérie:

Se sont des maladies endémiques avec des pics épidémiques au cours de la saison hivernale, important pic épidémique est enregistré en 1981, depuis cette année une nette diminution de l’incidence a été remarqué, la situation est stable durant la décennie 90. (Figure N°= 19):

⁽¹⁾ - Séminaire 2001 . MTH .



Source : INSP

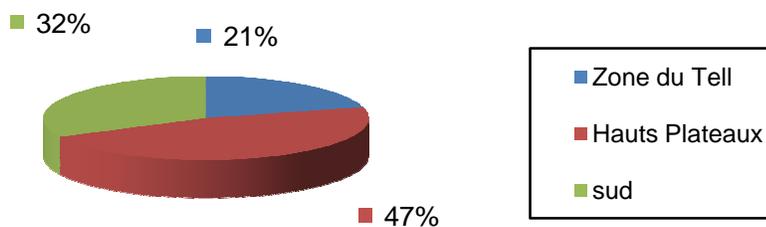
2-5- L'évolution des M T H selon la région géographique en Algérie :

A la lecture des figures (19,20, 21,,) il apparaît que la région des hauts plateaux enregistre des taux élevés des MTH pendant la période (1992-1998), surtout la maladie de choléra , cette zone enregistre un pourcentage de 85% de l'ensemble des cas de Choléra enregistrés en Algérie.

Celle -ci est due surtout à l'urbanisme rapide et désordonnée aggravé par l'absence de conformité des réseaux d'approvisionnement en eau potable.

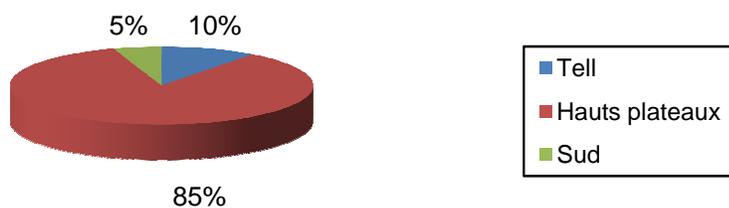
Le facteur le plus fréquemment en cause dans l'apparition des bouffées de MTH est l'interconnexion (Cross-connexion) entre réseaux d'AFP et réseau d'assainissement.

figure N19: taux de la fièvre typhoïde selon la zone géographique(1992-1998)



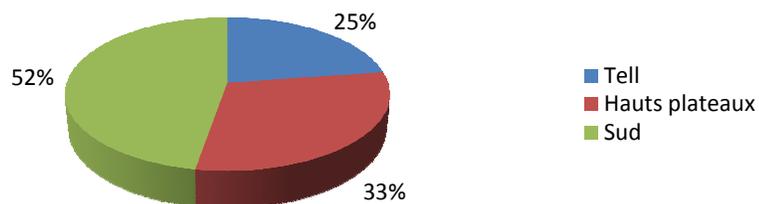
Source : INSP

FigureN°20 :Taux de choléra selon la zone géographique(1992-1998)



Source: INSP

FigureN° 21: Taux d'hépatites virales selon la zone géographique(1992-1998)



2-6- Les principaux facteurs des M. T. H en Algérie :

De nos jours parmi les facteurs les plus importants des M. T. H on distingue surtout :

- Une insuffisance quantitative des ressources hydriques du pays.
- La vétusté des réseaux en milieu urbain qui provoque fréquemment des cross-connexions entre les réseaux d'AEP et l'assainissement.
- Absence d'entretien des ouvrages et des réseaux d'AEP.
- L'accroissement des besoins en eau qui est liée d'une part à une forte poussée démographique et d'autre part en développement économique et industriel.
- Les facteurs sociaux, comme l'exode rural massif des populations, la multiplication des bidonvilles autour de grandes villes du pays, Alger, Annaba, Constantine, Oran
- Urbanisation anarchique.
- LA dégradation de l'environnement et les multiples « agression » du milieu rural.

2-7-Le programme national de lutte contre les M T H :

Plusieurs facteurs ont permis l'éclosion de nombreux foyers endémo-épidémiques des M TH et la multiplication de nombreux processus épidémiques de typhoïde et de choléra durant les saisons estivales

Devant cette grave situation épidémiologique, le gouvernement a mis en place en 1987 un programme national de lutte contre les maladies hydriques.

Ce programme qui a introduit pour la première fois la notion de la multisectorialité de la prise en charge des maladies hydriques est basé sur plusieurs actions relevant de secteurs différents.

Le programme de la lutte contre les M T H comprend : des actions relevant de secteur de l'hydraulique (réseau de distribution et d'assainissement , épuration des eaux ,) , des actions qui doivent être menées par les services de santé (surveillance épidémiologique , contrôle systématiques des aliments et de l'eau de boisson) et des actions qui sont prises en charge par les communes (entretien et protection des ouvrages d'adduction d'eau , l'assainissement et la contrôle des puits) .

Le programme de lutte contre les M T H est coordonné à plusieurs niveaux (Commune, Daïra, Wilaya et la ministère de la santé). il a été accompagné sur le plan institutionnel de plusieurs textes législatifs et réglementaires, en particulier : Le décret portant création de bureaux d'hygiène communale (Janvier 1987) et son arrêté d'application du 30 avril 1990. Les textes réglementaires sur le fonctionnement des comités locaux de lutte contre les maladies hydriques.

La loi portant règles générales de protection du consommateur (loi N° 89-02 du 07 février 1989).

La loi portant code des eaux (complétée en 1996).

3- Situation épidémiologique au niveau de la wilaya de BATNA :

La wilaya de BATNA est considérée comme une zone à haut risque puisqu'elle enregistre de nombre cas d'atteintes d' M T H surtout un nombre élevée de cas de la fièvre typhoïde (Tableau N° :30).

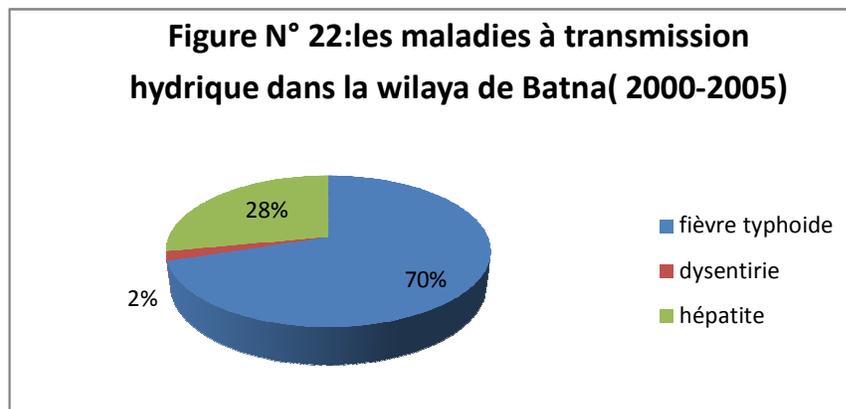
En 2000, la wilaya de BATNA enregistre 11 % des ensembles de cas en Algérie.

Tableau N°=31: Evolution de l'incidence des maladies à transmission hydrique dans la wilaya de BATNA durant la période (2000 – 2006) .

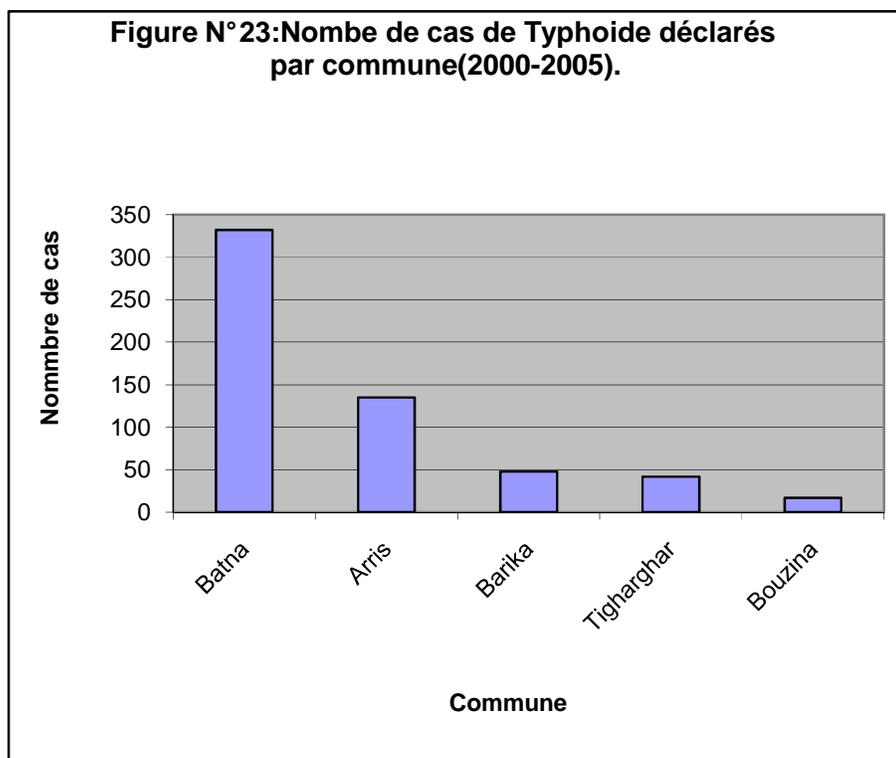
Année	Typhoïde	Hépatite virale	Dysenterie
2000	86	44	00
2001	177	79	00
2002	18	60	06
2003	57	10	00
2004	157	15	00
2005	49	14	00
2006	4	40	00
Total	544	262	06

Source : DSP (Direction de la santé et de la populatio

D'après le tableau ci-dessus on constate que la fièvre typhoïde représente 70% de l'ensemble des maladies à transmission de l'ensemble des maladies à transmission hydrique (Figure N°=22).



Les communes suivantes:(Batna, Arris, Barika, Bouzina, Tigharghar) situées dans le territoire de la Wilaya sont classées à haut risque puisqu'elles enregistrent de nombreux cas d'atteintes de Fièvre typhoïde.



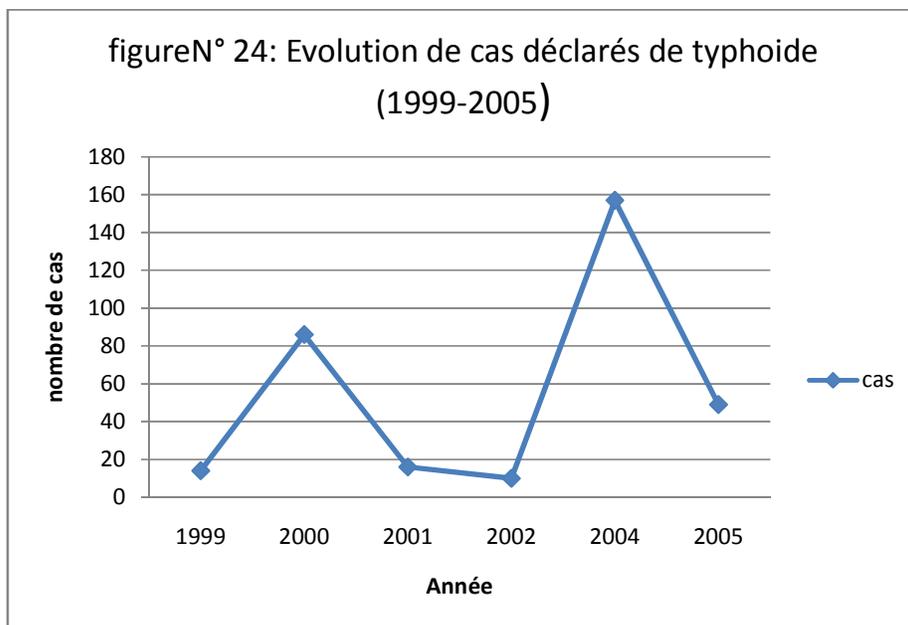
La figure N°=23. Montre que la commune de BATNA (ville) enregistre un pourcentage de 61 % de l'ensemble de cas de typhoïde déclarés dans toute la wilaya.

Parmi les causes principales qui ont entraîné l'apparition des épidémies on citera :

- Infiltration des eaux usées dans les puits individuels.
- Cross-connexions au niveau des réseaux d'AEP et d'assainissement.
- Non respect aux normes de réalisation des réseaux.
- Vétuste des réseaux.
- Irrigation des cultures par les eaux usées.

4- Les maladies à transmission hydrique dans la ville de BATNA :

La ville de BATNA comme de nombreuses villes en Algérie, vit durant plusieurs années une situation épidémiologique caractérisée par la propagation des maladies épidémiques dans la plus répandue reste sans doute la fièvre typhoïde (Figure N°24).



4-1- Les quartiers touchés par la fièvre typhoïde :

La dégradation de l'hygiène du milieu, l'explosion démographique, l'urbanisation anarchique, l'vétusté des réseaux, ont favorisé depuis des années des foyers épidémiques des M T H en particulier de la fièvre typhoïde, à travers les quartiers suivants :

Bouakal – Douar Diss – Terrain Zeddami – Z'mala – Bouzourane – Parc à fourrage - Centre ville.

Tableau N°= 32 : Les quartiers touchés par la fièvre typhoïde durant la période (1999 – 2005)

Quartier	Année	Nombre de cas déclarés
Bouakal et Douar Diss	1999	14
Bouakal	2000	86
Bouakal , Bouzourane , Parc à fourrage	2001	16
Bouakal , Douar Diss	2002	10
Z'mala ,Bouakal , Terrain ,Zéddami	2004	157
Centre ville	2005	49

Source :DSP

L'analyse du tableau N°=32. Montre que le secteur Bouakal (Bouakal , Terrain Zeddami , Douar Diss) vit une situation épidémiologique plus complexe , parce que les foyers

épidémiques surviennent chaque année depuis 1999) , on peut considérer ce secteur comme une zone à haut risque (Carte N°=20) .

Parmi les facteurs favorisant des M T H dans ce secteur on distingue surtout :

- L'insuffisance quantitative des ressources en eau potable (le citoyen ne dispose pas d'une quantité d'eau suffisante).

- Vétusté des réseaux, aggravée par l'absence d'entretien des ouvrages et des réseaux d'eau potable.

- Une forte poussée démographique, l'analyse de la répartition de la population à travers la ville montre que le secteur Bouakal représente une densité plus élevée sur une superficie de 223.33 ha.

- L'urbanisation anarchique, la croissance démographique amplifié la crise de l'habitat .Le développement des quartiers insalubres et le non respect des normes d'alimentation ont généré de multiples problèmes d'alimentation en eau potable et d'assainissement.

4-2- Etude de la situation épidémiologique 2004 :

L'épidémie de la typhoïde à connu des moments forts durant les mois de juillet et Août 2004, suite à une contamination de réseau d'AEP et des puits par les eaux usées.

Du 16 .04. 2004 au 01. 08. 2004 ; 157 cas de typhoïde confirmés bactériologiquement ; trois foyers d'épidémies ont été déterminés (carte N° :21)

❖ Foyer N°1 (Terrain Zeddam) .

Une enquête épidémiologique très approfondie effectué par les services de santé autour des cas hospitalisés a montré que : les résultats des analyses bactériologiques de l'eau

(A E P) révèlent la présence de 1400 de coliformes fécaux /100ml.Des opérations d'inspection a été lancées a travers les réseaux d'A E P et d'assainissement du quartier

(Zeddam) dont les résultats sont :

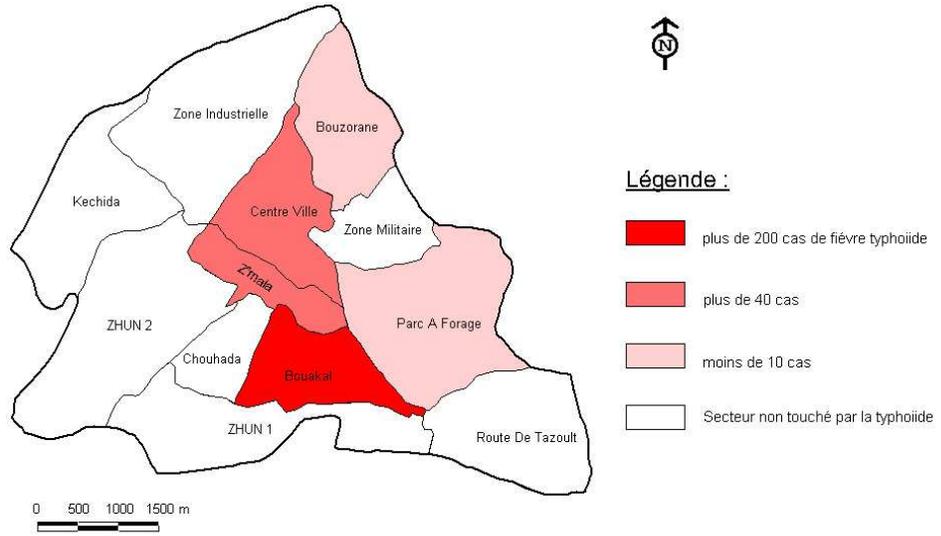
- Identification de 05 cross-connexions au niveau des rues AH, AN, AK, AO et la rue de canal.

- Obstruction du réseau d'assainissement au niveau des rues AH et AF

- 02 fuites d'eau importantes au niveau des réseaux d'A E P AO et AN.

Carte N°: 20

Les secteurs urbains touchés par la fièvre typhoïde (1999 - 2005)



Parmi les 212 puits recensés, 36 puits présentent la colimétrie ⁽¹⁾ non standard (présence de 1400 coliformes fécaux / 100 ml .

❖ **Foyer N° 2 (quartier Bouakal) :**

-La conduite principale d'A E P qui alimente les quartiers terrain Zeddami , Bouakal 3 et Z'mala présente 3 cross-connexions importantes localisées au niveau des rues AA , Z et rue Chelaguema .

-Obstruction du réseau d'assainissement.

❖ **Foyer N°3 (quartier Z'mala) :**

Les résultats d'enquête épidémiologique effectuées au niveau du quartier sont :

-07 cross-connexions décelées au niveau des réseaux d'AEP et d'assainissements localisés comme suit :

-02 cross-connexions dans la rue Belkadi .

-03 cross-connexions dans la rue F1.

-01 cross-connexion dans la rue A.

-01 cross-connexion dans la rue du canal à fezazna .

-Contamination de quelques puits individuels non traités

Parmi les facteurs très importants favorisant l'éclosion des foyers d'épidémie en 2004, on distingue :

- Etat vétuste du réseau secondaire d'A E P qui est conçu en amiante ciment et réalisé en 1950, branchements illicites qui ont entraîné 20 cross-connexions.
- Canalisations superposées et vétustes.
- Distribution d'eau à la population est irrégulière ceci engendre une multitude de modes d'approvisionnement en eau qui sont autant de risques de contamination et donc foyers épidémiques non maîtrisables

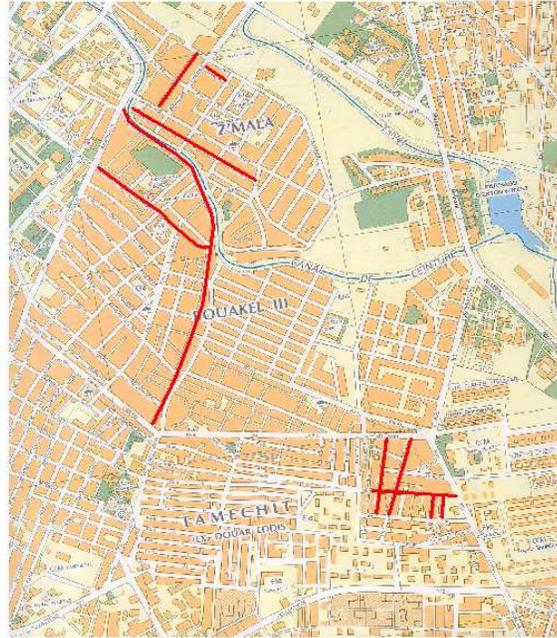
4-3- Etude de la situation épidémiologique de 2005 :

La ville de BATNA a été confrontée durant 2005 à une épidémie de fièvre typhoïde qui s'est déclarée au niveau des allées Ben Boulaid (centre ville).

⁽¹⁾ – Colimétrie : méthode bactériologique permettant de dénombrer les divers « coliformes » .

Carte N°: 21

Les conduites d'AEP contaminées cas d'épidémie de la fièvre typhoïde (2004)



Légende:

 Conduite d'AEP contaminée

Au début d'épidémie la situation est difficile pour localiser le lieu de contamination a cause de la répartition de 42 cas de malades a travers les quartiers de la ville (carte N°=22).

Cette répartition est due à la nature du foyer de la contamination (une Bâche à eau) qui alimente un café (une place publique) et 3 blocs d'habitat.

Les causes de la contamination de l'eau sont :

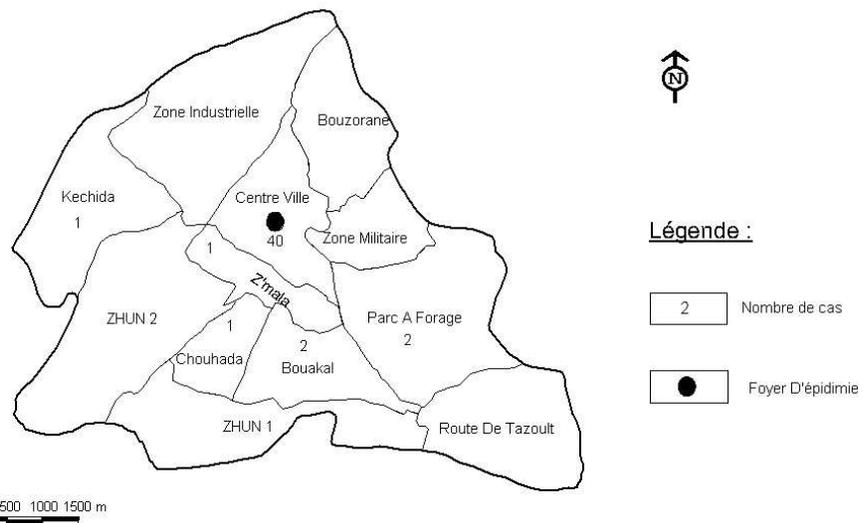
- L'infiltration des eaux usées des deux regards d'assainissement situé a proximité de la bâche à eau et qui ne sont pas conformés aux normes techniques.
- Etat vétuste du réseau de distribution d'eau potable qui date depuis 1958.
- Branchement illicite des conduites d'assainissement aux réseaux d'évacuation des eaux pluviales.

4-4- Les principales mesures prises pour lutter contre ces graves épidémies dans la ville :

- Condamnation définitive des puits individuels dont les résultats bactériologique révèlent la présence de 1400 coliformes / 100 ml et chaulage des puits récupérables dont la colométrie varie entre 75 et 460 coliformes totaux / 100 ml.
- Surveillance et contrôle des eaux potables par tests de chlore et analyses bactériologiques.
- Opération de rénovation de tout le réseau de distribution d'eau potable des quartiers touchés par les M T H et les quartiers exposés aux risques de contamination.

Carte N°: 22

Répartition des cas de la fièvre typhoïde confirmés par quartier (2005)



Conclusion :

Après l'étude de ce chapitre on a conclu que :

- Les maladies à transmission hydrique (M T H) sont des maladies de « de l'eau sale » causées par une eau contaminée.
- Ces maladies sont plus répandues dans les pays en voie de développement.
- Les M T H sont les premières maladies notifiées au ministère de la santé, elles représentent 39 % de l'ensemble des maladies déclarées en Algérie.
- La wilaya de BATNA est considérée comme une zone à haut risque puisqu'elle enregistre de nombreux cas de la fièvre typhoïde.
- La ville de BATNA vit une situation épidémiologique de fièvre typhoïde complexe depuis 1999.
- Le quartier Bouakal est le plus touché par la fièvre typhoïde, la plus grave épidémie est enregistrée en 2004 (157 cas confirmés de fièvres typhoïde).

Parmi les facteurs favorisant l'éclosion des foyers des M T H :

- Insuffisance des ressources en eau potable engendre une multitude de foyers épidémiques non maîtrisables.
- Explosion démographique.
- Urbanisation rapide et anarchique (branchements illicites, réalisation du réseau non conforme aux normes techniques).
- Vétusté des réseaux d'A E P et d'assainissement aggravé par l'absence d'entretien et le contrôle des installations d'approvisionnement en eau potable.

Les maladies associées à l'eau ne sont pas liées uniquement à la présence de germes pathogènes dans l'eau, mais aussi à plusieurs substances chimiques présentes dans l'eau de boisson, la présence de certains éléments en excès dans l'eau potable peut conduire à des conséquences sanitaires plus graves.

CHAPITRE IV

QUALITE DE L'EAU
POTABLE DISTRIBUEE
DANS LA VILLE DE BATNA

Introduction :

La qualité de l'eau potable est primordiale pour la santé humaine, surtout que les risques de pollution existent à chaque étape de parcours de l'eau

Lors des précipitations, l'eau ruisselle s'infiltré et se charge en composantes de sols et des roches mères, ceux qui lui donne une identité de base, d'autre éléments liées à l'action humaine comme (les nitrates, la matière organique ; les micro-organismes, ...) peuvent entrainer une dégradation de la qualité de l'eau. L'eau destinée a la consommation humaine doit satisfaire à certaines normes de qualité physiques, chimiques et biologiques et ne devrait pas contenir de substances chimiques nocives, ni de germes pathogènes.

A travers ce chapitre nous essayerons d'évaluer les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques de l'eau potable dans la ville de BATNA qui semble touchée par une pollution étendue et variée.

Cependant l'obtention des résultats prises par la collecte d'échantillons d'eau des différents forages des champs de captage (interne et externe), ainsi qu'à travers le réseau de distribution ,ce qui représente un volume de travail important.

D'autant plus que la disponibilité des laboratoires aptes à effectuer les analyses, n'est pas toujours évidente. .Nous avons respecté l'intégralité des protocoles d'analyses et des prises d'échantillons et par ailleurs de nombreuses incohérences sont apparues dans les résultats ,ce qui a nécessité de multiples analyses contradictoires pour une vérification de la fiabilité des résultats. Cette rigueur dans le travail d'analyses et d'interprétation est indispensable eu égard de l'importance du problème traité et des conséquences qui en découlent.

Pour mieux identifier les paramètres de La qualité de l'eau, nous avons reparti nos échantillons sur plusieurs laboratoires en fonction de la nature des analyses, il s'agit en l'occurrence de

- Laboratoire d'ADE (Algérienne des eaux), voir modèle de bulletin d'analyse(Annexe)
- Laboratoire de l'institut de l'agronomie (Université de Batna)
- Laboratoire de la station de traitement et d'épuration de BATNA (STEP).
- Laboratoire d'hygiène (CHU)de L'ANRH (Agence nationale des ressources hydrauliques).

Certains éléments n'ont pas fait l'objet de recherche en raison de l'indisponibilité des équipements de dosage et des réactifs spécifiques au niveau de la ville de Batna.

1-Qualité physico-chimique de l'eau potable distribuée dans la ville de Batna

La ville de Batna par son extension rapide et le développement des activités, liés à une démographie galopante, voit ses besoins en eau à une constante augmentation, ces besoins sont en majorité jusqu'à 2007 satisfaisants par des eaux souterraines. Le barrage de koudiat M'douar n'est venu renforcer les apports qu'à partir de 2007, les réserves d'eau naturelles ne sont pas toujours dénuées de pollution, certains éléments détectés sont plutôt alarmants.

1-1-Qualité des eaux souterraines :

Les nappes souterraines constituent les plus grandes réserves d'eau potable, longtemps les eaux souterraines sont considérées comme pures et protégées par le sol contre les diverses activités humaines, elles sont de nos jours souvent touchées par l'infiltration des multiples polluants à hauts risque, dont les plus répandus sont les nitrates et les pesticides.

Plusieurs enquêtes ont montré que la pollution des eaux souterraines par les nitrates a atteint un stade alarmant. Le programme de surveillance des eaux souterraines réalisé par Laboratoire de chimie des eaux de l'ANRH, a montré l'existence depuis 1994 d'une forte concentration en nitrates dans les eaux des nappes souterraines, avec une teneur dépassant largement la dose maximale de 50mg/l (270mg/l à Miliana).

En effet les résultats des analyses récentes que nous avons effectué sur l'ensemble des forages du champ captant (interne et externe) montrent des anomalies pour certains éléments qui préparent à une dégradation profonde et continue de la qualité de l'eau qui alimente la ville de Batna., et qui à long terme pourrait devenir impropre à la consommation

Les tableaux N° :33 et 34 figurent les résultats d'analyses effectuées pour des eaux souterraines (forages) qui alimentent la ville de Batna en eau potable.

Tableau N°=33 Résultats d'analyses physico-chimiques des eaux souterraines

(Champ captant interne).

	Réservoir SAE (Forages K1 ,K2)	Réservoir Kechida Forages K1 ,K5	Réservoir PAF (Forage AZZEB)	Forage Négrier	Forage Riadh	Forage 102 (Abattoir)	Norme de potabilité	
							OM S	CCE
Date d'analyse	21/04/07	21/04/07	21/04/07	21/04/07	21/04/07	21/04/07		
PH	7 ,34	7,34	7,64	7,31	7,38	7,31	6.5- 95	6.5- 8.5
T °C	18	18	22	16	18	16		25
CE µS/Cm	873	818	2170	1446	1282	804		2000
Turbidité NTU	0,213	0,07	0,213	0,219	0,145	0,188		5
Salinité %	0	0,12	0,1	0,7	0,6	0,4		
Ca. ²⁺ mg/l	131,2	112	410	192,8	143,2	128	200	
Mg ²⁺ mg/l	38	40	48	30		80	30 à 150	50
TH °F	37,88	44	57	58,80	42,80	49,40		
Cl ⁻ mg/l	52,8	55,74	78,72	194,2	133,7	51,04	250	
So ₄ ²⁻ mg/l	53,34	14,7	84,6	44,15	25,25	35,95	500	250
Na ⁺ mg/l	30	26	24	60	80	28	200	
K ⁺ mg/l	1	3	1	1	2	1		12
Nitrate mg/l	34,99	32,56	3,44	18,34	17,32	16,96	50	
Nitrite mg/l	0	0	0	0	0.01	0	3	
TAC °F	21,02	22,80	13,89	22,33	22,99	23,36		
NH ₄ ⁺ mg/l	0	0.01		0	0.02	0.01	0,05	
Fe ²⁺ mg/l	0.07	0.05		0.01	0.012	0.01	0,3	
F(fluorures) Mg/l	0.43	0.32	0.35	0.43	0.33	0.51	0.7 mg/l (25à3 0°C) 1.5 mg/l (8à12 °C)	

**Tableau N°= 34 les résultats d'analyses physico-chimiques des eaux souterraines
(champ captant externe)**

	Forage Gadaine	Forage fontaine chaude 1	Forage M ₁ ElMadher	Forage DJ1 (Djerma)	Reservoir Azzeb	Normes de potabilité	
Date d'analyse	11/07/2007	11/07/2007	11/07/2007	24/05/2007	24/05/2007	OMS	CCE
PH	8,17	7,59	7,7	7,10	7,49	6,5-9,5	6.5-8.5
T °C	25	25	24	18	23		25
CE µS/Cm	3380	1909	1437	18042	5220		2000
Turbidité en NTU	-	-	-	-	0,162	5	
Salinité %	1,8	1	0,7	0,5	2,8		
Ca ²⁺ mg/l	192	252	88	246,4	160	200	
Mg ²⁺ mg/l	100	64	83		110		50
TH °F	120	54,4	36,50	74,6	68,2		
Cl ⁻ mg/l	455,4	274,4	30,81	253,3	205,9	250	250
Na ⁺ mg/l	320	170	60	-	-	200	200
K ⁺ mg/l	3	8	3	-	-	12	12
So ₄ ²⁻ mg/l	554	383,73	296,2	102,80	133,75	500	250
No ₂ ⁻ mg/l	0,006	0,001	0	0		3	
No ₃ ⁻ mg/l	6,20	16,90	49,41	56,52	21,92	50	
NH ₄ ⁺ mg/l	0,013	0,028	0	-	-		0,05
Fe ²⁺ mg/l	0,076	0,024	0,116	-	-	0.3	0.2
Pb mg/l	-	0	0	0	0	0,01	
Cr mg/l	-	0	0	0	0	0,05	
Zn mg/l	-	0	0	0	0	3	
Cd mg/l	-	0	0	0	0	0,005	
Cu mg/l	-	0	0	0	0	2	
Fluorures (mg/l)	-	-	0.40	0.41	-	1.5 mg/l (8à12°C)	

I-2-Qualité physico-chimique des eaux du barrage :

Les compositions chimiques des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants. Ces eaux se caractérisent par une forte impureté et par une pollution des eaux due surtout aux rejets usées déversés dans le milieu naturel.

**Tableau N°= 35 les résultats d'analyses physico-chimique des eaux de surface
(Barrage Koudiat M'douar)**

	Eau brute	Eau Brute	Eau traitée	Eau Brute	Eau traitée	Normes de potabilité
Date d'analyse	27:/03/2007	15/08/2007	15/08/2007	8/10/2007	8/10/2007	
PH		7.56	7.84	8.15	8.15	6,5-8,5
T en °C	10	17	17	20	20.1	25
CE µS/Cm	990	1070	1080	1040	1050	2000
Turbidité NTU	2,37	5.29	0.91	2,08	1,69	5
Résidu sec à105°C mg/l		730	736	736	734	1000
MES à 105° C	76	88	50	30	10	
CO2 mg/l	4	24	8	8	16	
Oxygène dissous %		7.21	85,56	69,56	82,22	>75
Calcium mg/l	104,20	110.48	110.22	108,64	115,57	200
Magnésium mg/l	33,07	30.32	30.75	33,24	26,76	50
Chlorures mg/l	55	55	55	60	60	250
TAC en°F	10	12,5	12,5	9	9	
Bicarbonates mg/l	122	152,5	152,5	109,8	109,8	
Carbonates mg/l	0	0	0	0	0	
TH en F	39,8	40,5	40,4	41	40	
Sodium mg/l	66,32	68,16	71,11	65,14	68.04	200
Potassium mg/l	4,78	5,04	4,56	5,54	5,67	12
Sulfates mg/l	320	300	300	344	340	250
Nitrites mg/l	0,03	0.00	0.00	0,030	0,010	3
Nitrates mg/l	4	4	4	1	0	50
Ammonium mg/l	0,02	0.00	0.00	00	00	0.5
Fer mg/l	0,039	0.045	0,022	0,143	0,053	0.3
Manganèse mg/l	0,02	0,264	0,054			0,3
DCO mg/l d'o ₂		18	16	22	17	30
DBO5 mg/l d'o ₂		2,8	2,3	3.3	1.8	3
Ortho-Phosphates (PO ₄) mg/l	0,20	0,20	0,20	0.20	0.20	0.4
Fluorures mg/l	0,60	-	-	-	-	0,7 mg/l 25à30°C 1,5mg/l(8à12° C)
Phenols	0					
chlorophycées				Tétraedron	Absence d'algues	

2- Interprétation des résultats d'analyses chimiques :

L'alimentation en eau destinée à la consommation humaine doit répondre aux règles générales d'hygiène et à toutes les mesures propres à préserver la santé de l'homme.

Les résultats des analyses sont comparés avec les normes de l'OMS (Organisation mondiale de la santé) sur les quelles nous nous baserons. Pour les paramètres qui n'ont pas de valeurs guides imposées on essaiera de se référer à ceux de la CCE (Conseil de la communauté européenne).

L'interprétation concerné chaque paramètre, ainsi qu'un aperçu concernant l'impact de ce paramètre sur le consommateur du point de vue sanitaire.

La présentation des éléments analysés sera faite de la manière suivante :

- A - Les mesures physico-chimiques (PH, Température, conductivité électrique, turbidité).
- B - Les minéraux majeurs (Calcium, Sodium, Magnésium, Chlorures sulfates, ...).
- C - Les éléments considérés comme indésirables (Cuivre, fer, Zinc, manganèse).
- D - Les substances considérées comme indicatrices de pollution (Nitrate, Nitrite, NH_4^+ , DBO_5 , DCO).
- E - éléments considérés comme toxiques (Le chrome, le plomb, le cadmium).

2-1-Interprétation sur Les eaux souterraines :

A- Les mesures physico-chimiques :

B- Les qualités physiques de l'eau se basent sur des paramètres qualitatifs relativement facile à déterminer. Ce sont des critères de plus en plus utilisés pour l'amélioration du confort du consommateur.

C- A-1-La température :

La température d'une eau potable devrait être inférieure en été et supérieure en hiver à la température de l'air. Les directives du conseil des communautés européennes fixent à 12°C le niveau guide de la température de l'eau destinée à la consommation humaine, et à 25°C la température à ne pas dépasser, l'OMS ne recommande aucune valeur, pratiquement la température de l'eau na pas d'incidence directe sur la santé de l'homme.

Cependant une température supérieure à 15°C favorise le développement des micro-organismes dans les canalisations (Rodier 1996).

En ce qui concerne nos échantillons, ils sont dans les normes pour la totalité des eaux.

A-2-La conductivité :

La mesure de la conductivité permet d'évaluer approximativement la minéralisation globale dans l'eau. Pour nos échantillons les valeurs de la conductivité électrique sont entre 818 et 5220 $\mu\text{s}/\text{cm}$, les valeurs plus élevées sont rencontrées dans les eaux de Gadaine et le réservoir Azzeb (eau mélangée). Cette forte minéralisation est due à la présence des sols salés des sebkhas de la plaine de Gadaine, les eaux de Gadaine influent considérablement sur la composante du mélange au niveau du réservoir Azzeb.

Les directives du conseil des communautés européennes relative à la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine indiquent une valeur maximale admissible de 2000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ à 20°C (Rodier 1996). Les eaux très minéralisées du fait leur teneurs en Cl, Ca Mg, Na, So_4 semblent bien contribuer l'hémostasie de l'homme et surtout de l'enfant, cependant elles peuvent poser des problèmes endocriniens très complexes.

A-3-PH :

Le potentiel d'hydrogène exprime si l'eau est à réaction acide ou alcaline. Le PH n'a pas de significative hygiénique, mais il représente une action dans la détermination de l'agressivité de l'eau vis à vis des métaux.

Les valeurs limitées du PH sont comprises entre 6,5 et 8,5 au dessous de ce seuil, l'eau est dite « aggressive » elle a un effet corrosif sur les canalisations avec un PH supérieur à 8 au contraire, une eau est alcaline.

L'OMS recommande un PH inférieur à 8 pour une bonne désinfection par le chlore. Les prélèvements analysés des eaux souterraines ont montré que le PH varie entre 7,7 et 8,7, ces valeurs sont dans les normes de potabilité.

4-A-Turbidité :

La turbidité est liée à la présence des particules organiques diverses d'argile, de colloïdes, de plancton, ... et Les eaux troubles chargées de substances finement divisées (grains de silice, limons....) forment parfois d'importants dépôts dans les tuyauteries et les réservoirs.

La turbidité résiduelle constitue un gêne pour l'efficacité de traitements de décontamination microbienne. L'OMS recommande comme valeur limitée 5 NTU

Les résultats d'analyses de tous les prélèvements montrent que les valeurs de la turbidité des eaux souterraines sont largement inférieures aux normes de l'OMS.

B- Les éléments minéraux majeurs :

Ils sont souvent désignés sous le terme de « sels minéraux » on le rencontre naturellement en quantité notable dans les eaux, la présence de ces éléments en excès dans l'eau ne doit pas être négligée complètement sur le plan sanitaire.

B-1-Calcium (Ca^{2+}) :

Le calcium est un composant majeur de la dureté de l'eau, sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés, les eaux très dures entraînent l'entartage des canalisations et la sécheresse de la peau, par contre les eaux très douces peuvent entraîner les problèmes de corrosion des canalisations. Les eaux potables de bonne qualité renferment 100 à 140 mg/l de calcium.

Les résultats des analyses ont démontré que les eaux potables consommées dans la ville de BATNA sont riches en calcium, la valeur plus élevée à été trouvée dans le forage Azzeb (410 mg/l), cet excès de calcium trouve son explication dans l'environnement géologique de ces forages qui caractérisé par l'abondance des roches calcaires à l'affleurement.

Selon Vilaginès (2003) une étude récente a constaté que la fréquence des maladies cardiovasculaires augmente de part et d'autre d'une concentration idéale de 100mg/l de calcium.

B-2-Magnésium (Mg^{++}) :

La teneur en magnésium dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrées (calcaires, dolomitique, ..), Le magnésium constitue l'élément significatif de la dureté de l'eau, c'est un élément indispensable pour la croissance.

L'insuffisance de magnésium entraîne des troubles neuromusculaires, un déficit de magnésium peut aussi traduire par des manifestations cardiaques (Rodier 1996).

A partir d'une consommation d'00mg/l pour les sujets sensibles au magnésium donne un goût désagréable à l'eau. Concernant les prélèvements analysés des eaux souterraines, les valeurs de magnésium varient entre 35 et 110 mg/l,

B-3-les sulfates (SO_4^{2+}) :

La concentration en ions sulfates des eaux naturelles est très variable ,dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minérales, elle peut atteindre 30 à50 mg/l ,mais ce chiffre peut très largement dépassé (jusqu'a 300mg/l) dans les zones contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est élevé.

La teneur en sulfates des eaux doit relie aux éléments alcalins de la minéralisation, une concentration élevée de sulfates favorise l'irritation gastro-intestinale surtout associée à des concentrations élevées d'ions Mg^{++} et Na^+ .

Pour les prélèvements des eaux effectués les teneurs en sulfates sont fortes dans les eaux souterraines du champ captant externe, notamment les eaux de Gadaine (554mg/l), cette valeur dépasse largement les normes de l'OMS, ce caractère sulfaté due à la présence des dépôts gypsiers dans la région de Gadaine .

B-4-Les chlorures (Cl^-) :

Les teneurs fortes en chlorures communiquent à l'eau un goût désagréable surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium. Les directives de l'union Européenne et de l'OMS précisent qu'au delà d'une concentration de 200 mg/l de chlore, des risques peuvent s'apercevoir sur le plan sanitaire (Bouziani 2003).

Les résultats des analyses effectués révèlent des valeurs élevées dans les eaux de forages Gadaine et fontaine chaude, les résultats obtenus sont de 455,4 mg/l (Gadaine) et 274,6 mg/l (Fontaine chaude) , pour le reste des forages les teneurs en chlorures sont largement inférieurs aux normes de potabilité

B-5-Le sodium (Na^+) :

Les résultats des analyses effectuées montrent que les concentrations du sodium dans les eaux souterraines extrêmement variables allant de quelques dizaines de milligrammes à 320 mg/l dans les eaux de Gadaine , le sodium dans l'eau provient des formations géologiques contenant de chlorure de sodium .

Les eaux souterraines de Gadaine ont une particularité de circuler dans un système aquifère alluvionnaire qui est proche des Sebkhass ce qui affecte leur qualité.

Selon Vilagines (2003) une étude épidémiologique a montré qu'une eau contenant 107 mg de sodium par litre conduisant chez les adolescents d'une école à une augmentation de la tension sanguine. La directive européenne 98/3 à retenu pour le sodium une concentration maximale de 200 mg/l.

L'absorption des quantités relativement importantes de sodium peut être dangereuse chez certaines malades (c'est le cas des sujets qui souffrent d'accidents vasculaires, cérébraux, hypertension...), ces malades ne doivent pas consommer une eau contenant plus que 20 mg/l de sodium.

B-6-Les fluorures (F⁻) :

Le fluor est présent dans tous les échantillons analysés avec des teneurs inférieures aux normes de l'OMS, les valeurs varient entre 0.32 et 0.51 mg/l.

Selon Beauchamp (2006), la teneur en fluor dépend beaucoup du temps de contact de l'eau avec les niveaux fluorés de l'aquifère. Elle peut être élevée dans les nappes captives.

Dans l'eau destinée à la consommation, l'OMS fixe une valeur guide de l'ordre de 0.7mg /l pour une température de 25°C et 1.5mg/l pour une température de 12°C.

On considère généralement qu'une faible teneur en Fluor dans l'eau (0.4 à 1 mg/l) est favorable à la formation de l'email dentaire et protège les dents contre la carie, des doses supérieures à 1.2 mg/l de fluor dans l'eau de boisson risquent de faire apparaître des taches sur l'email dentaire (Fluorose).

Dans les zones chaudes, le fluor peut être à l'origine de fluorose et d'altération dentaire (RODIER, 1996).

Il faut surveiller la concentration de fluor dans l'eau de boisson, en cas de l'insuffisance en fluor, on envisage donc un apport artificiel de fluor c'est la fluoruration (ou fluoration) qui utilise divers procédés et plusieurs produits à base de fluor. L'élimination du fluor en excès dans l'eau peut être obtenue soit on ajoutant des substances ayant une affinité pour le fluor : la chaux, le sulfate d'alumine, le phosphate tricalcique ; soit par filtration sur charbon actif.

C- Les substances indicatrices de pollution :

C-1-L'ammonium (NH₄⁺):

Les sels ammoniacaux sont des polluants qui proviennent des affluents domestiques, des engrais agricoles et de certaines unités industriels, dans les eaux souterraines NH₄⁺ est présenté fréquemment sans être indice de pollution par contre dans les eaux de surface NH₄⁺ présent seulement dans les eaux polluées (Valiron 1994) .

L'OMS recommande comme valeur limitée pour l'ammonium 0.5 mg/l, pour les échantillons analysés les teneurs en ammonium dans tous les prélèvements sont dans les normes de potabilité varient entre 0,013 mg/l à 0,028 mg/l.

C-2-Les nitrates (No₃⁻) :

Les nitrates sont des formes composés de l'Azote qui sont fortement solubles et que l'on retrouve souvent dans les eaux des nappes souterraines.

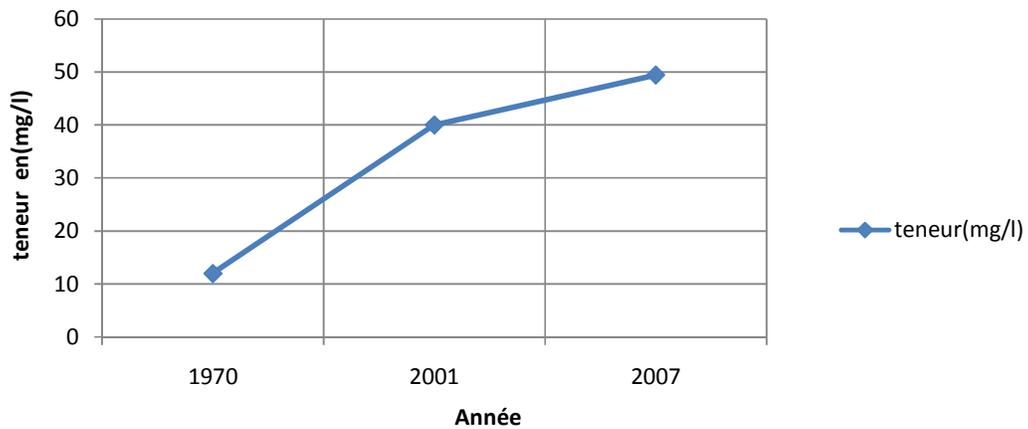
Selon Beauchamp (2006).L'eau d'une nappe ne contient pas originellement de composé azoté, c'est l'augmentation artificielle de la quantité d'azote combiné disponible dans le sol qui crée un déséquilibre entre l'apport et la consommation et produit un excès d'azote et qui est entraîné vers la nappe .Selon le même hauteur, la teneur en nitrate des eaux souterraines augmente en moyenne de 1 mg/l par an.

La mesure de la teneur en nitrate sert ainsi également d'indicateur global de la dégradation de la qualité naturelle d'une ressource en eau de boisson.

Chez l'homme les nitrates en excès provoquent des troubles sanguines graves en particulier une dégradation de l'hémoglobine. Il a été reconnu qu'une eau chargée en nitrates avec une concentration supérieure à 50 mg/l est susceptible de provoquer chez les nourrissons une cyanose liée à la méthémoglobine (inhibition du transfert de l'oxygène vers les cellules). La population doit être informée de l'interdiction d'utiliser l'eau de réseau pour la préparation de biberons à l'intention des nourrissons si la teneur en nitrate dépasse 50 mg/l, selon les directives établies par l'OMS.

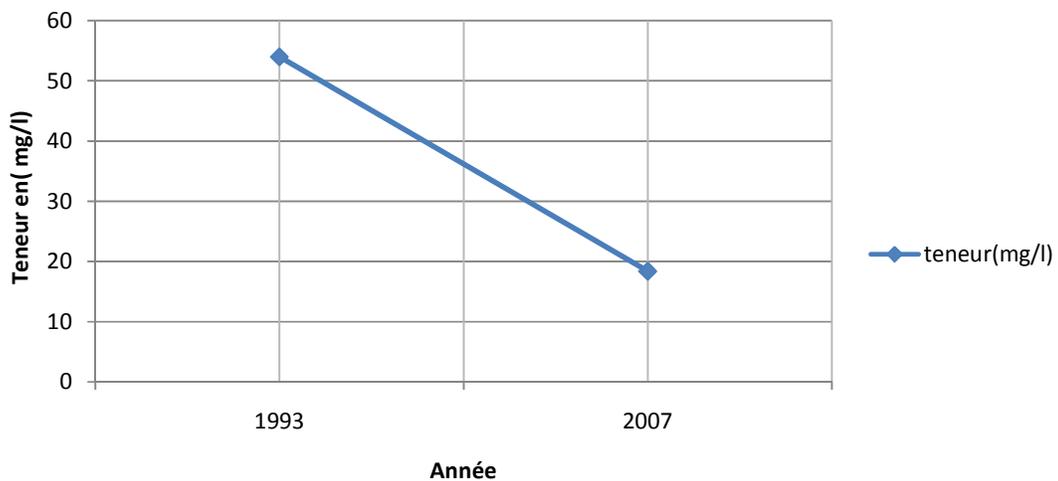
En ce qui concerne les échantillons analysés on remarque que les nitrates sont présents dans tous les eaux souterraines , la valeur supérieure aux normes de l'OMS a été trouvé dans l'eau de forage DJ1 avec une concentration de 56,52 mg/l , l'analyse d'un échantillon prélevé d'un puits se situe dans la même plaine (Djerma) et même date d'analyse (2007) a montré que la concentration des nitrates est de 89.26 mg/l ,ce qui implique une vulnérabilité certaine de cette zone à la pollution .Les pratiques de la fertilisation intense des sols dans la plaine et l'irrigation des cultures à partir des eaux usées riches en azote constituent sans nul doute les facteurs de contamination des eaux souterraines (champ externe) par infiltration .Le graphique de la figure N°=26 montre clairement l'augmentation des teneurs en nitrate dans le forage El Madher1, elles sont passées de 12mg /l en 1970 (ANRH) à 49,41mg/l en 2007. Ces teneurs augmentent chaque année, ce qui bien entendu inquiétant dans l'avenir. Il faut noter que les faibles profondeurs de la surface à la nappe aggravent sa vulnérabilité à la pollution.

Figure N° 25: Evolution des teneurs en nitrates dans le forage d' EIMADHER.



En revanche l'évolution des teneurs en nitrates dans le forage Negrier (champ interne) en diminution, en effet elles sont passées de 54mg/l (1990) à 18,39 mg /l (2007), la figure N° 26 montre l'amélioration de la situation qui est due sans doute à l'arrêt de la source de la pollution (imperméabilisation de la ville) d'une part et le pompage contenu d'une autre part.

Figure N° 26: Evolution des teneurs de nitrates dans le forage Negrier



C-3-Les nitrites (NO₂⁻) :

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction de nitrates. Une eau renfermant une quantité élevée de nitrites supérieur à 1 mg/l d'eau est considérée comme chimiquement impure (indice de pollution).

Les analyses effectuées sur les eaux des forages révèlent des valeurs inférieures aux normes de l'OMS les résultats obtenus varient entre 0 et 0.01 mg/l.

D-Les paramètres indésirables :

A titre d'exemple, le fer , le cuivre, le zinc et le manganèse en excès peuvent être responsables selon le cas , de mauvais goût et de coloration anormale, de proférations bactériennes dans les canalisations et de taches sur les linges aux cours de son lavage .

D-1-Le fer (Fe):

C'est un élément qui est présent dans tous nos prélèvements avec des concentrations qui varient entre 0,01 à 0,116 mg/l .Les valeurs de tous les prélèvements sont conformes aux normes de l'OMS qui sont de 0,3 mg/l dans l'eau de boisson.

Des intoxications par absorption de sulfates de fer peuvent s'observer chez les enfants (Bouziani 2000) .

D-2-Le cuivre (Cu) :

On a dosé cet élément pour les forages DJ1 et M1 et la station de reprise et le forage Riadh (BATNA) , les résultats obtenues ont montré l'absence des sels de cuivre dans les eaux analysées .

Les normes de l'OMS pour les eaux potables sont fixées pour cet élément à une valeur de 2 mg/l pour un risque sanitaire. Le cuivre en excès peut provoquer une toxicité pour les dialysés rénaux.(Gaujous 1995)

D-3 Le Zinc (Zn) :

On a dosé le zinc pour les eaux souterraines de la plaine El Madher et les eaux mélangées de la station de reprise de Djerma. Les résultats d'analyses montrent l'absence de cet élément dans les eaux potables.

La concentration du zinc dans l'eau peut atteindre des niveaux qui peuvent causer des problèmes de santé, à cause des rejets véhiculés par oued El Gourzi qui renferment des concentrations très élevées

E- Les substances chimiques toxiques

L'utilisation de diverses substances pour besoins industriels a entraîné une dissémination dans le milieu naturel des différents types de résidus toxiques et de sels des métaux lourds, la présence de ces substances chimiques dans l'eau a une incidence directe sur la santé de l'homme et peut également mettre en danger la vie des individus, certains sont particulièrement inquiétants en raison de leur toxicité cumulative(tableau N° :36).

(Tableau n°= 36 Les substances chimiques toxiques dans l'eau et leurs effets sur la té

Paramètre	Conséquence sanitaire	Normes de l'OMS
Plomb (Pb)	Poison cumulatif responsable de saturnisme : -Atteinte neuropysologique, troubles-rénaux, cardio-vasculaires ;hématopietiques	50 ug/l
Mercure(Hg)	Intoxication chronique atteinte rénale, troubles neurologique et peut entraîner la mort	1ug/l
Cadmium(Cd)	Très toxique : Atteintes rénales (néphrite), troubles digestifs, altérations osseuses et osseuses graves ,le cadmium est un agent cancérogène	0,05 mg/l
Arsenic (As)	Cancers cutanés, hépatiques, pulmonaires.	0,05 mg/l
Chrome (Cr)	Atteinte hépatorénale, à l'état hexa valent est mutagène et cancérogène	50 ug/l
cyanure (CN)	--Toxicité aigué: mort par arrêt respiratoire -hypothyroïde,polynévrites,pancréatite.....	50 ug/l

Concernant notre travail on a dosé quelques métaux lourds pour les eaux de la station de reprise de Djerma et les 2 forage DJ1 et El Madher 1 (M1) parce que ces eaux proviennent de la plaine El Madher qui constitue le réceptacle des rejets urbains et industriels de la ville de BATNA véhiculés par Oued El Gourzi et par la suite Oued EL Madher (carte N°= 23). Heureusement les résultats des analyses montrent l'absence de ces éléments toxiques (Pb, Cd, Cr) dans les forages (champ externe) qui alimentent la ville de BATNA en eau potable.

Une comparaison avec d'autre séries d'analyses Zouita (2001) et Menani (2005) permet de constater des différences entre ces séries de mesure (tableau N° :37)

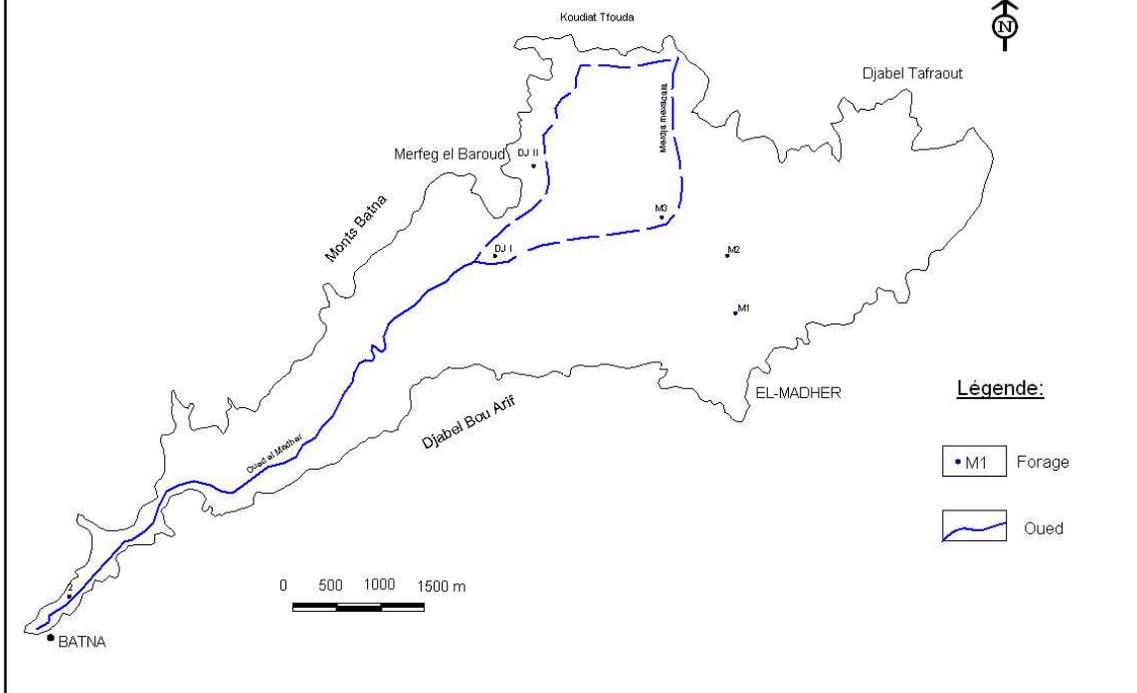
Tableau N°=37 Dosage des métaux lourds dans les eaux souterraines EL MADHER

Date d'analyse	Station de reprise		Forage M1		Forage DJ		Normes de potabilité
	2001	2005	2001	2005	2001	2005	
Pb mg/l	/	0	0	0	1,093	0	0,01
Cr mg/l	/	0	0	0,01		0,022	0,5
Zn mg/l	/	/	0	/	0,416	/	3
Cu mg/l	/	0	1	0		0	0,1-0,2
Fe mg/l	/	0,019	0,43	0,07	0,1	0,019	0,3

Source Zouita 2001 + Menani 2005

Carte N°: 23

Localisation des forages de la plaine El Madher



L'interprétation de ces séries d'analyses conduirait à des conclusions toute à fait contradictoires, la différence entre les 3 séries d'analyses (2001, 2005, 2007) peut être due à la méthode d'analyse et aux matériels du dosage.

La mise en service de la station d'épuration (STEP) a pour objet de diminuer la charge en matières organiques des eaux domestiques (traitement biologique), les analyses des échantillons avant et après la (STEP) montrent une abaisse des paramètres (DBO5) et (DCO, ainsi d'autres éléments chimiques (Tableau N°38).

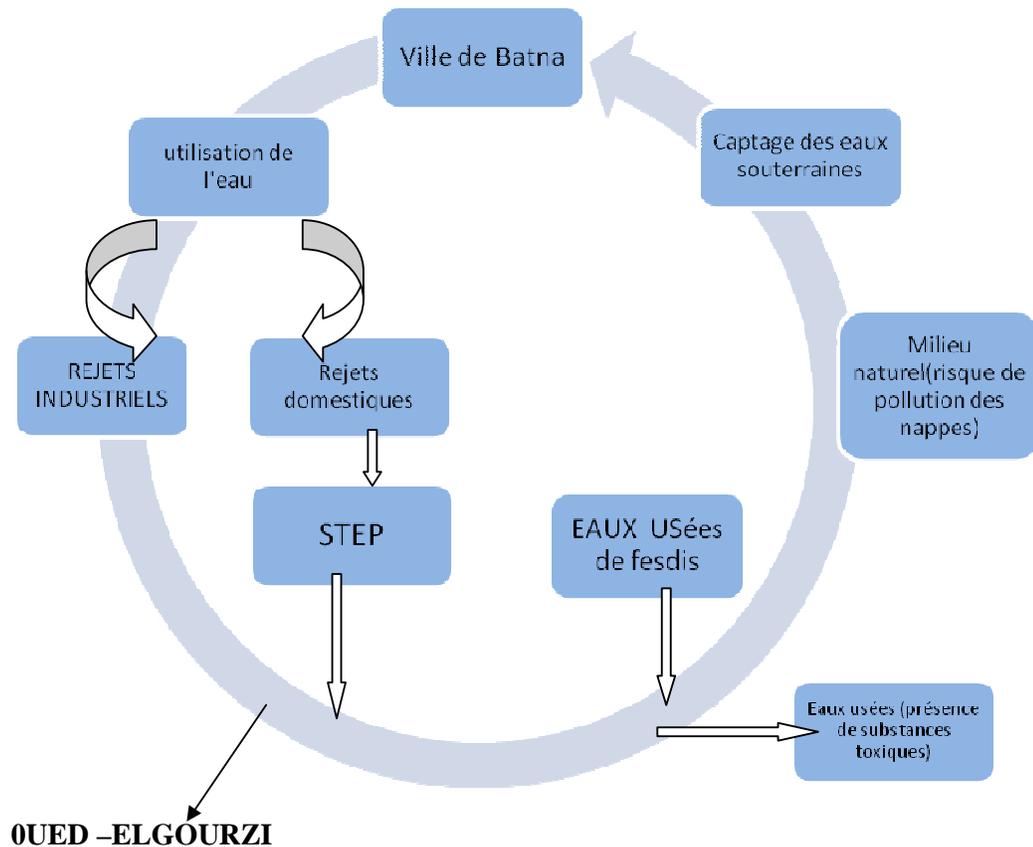
Si la pollution organique semble freinée, du moins ralentie, en ce qui concerne les rejets domestiques de la majorité de la ville, la pollution chimique demeure toujours liée au fonctionnement aléatoire des stations de traitement particulières des unités industrielles émettrices de rejets renfermant des toxiques

Tableau N°38 : dosage des métaux lourds des eaux usées avant et après la STP

	Rejets domestiques avant la STEP	Mélange des rejets domestiques et industriels après la STEP	Valeurs maximales mg/l
Date d'analyse	26/6/2007	26/6/2007	
Cr (mg/l)	0,05	0	0.1
Cd (mg/l)	0.455	0.057	0.2
Pb (mg/l)	0.404	0.222	1
Zn (mg/l)	0.533	0.38	5
Cu (mg/l)	0.023	0.023	3
DBO5	350	172	40
DCO	1200	380	120

Dans tous les cas, les eaux souterraines doivent être protégées de tout type de pollution, notamment les nappes de la plaine ELMadher et la plaine Gadaine qui constituent une source importante d'une eau potable et qui sont exposés aux risques des rejets des eaux usées véhiculés par Oued El Gourzi (voir la figure ci-après).

Figure N°27 : Le circuit de l'eau entre la ville de BATNA et le milieu naturel



On souligne par ailleurs que le fait de constater une présence de toxique en traces dans ces forages implique une vulnérabilité certaine de ces aquifères aux polluants.

2-2 Interprétation des résultats d'analyses des eaux de surface :

Les eaux de surface (Barrage) sont caractérisées par des changements très rapides sur le plan qualitatif de l'eau, ces eaux sont sensibles à la pollution, elles nécessitent toujours des traitements efficaces.

La surveillance de la qualité des eaux brutes est prise en charge par les Laboratoires Régionaux de L'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH), qui effectuent systématiquement des contrôles mensuelles ou trimestrielles de la qualité physico-chimique des cours d'eaux et des eaux de barrages, voir modèle de bulletin (Annexe).

Concernant les eaux du barrage de Koudiat M'douar qui alimentent la ville de Batna en eau potable, subissent plusieurs procédés de traitement et de désinfection au niveau de la station de traitement dirigée par une entreprise étrangère (WABAG).

Les résultats d'analyses physico-chimiques des eaux du barrage de Koudiat M'douar montrent clairement que la qualité des eaux brutes du barrage est améliorée après le traitement physique, chimique de l'eau.

2-1-Les paramètres physiques :

-PH : le PH est de 8,15 une légère augmentation est constatée dans le prélèvement du 8/10/2007, habituellement les normes de qualité des eaux naturelles sont entre 6,5 et 8,5.

-La conductivité électrique :

La valeur de la conductivité électrique au niveau du barrage est entre de 1046 us/ cm et 1070 us/ cm pour les eaux brutes, ce qui signifie que cette eau a une minéralisation moyenne.

-La température :

La température des eaux de surface varie selon la saison, on constate que sa valeur est de 10°C pour le prélèvement du 27 /03/2007, cette valeur augmente pendant la saison chaude ; la température élevée favorise le développement des micro-organismes en même temps qu'elle peut intensifier les odeurs, les saveurs et active les réactions chimiques.

-La turbidité :

Les résultats d'analyses obtenues montrent que la valeur de la turbidité de l'eau est entre 5,29 et 2,08 NTU pour les eaux brutes, après le traitement des eaux la valeur de la turbidité n'a pas dépassé 1,69 NTU, elle est inférieure aux normes de l'OMS (5 NTU).

En période de plus forte pluie les eaux du barrage sont le siège des changements très rapides en terme turbidité.

2-2-Les anions et les cations :

A partir des résultats obtenus on a constaté que les teneurs en Ca, Mg, Cl, K et Na sont inférieures aux valeurs limites, les teneurs en sulfates ont dépassées les normes de CCE (250mg/L) pour les eaux potables, l'excès de sulfates dans l'eau de boisson peut entraîner des troubles intestinaux.

2-3-Les Fluorures :

les résultats d'analyses des eaux brutes du (27/03/ 2007) montrent que la concentration des Fluorures ne dépasse pas les normes de potabilité, elle est de 0,60mg/l.

2-4-Les substances indicatrices de pollution :

Les résultats des examens montrent que les éléments indicateurs de pollution (Nitrate, nitrite, Ammonium, DCO, DBO5, composés phosphorés) sont dans les normes de potabilité.

-Les nitrates : En général les nitrates peu abondants dans les eaux de surface, dans les échantillons analysés les teneurs en nitrates n'ont pas dépassé 4 mg/l.

-DBO5 : La demande biochimique en oxygène en 5 jours (DBO5) n'a pas dépassé les normes pour les eaux destinées à la consommation (eaux traitées). Selon (Rodier 1996) une DBO5 inférieure à 1mg/l est considérée comme normale, entre 1 et 3mg/l acceptable et au-delà de 3 mg/l comme douteuse et anormale, on signale que ce paramètre exprime la demande biochimique des micro-organismes en oxygène en 5 jours pour pouvoir dégrader les charges organiques.

-La DCO :

La demande chimique en oxygène évalue la quantité de matières organiques par analyse chimique. Dans les eaux traitées (eaux potables) du barrage de Koudiat M'douar, la DCO varie entre 16 et 17 mg/l, elle est également inférieure par rapport à la valeur guide fixée par la CCE qui est de 30mg/l.

-Les composés phosphorés :

Dans les eaux profondes, la présence de phosphates a souvent pour origine l'infiltration des produits de décomposition de matières organiques, pour les eaux de surface, la contamination par les composés phosphorés est due souvent aux rejets industriels, les engrais, détergents et la contamination fécale.

Les phosphates sous forme (PO_4^{3-}) sont présentes dans les eaux du barrage de Koudiat M'douar avec une concentration de 0.2 mg/l dans tous les prélèvements, ces teneurs sont dans les normes du CCE qui sont fixées à 0.4 mg/l.

Dans le réseau de distribution, le phosphore joue un rôle important dans le développement des algues, en particulier dans les réservoirs, les canalisations...).

2-4-Les métaux lourds :

-Le Manganèse

Le Manganèse est très répandu dans la nature il est utilisé en industrie métallurgique, électrique, chimique. Les eaux du barrage ont des teneurs varient entre 0.02 à 0.264 mg /l, le manganèse est souvent associé au fer. Le manganèse est nécessaire à la croissance de l'homme avec des valeurs limites de l'ordre de 10 à 50 µg / j dans l'eau de boisson puisqu'il y a d'autres apports.

Les intoxications par le manganèse sont rares mais s'il y a intoxication, elle est de type neurologique (maladie de Parkinson).L'OMS indique une valeur guide pour des risques sanitaires de l'ordre de 0.5mg /l

-Les substances toxiques :

Selon (Tiri 2005) les analyses effectuées sur les rejets des deux oueds : Oued Timgad et Oued Reboa (notamment les rejets de Oued Taga) montrent la présence du Plomb (Pb) ,les valeurs sont dans l'ordre de 0,47mg/ et 0,52 mg/l , ce paramètre et autres substances toxiques (cadmium, mercure...) Peuvent être la source de la pollution chimique des eaux brutes du barrage surtout quand les concentrations dépassent les limites admissibles

Le plomb est un métal largement utilisé dans l'industrie, aussi les risques de pollution par cet élément sont extrêmement nombreux et varies. .La pollution des eaux de surface par le plomb à partir de la circulation routière est significative avec des teneurs allant de100 à200µg/l (Rodier 1996).

Le plomb est un poison cumulatif responsable du saturnisme : atteinte neurophysiologique (fatigue irritabilité retard intellectuelle chez les enfants) troubles rénaux, cardio-vasculaires, hématopoïétiques (formation des globules du sang)

3-La qualité bactériologique de l'eau :

Le but essentiel des analyses bactériologiques est en premier lieu de confirmer la présence de bactéries, puis de définir les circonstances dans la quelle cette eau a été contaminée et enfin la désinfection.

3-1 Principales bactéries recherchées dans l'eau :

Les bactéries sont couramment recherchées dans l'eau, principalement comme témoins de contamination fécale. A ce titre, elles peuvent être :

- sensibles, c'est -à- dire qu'on les rencontre assez fréquemment.
- Spécifiques, c'est -à-dire d'origine fécale stricte.
- Résistantes, c'est-à- dire qu'elles subsistent longtemps dans le milieu extérieur.

Les bactéries sont identifiées par mise en culture sur des milieux sélectifs et observations microscopiques ; par ces dernières, on caractérise la forme (ronde=cocci ; bâtonnets =bacilles)

3-1-1 Les Streptocoques :

Les streptocoques fécaux sont des témoins de contamination fécale sensibles, spécifiques et assez résistants. Ils n'ont pas généralement de pouvoir pathogène important.

Streptococcus faecalis est omni présent (ubiquitaire) dans le gros intestin de l'homme et des animaux et les égouts.

3-1-2 Les Staphylocoques :

Ils présentent des espèces pathogènes et sont donc quelque, fois recherchés dans l'eau, notamment dans les piscines.

3-1-3 les coliformes :

-**Colométrie** est souvent désigné l'ensemble des méthodes bactériologiques qui permettent de dénombrer les divers groupes de « coliformes dans un échantillon d'eau »

-**Coliformes** : Comprend tous les bacilles en bâtonnets gram- négatif, non sporulés qui font faire fermenter à 37°C et au moins de 24h le lactose.

Les dénombrements de ces organismes à 37°C « coliformes totaux » ; la présence de ces organismes dans l'eau est la preuve qu'elle a subi une contamination par des matières fécales.

-**Coliformes fécaux** : Le terme de coliformes fécaux correspond à des coliformes qui présentent les mêmes propriétés caractéristiques des coliformes après incubation à la température de 44°C.

-**Escherichia coli (colibacille)** : Il est très présent dans la flore intestinale de l'homme et des animaux ;il est considéré comme le meilleur indice de contamination fécale récente, il peut être pathogène (colibacillose :gastro-entérite infantile). C'est généralement la principale espèce de coliformes thermotélérants (qui poussent à 44°C)

3-1-4-Les Salmonelles :

Le genre *Salmonella* comprend de nombreuses espèces pathogènes, les fièvres typhoïdes et paratyphoïdes touchent dans le monde environ cinq cent milles personnes. Les salmonelles sont éliminées par les selles et peuvent contaminer l'eau.

3-2-Les résultats des analyses bactériologiques de l'eau de boisson de BATNA (2003 – 2006) :

A la lecture du tableau N°= 39 Il apparaît que sur 1698 examens micro biologiques effectués, 336 examens soit (19,78 %) se sont révélés positifs, témoignant d'une contamination certaine de l'eau destinée à la consommation humaine par les bactéries, l'année 2004 a enregistré le taux le plus élevé soit (28,71 %) des échantillons analysés sont avérés impropres à la consommation.

Tableau n°=39 Résultats d'analyses micro biologiques de l'eau potable de la ville de BATNA (2003 – 2006) .

Année	Nombre d'analyses total	Nombre négative	% d'eau propre	Nombre positif	% eau impropre à la consommation
2003	321	303	94,39	18	5,60
2004	592	422	71,28	170	28,71
2005	445	375	84,26	70	15,73
2006	340	252	74	88	26

Source: D S P

Les eaux souterraines sont souvent d'une grande pureté bactériologique, cette qualité se dégrade au fur et à mesure, dans le réseau de distribution et avant d'atteindre le robinet du consommateur. Concernant les forages qui alimentent la ville de BATNA sont exemptes de polluants biologiques sauf les deux forages M3 et M2 qui sont en arrêt (présence de 1400 coliformes fécaux) (voir Annexe). La mauvaise qualité bactériologique de l'eau de boisson à BATNA est due à l'infiltration des eaux usées dans le réseau d'AEP (cross – connections), ce facteur reste le plus favorisant des foyers des maladies hydriques notamment la fièvre typhoïde.

3-3-Résultats d'analyses bactériologiques d'eau par secteur urbain :

Les analyses bactériologiques de l'eau effectués par laboratoire de l'algérienne des eaux (2005 – 2007) dans le cadre de la surveillance hygiénique et le contrôle bactériologique de l'eau au niveau des différents secteurs urbains.

Tableau N°=40 Résultats d'analyses bactériologiques d'eau par secteur urbain (2005-2006).

Secteur urbain	Nombre total d'analyses	Nombre négatif	Nombre positif	Eau impropre à la consommation %
Centre ville	94	56	38	40,4
Quartiers Traditionnels(Z'mala,Cité-Chicki)	363	243	120	45,62
Bouakal	243	131	112	46,09
Kechida	201	89	112	55,7
Chouhada	150	78	72	48
Bouzourane	75	34	41	54,6
Parc à forage	118	42	70	35,5
Route de Tazoult	27	19	8	29,9
ZHUN 1	105	80	25	23,8
ZHUN 2	158	111	47	29,7

A La lecture du tableau N°40, il apparaît que les secteurs urbains qui ont enregistré un taux élevé d'eau impropre à la consommation (eau contaminée) par rapport à l'ensemble de la ville.(carte N°24) sont surtout Bouakal ,chohada ,Kechida la situation est confirmée par le quotidien Elkhobar le 08/12/2007

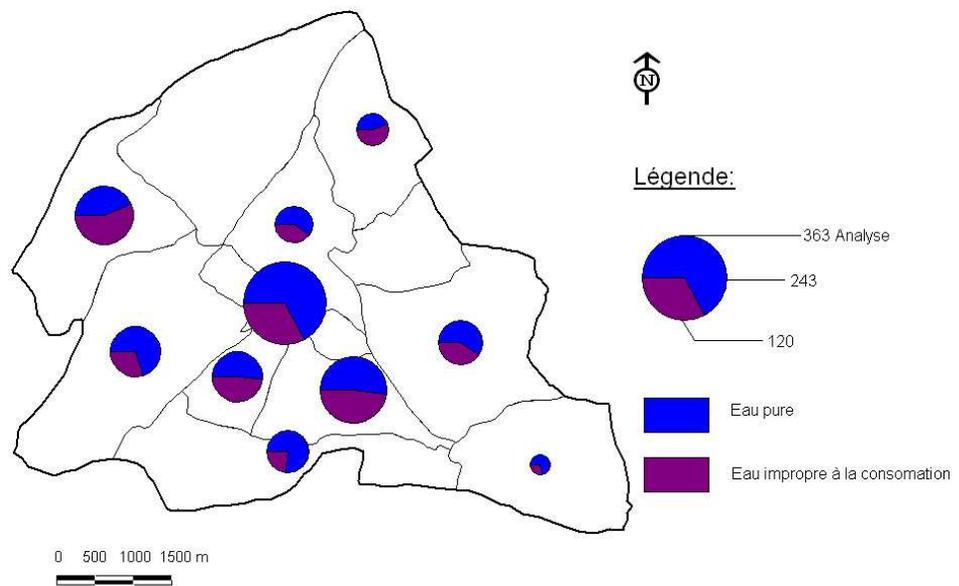


TableauN°41 : Résultats d'analyses bactériologiques d'eau effectuées en (2007).

Date d'analyse	quartier	Résultat bactériologique	Chlore résiduel (mg/l)
13/01/2007	Bouakal	NPP+1100 coliformes totaux/100ml	Négatif
21/01/2007	1200 Logts (ZHUN ₁)	NPP-1 germe (CT)/100ml	0.5
18/03/2007	Douar diss (Bouakal)	NPP +1 germe(CT)/100ml	< 0.5
18/03/2007	Camp (Centre ville)	NPP -1 germe(CT) /100ml	< 0.5
18/03/2007	Kechida	NPP+1400 coliformes fécaux /100ml	Négatif
2/05/2007	Z'mala	NPP > 1400 coliformes fécaux./100ml	Négatif
12/05/2007	Route Hamla (kechida)	NPP +43 streptocoques fécaux/100ml	Négatif
2/06/2007	Cité million	NPP+ 3 coliformes totaux/100ml	0.5

Carte N°: 24

Résultats d'analyses bactériologiques de l'eau selon les secteurs urbains (2005 - 2007)



La présence de germes pathogènes dans l'eau distribuée est un témoin de contamination fécale de l'eau potable, le facteur le plus fréquemment en cause de la contamination de l'eau est l'interconnexion (cross-connexion) entre réseau d'AEP et réseau d'assainissement notamment dans les quartiers anciens et surtout les zones d'habitats individuels qui appartiennent à l'urbanisation anarchique comme : Kechida, Bouakal, Z'mala, Cité chikhi....

L'absence de chlore résiduel dans l'eau signifie, soit qu'il s'agit d'une eau non désinfectée, soit qu'il y a une pollution dans l'eau analysée

3- 4 Les zones exposées aux risques des maladies à transmission hydrique (zone de risque) :

Pour réaliser la carte des zones exposées au risque de contamination de l'eau destinée à la consommation humaine (carte N°25) nous nous basons sur la superposition des cartes suivantes :

- Carte de la densité de la population
- Carte des formes urbaines.
- Carte du réseau d'AEP.
- Carte des conduites par type de matériaux
- Carte du réseau selon l'âge des conduites.
- Carte des quartiers touchés par la fièvre typhoïde.
- Carte d'analyses bactériologiques par secteur urbain.

D'après la carte N° 25 les zones les plus exposées au risque de contamination sont surtout les quartiers anciens (réseaux vétustes, vulnérabilité des matériaux de conduites...etc.), ainsi que les zones d'urbanisation anarchique non maîtrisable (branchements illicites, absence de conformité des réseaux, superposition des conduites...). Dans ces zones la qualité de l'eau se dégrade au fur et à mesure dans le réseau de distribution avant d'arriver au robinet du consommateur, c'est à dire la qualité de l'eau ne respecte pas de façon permanente les limites de potabilité de l'eau.

En absence de contrôle et surveillance, ces quartiers peuvent vivre chroniquement des situations dramatiques sur le plan sanitaire.

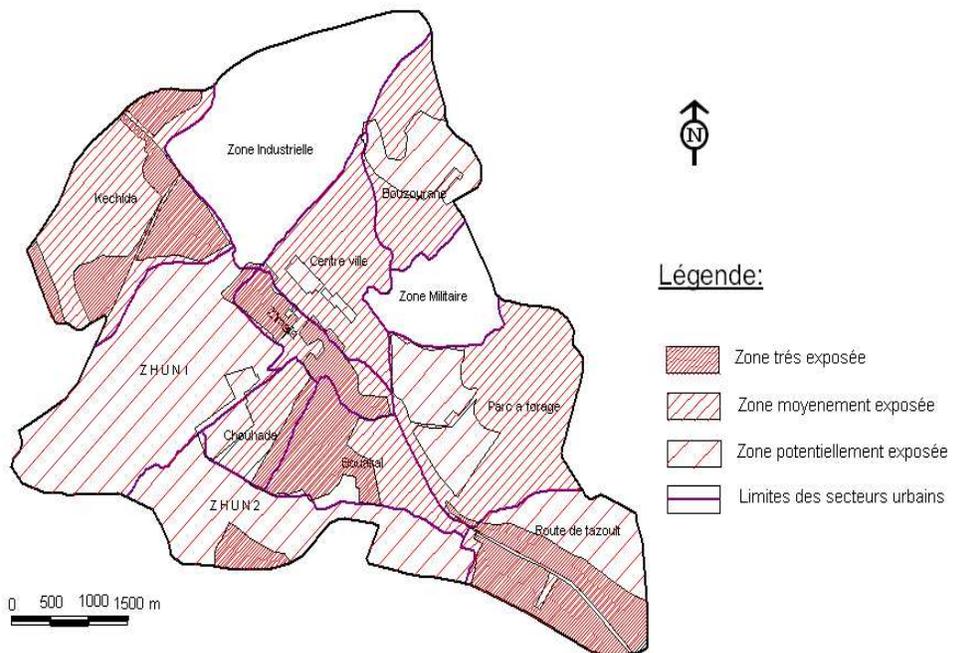
3-5 La qualité bactériologique des eaux du barrage (Koudiat M'douar) :

Les eaux de surface (barrage) sont plus fréquemment contaminées, elles se caractérisent par une forte charge en impuretés et par une pollution micro biologique, elles doivent impérativement faire l'objet de plusieurs procédés de traitements et de désinfection.

Les résultats d'analyses bactériologiques des eaux de barrage réalisés aux différents niveaux (eaux brutes , station de traitement , réservoir Douar diss, Robinet du consommateur) montre clairement que l'eau distribuée au consommateur a une bonne qualité bactériologique (tableau N°42)

Carte N° : 25

Zones exposées au risque des M.T.H dans la ville de BATNA



Cette qualité est due à l'efficacité de la désinfection au niveau de la station du traitement et du réservoir de distribution.

La stérilisation de l'eau vise à tuer et inactiver les germes pathogènes susceptibles de causer des graves maladies hydriques.

Tableau N°= 42 Résultats d'analyses bactériologiques des eaux du barrage (2007).

Lieu de prélèvement	Date d'analyse	Nombre de germes	Normes de potabilité
Eau brute (Barrage).	1/07/2007	- 160 germes coliformes totaux	-Absence des salmonelles -coliformes fécaux 2000/100ml
	9/07/2007	75 coliformes totaux/100ml, absence de coliformes fécaux /100ml, absence de salmonelles.	
Station de traitement	1 /07/2007	-Absence de germes (coliformes totaux, fécaux)	0
	9/7/2007	>1germe coliformes totaux/100ml- absence de coliformes fécaux /100ml, absence de salmonelles.	0
Réservoir Douar Diss (A la sortie)	5/07/2007	-Absence de germes.	0
	10/07/2007	-Absence de germes pathogènes	
	31/10/2007	-Absence de germes	0
Consommateur (Robinet)	Du 1/07/2007 Plusieurs prélèvements analysés	Absence des germes pathogènes	0
Consommateur (secteur chouhada)	31/10/ 2007	1400 coliformes totaux	0

N.B : Les germes trouvés dans l'eau traitée au niveau de la station de traitement vont être détruits au niveau du réservoir (désinfection).

La présence des germes pathogènes le 31/10/2007 dans l'eau du robinet de consommateur (secteur chouhada), due à l'infiltration des eaux usées dans la conduite d'AEP (cross-connexion), ce facteur est le plus fréquemment en cause de la dégradation de la qualité bactériologique de l'eau distribuée dans la ville de Batna.

Conclusion : Les principales remarques qu'on peut tirer de l'étude de ce chapitre sont les suivantes :

- La qualité des eaux destinées à l'alimentation de la ville de BATNA varie selon le champ captant.
- Les eaux des forages implantés à l'intérieur de la ville ont une meilleure minéralisation que celle des eaux souterraines (champ captant externe).
- Les eaux mélangées au niveau de la station de reprise de Djerma sont influencées par une forte minéralisation des eaux provenant des forages de la plaine Gadaine qui est plus proche des Sebkhas, ce qui expliquant en partie ce caractère.
- Un accroissement sensible de la teneur en nitrates des eaux souterraines de la plaine El Madher et Djerma , ces apports de nitrates sont généralement attribués aux engrais Azotés , ainsi à l'irrigation par des eaux usées . A long terme la pollution des eaux souterraines par les nitrates peut atteindre un stade alarmant, surtout que les nitrates en excès provoquent chez l'homme des troubles sanguins graves en particulier une dégradation de l'hémoglobine.
- Les rejets domestiques et industriels de la ville de BATNA véhiculés par Oued EL Gourzi constituent une source de pollution des nappes souterraines, notamment la plaine El Madher du fait de sa proximité immédiate. La présence de ces substances chimiques dans l'eau a une incidence directe sur la santé de l'homme et peut également mettre en danger la vie des individus, certains sont particulièrement inquiétants en raison de leur toxicité cumulative
- Les eaux superficielles (Barrage de Koudiat M'douar) ont une minéralisation moyenne. En terme bactériologique turbidité et concentration en matière organique, les eaux brutes doivent subir des modifications physiques, chimiques qui les rendent potables.
- La présence de certains métaux lourds dans les rejets de Oued Timgad et Oued Reboa (essentiellement Oued Taga) peut contaminer les eaux du barrage et les eaux traitées restent polluées surtout si les concentrations sont supérieures aux limites admissibles.
- Actuellement dans la ville de BATNA, le problème fondamentale reste encore et très loin le péril microbiologique, nombreuses analyses effectués montrent clairement que la qualité de l'eau potable se dégrade au fur et à mesure dans le réseau de distribution avant d'atteindre le robinet du consommateur, le problème est due à la contamination de l'eau potable par l'infiltration des eaux usées (cross-connexion).
- Les zones les plus exposées au risque de contamination sont surtout les quartiers anciens (réseaux vétustes, vulnérabilité des matériaux de conduites...etc.), ainsi que les zones d'urbanisation anarchique non maîtrisable (branchements illicites, absence de conformité des réseaux, superposition des conduites) En absence de contrôle et surveillance, ces quartiers peuvent vivre chroniquement des situations dramatiques sur le plan sanitaire.

CHAPITRE V

RECOMMANDATIONS POUR UNE MEILLEURE GESTION DE L'EAU

Introduction :

Pour être efficace, les critères de la qualité de l'eau de boisson doivent reflètent deux préoccupations, d'une part de fournir au consommateur une eau sure, garantie contre les risques de contamination immédiat ou à long terme (qu'ils s'agissent de risques réels, potentiels) et d'autre part de rechercher le confort de consommateur, en distribuant une eau agréable à boire, claire inodore et équilibrée en sels minéraux.

Concernant notre travail après l'évaluation des paramètres de qualité de l'eau et l'analyse de la situation de l'AEP plusieurs mesures peuvent être prises pour améliorer la gestion de l'eau potable sur le plan qualitatif et quantitatif.

I-Les moyens de lutte contre la pollution des eaux souterraines :

Les eaux souterraines sont considérées comme étant les eaux de qualité aux quelles il convient d'avoir recours en tout premier lieu comme solution de substitution , surtout en cas de l'apparition d'un accident de pollution des eaux de surface (barrage), pour cette raison les nappes souterraines doivent être protégées contre la pollution pour rester disponibles dans le futur, notamment les eaux souterraines (champ captant externe) qui sont soumises long temps à des infiltrations des rejets urbains et industriels provenant de la ville de BATNA et les agglomérations avoisinantes , qui renferment des éléments toxiques. Ces eaux doivent être protégées avec des périmètres de protections et la mise en œuvre de différents moyens de contrôle.

1 – 1-Périmètres de protection :

La détermination des périmètres de protection des captages d'eau potable est un acte dont les conséquences peuvent être implantées pour la collectivité sur le plan sanitaire qu'économique. Cet acte précise des interdictions et réglementations de tous ordres nécessaires à la protection des points d'eau. Ces périmètres sont constitués de trois zones :

-Le périmètre immédiat (PPI) : son but est d'éviter tout risque de contamination à proximité immédiate du point de prélèvement d'eau, cette zone doit être acquise en pleine propriété et clôturée.

-Le périmètre de protection rapprochée (PPR) :

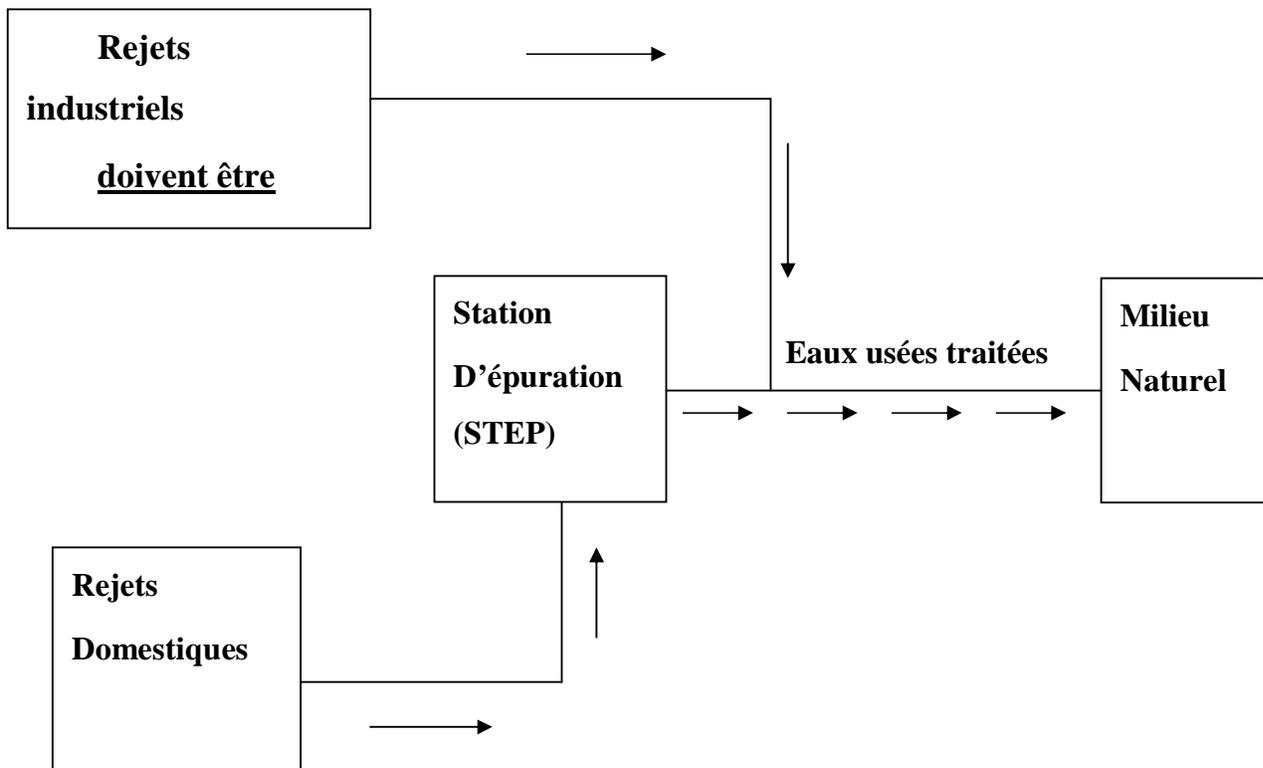
Ce périmètre vise de protéger d'une façon efficace le captage vis à vis de la migration souterraine des substances polluantes. A l'intérieur de ce périmètre toutes les activités susceptibles de provoquer une pollution sont interdites.

-Le périmètre de protection éloignée (PPE) :

Il est facultatif, il permet de renforcer la protection contre les pollutions permanentes ou diffuses. Il correspond à la zone d'alimentation du point de captage d'eau, voire l'ensemble du bassin versant.

Dans le cas des eaux souterraines provenant de la plaine d'El Madher et Gadaine (champ captant externe) , la seule solution possible de la protection contre la pollution est l'amélioration préalable de la qualité des rejets urbains et industriels avant le déversement dans le milieu naturel comme l'indique la figure ci après .

Figure N°28 : Traitement préalable des eaux usées avant leur déversement dans le milieu naturel.



Pour réaliser l'objectif, les unités industrielles doivent respecter les textes des lois et législations, afin d'éviter toute modification de l'écosystème, un contrôle aussi doit être soumis aux usines pour contrôler l'afflux des eaux usées en permanence et connaître l'origine des métaux lourds présents dans les rejets déversés dans Oued El gourzi, cette pratique doit être encadré par l'état et les risques doivent être pris au sérieux.

D'un autre côté Il faut plus d'intransigeance envers les agriculteurs qui irriguent leurs cultures directement par les eaux usées notamment dans les plaines de Fesdis et El Madher, où plusieurs variétés de légumes et de cultures maraichères de saison sont irriguées par des effluents non contrôlés et non épurés, cela malgré les interdictions préconisées. Cette irrigation sauvage par les eaux usées multiplie sans cesse les foyers de maladies hydriques, certains polluants toxiques sont à l'origine de graves maladies comme le cancer.

En général pour minimiser le risque et pour freiner la migration des divers polluants (nitrates ; métaux lourds...) vers les eaux souterraines, l'irrigation par les eaux usées et à proximité des nappes souterraines ou des sources d'approvisionnement en eau potable doit être interdite et la réutilisation des eaux usées devra être soigneusement étudiée au préalable et doit s'accompagner de plusieurs actions indispensables.

1-2-contrôle et surveillance de la qualité de l'eau :

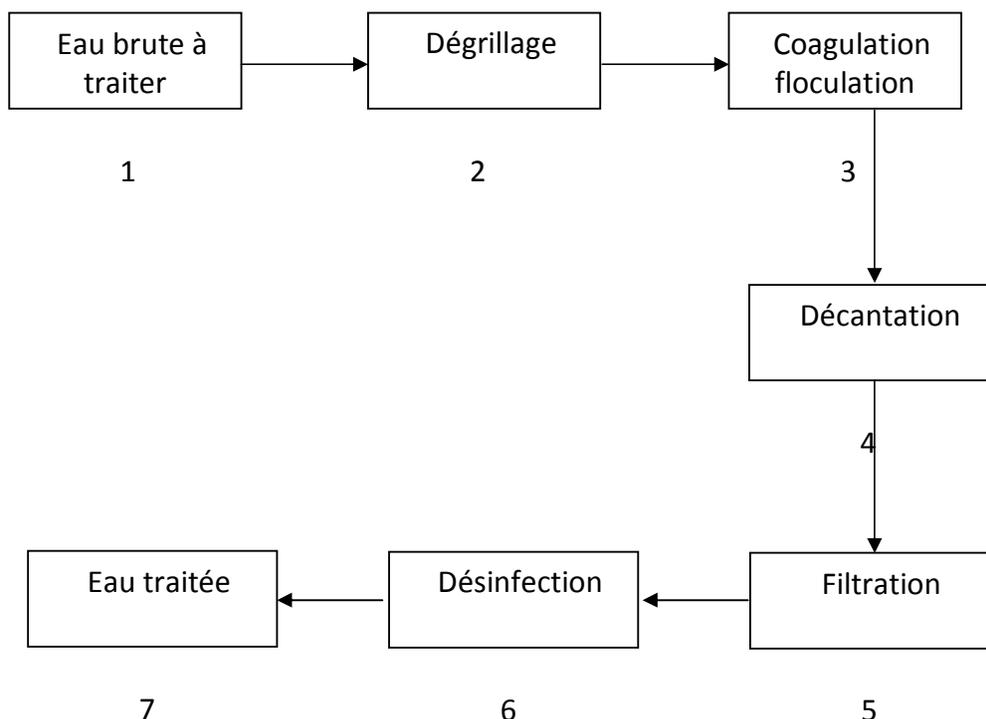
Le contrôle et la surveillance de la qualité de l'eau sont indispensables. Il est préalable de procéder des analyses périodiques sur la majorité des eaux notamment les forages qui sont situés à proximité du Oued El Madher (prolongement de Oued ELgourzi).Le suivi de l'évolution du chimisme des eaux est utile pour déterminer le degré de pollution afin d'éviter tout risque sur la santé.

2-Possibilités d'amélioration de la qualité des eaux du barrage :

Les eaux brutes du barrage sont souvent très chargées en particuliers divers, elles sont caractérisées par des changements très rapides sur le plan qualitatif, elles nécessitent toujours des traitements efficaces pour les rendre potables

Les eaux brutes doivent faire l'objet en premier lieu, d'un prétraitement que l'on complète par l'application des procédés de traitement physiques (techniques séparatives) et chimiques (oxydation), enfin, avant d'être consommée l'eau doit nécessairement subir une stérilisation par une méthode appropriée.

Figure N° 30 : les étapes de traitement des eaux de surface.



Puisque les eaux superficielles sont sensibles à la contamination, une station d'observation de la qualité des eaux est nécessaire avant que l'eau arrive à la station de traitement, cette station d'observation de la qualité permet de :

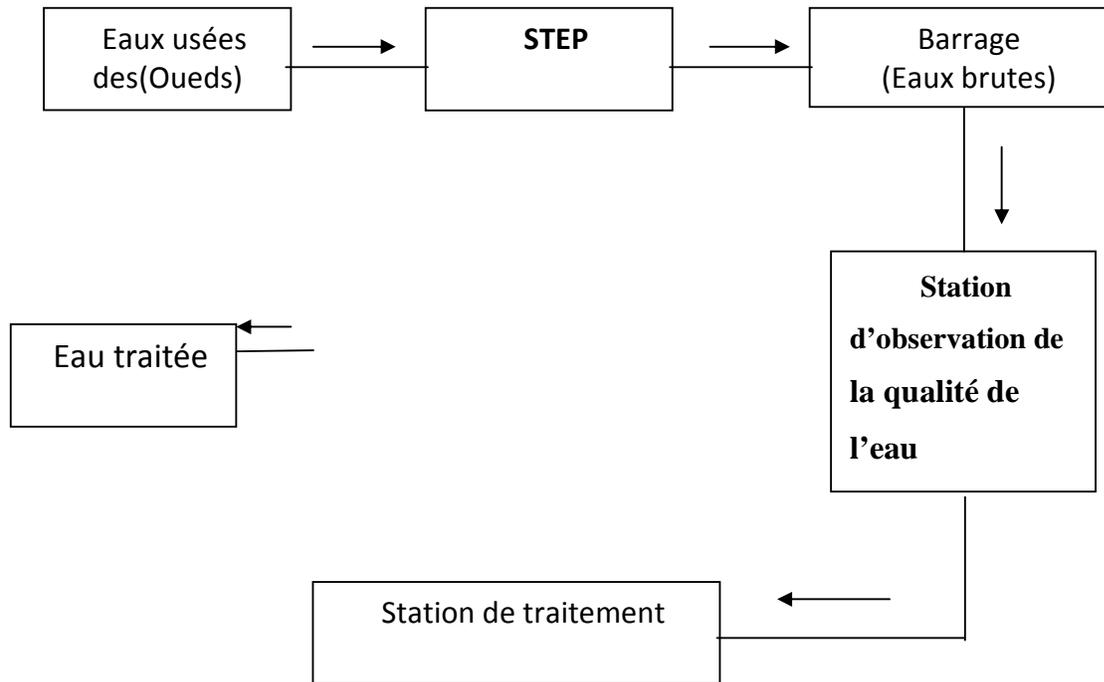
- Mesurer certains paramètres physico – chimiques des eaux.
- Protéger l'unité de traitement d'eau potable en anticipant l'arrivée d'une eau brute ne pouvant pas être traitée ou nécessitant une modification des paramètres de traitement.
- Surveiller l'adéquation du traitement aux variations de qualité des eaux brutes et détecter certains polluants toxiques.

Pour éviter la pollution des eaux du barrage, les rejets d'Oued Reboa (notamment les rejets d'Oued Taga) et les eaux usées d'Oued Timgad doivent être traitées au niveau

d'une station d'épuration avant leur déversement dans le barrage (voir la figure ci -dessous)

La connaissance de l'origine des rejets est impérative afin de protéger le consommateur de tout risque sur la santé, surtout que la majorité des quartiers de la ville sera alimentée dans l'avenir par les eaux du barrage (carte N° 13)

Figure N° 29 : Traitement des eaux à l'entrée et à la sortie du barrage.



3-Les moyens de lutte contre les MTH :

L'éclosion de multiples foyers des MTH notamment la fièvre typhoïde dans la ville de BATNA liée à la mauvaise qualité bactériologique de l'eau potable due à l'infiltration des eaux usées dans le réseau d'AEP (cross- connexion).

Devant ce problème fondamental, plusieurs mesures peuvent être prises pour améliorer la qualité de l'eau du point de vue micro biologique et assurer cette qualité en tout point de consommation.

3-1-Prévention, contrôle et surveillance de la qualité de l'eau :

L'eau distribuée au consommateur doit être exempte de polluants biologiques comme les bactéries et germes pathogènes, pour avoir une bonne qualité bactériologique il faut :

3-1-1-La désinfection de l'eau :

a-La chloration :

Dans les conditions actuelles pour la stérilisation de l'eau à l'échelle individuelle et pour le réseau d'alimentation en eau potable la chloration reste le procédé le moins coûteux et le plus efficace, l'utilisation du chlore pour la désinfection de l'eau de boisson présente l'avantage d'une action rémanente.

Un réseau d'AEP doit être doté d'un système de chloration pour combattre une pollution accidentelle qui est toujours possible.

En pratique on utilise la chloration automatique (dans les stations de traitement de l'eau) ou la chloration simple par l'eau de javel (hypochlorite de sodium) et le chlore de chaux pour la désinfection des réservoirs de stockage d'eau.

Pour être efficace, la javellisation de l'eau destinée à la consommation doit être effectuée selon certaines règles qui varient en fonction des moyens utilisés (automatiques ou manuels), et selon le type de points d'eau à javelliser une source, un réservoir de stockage d'eau, ...

Pour la mise en service de nouvelle canalisation ou après réparation des conduites, il est nécessaire de pratiquer une désinfection préalable, que l'on effectue en principe à partir du réservoir le plus proche.

b-La stérilisation par Ozone :

La stérilisation à l'ozone est d'une efficacité supérieure, car son pouvoir oxydant lui permet d'éliminer tous les micro-organismes même les virus.

L'excès d'ozone n'est pas nuisible, l'ozone est utilisé également pour éliminer les mauvais goûts dans l'eau.

L'ozone permet la désinfection des hydrocarbures polycycliques, le phénol et les composés phenolés et décompose en grande partie les détergents non biodégradables.

Les exigences concernant la maintenance des équipements de production d'ozone rendent cette méthode de stérilisation excessivement coûteuse.

Cette méthode constitue certainement une solution de l'avenir, pour une meilleure qualité de l'eau.

3-1-2-Les méthodes et contrôle de la désinfection de l'eau :

3-1-2-1-Dosage du chlore (CL) résiduel :

Le maintien de la bonne qualité bactériologique de l'eau pendant sa distribution nécessite un suivi analytique de contrôle et de prévention, il est indispensable de procéder à des analyses périodiques sur la majorité du réseau pour obtenir une cartographie de la qualité sur des paramètres tel que le chlore et la bactériologie.

En effet dans toute eau destinée à la consommation, une bonne chloration doit remettre de retrouver une certaine qualité de chlore (chlore résiduel), il faut souligner qu'une dose élevée donnerait à l'eau traitée une saveur désagréable et peut avoir des conséquences gênantes qui ne sont pas sans dangers, une dose trop faible n'assurera pas une désinfection suffisante.

-Pour être efficace le cl résiduel doit être compris entre 0,8 et 1 mg/l à la sortie de la station du traitement de l'eau (début de réseau).

-Au niveau du robinet le taux de cl résiduel doit compris entre 0,1 et 0,2 mg par litre d'eau.

-L'absence confirmée de chlore résiduel dans un point d'eau doit être accompagnée nécessairement d'un prélèvement pour un examen bactériologique.

3-1-2-2-Utilisation de logiciel (Piccolo qualité) :

Piccolo qualité c'est un logiciel qui offre la résolution de l'évolution du chlore résiduel dans un réseau de distribution d'eau, il définit la zone d'intervention en cas de contamination accidentelle.

La concentration en chlore doit être surveillée par des campagnes régulières de dosage, sur des points représentatifs du réseau, afin de dresser une cartographie de suivi de son évolution et devient possible de détecter la zone de risque potentiel.

3-2-Autres moyens de lutte contre les maladies à transmission hydrique (MTH)

3-2-1-Promotion de l'hygiène, salubrité publique et l'amélioration du système d'AEP.

La maîtrise des MTH dans la ville de BATNA, passe obligatoirement par l'amélioration des conditions de vie de citoyens (promotion de l'habitat, alimentation en eau potable et assainissement du milieu).

Les solutions à mettre en œuvre pour assurer la propreté, la sûreté et la fiabilité d'approvisionnement en eau potable sont les suivantes :

- La rénovation des réseaux vétustes et le remplacement des conduites non conformes aux normes techniques vont améliorer la situation dans les zones exposées au risque des MTH.
- Le respect des normes d'urbanisation universellement admis reste une obligation qui permet de mettre en terme aux contaminations des eaux de boisson par les eaux usées.
- La formation d'un personnel qualifié et son affectation à la conception, à la réalisation, au fonctionnement et à l'entretien des réseaux d'alimentation en eau potable demeure la priorité.
- La pression suffisamment élevée dans les conduites peut éviter l'introduction des polluants dans les canalisations par reflux ou par infiltration.

3-2-2-Collaboration intersectorielle :

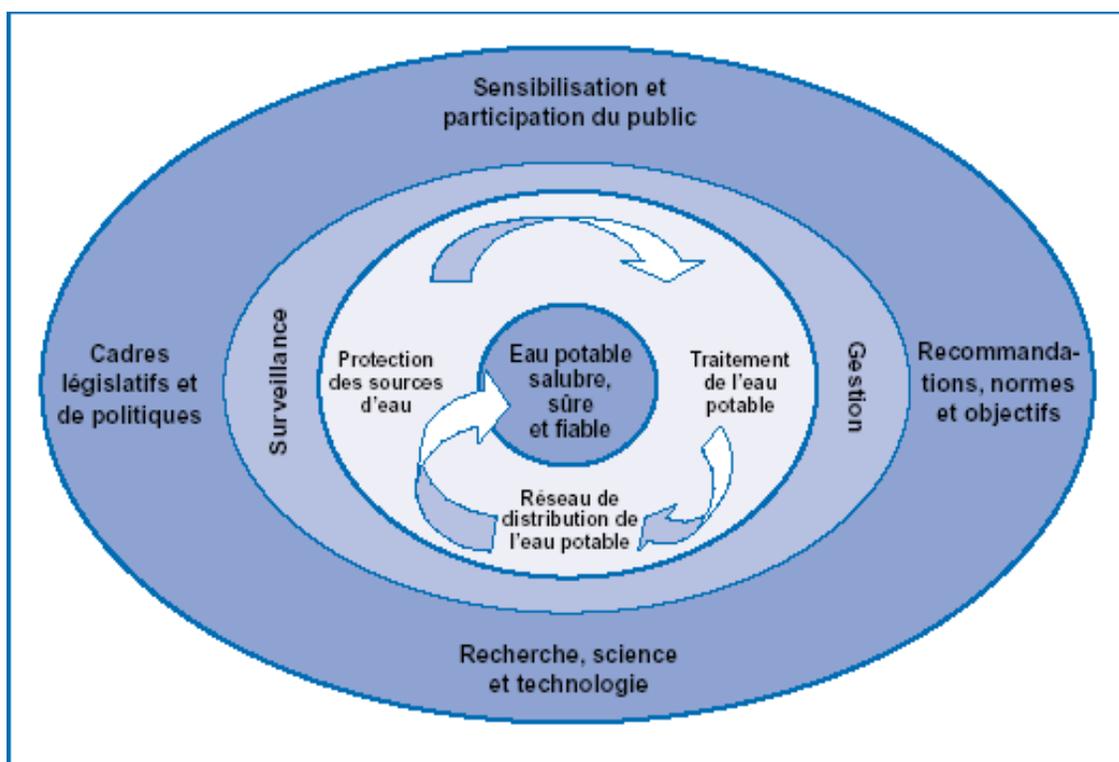
Elle doit être permanente et conserve en particulier les secteurs de l'habitat, de l'Algérienne des eaux (ADE), de l'hydraulique et de la santé, la participation des collectivités locales demeure fondamentale.

Cette collaboration intersectorielle doit revêtir divers aspects et entreprendre de nombreuses actions selon des axes prioritaires que l'on peut résumer :

- Lutte contre l'habitat précaire, elle repose nécessairement sur le respect de la loi sur l'urbanisme et sur l'environnement, délivrance du permis du lotir, du permis de construire, respect du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) et le plan d'occupation des sols (POS).
- Unification des méthodes de contrôle technique des services de l'hydraulique pour tout projet de construction du réseau d'AEP ou réseau d'assainissement à toutes les étapes (étude, conception, suivi, réalisation et réception).
- Mise en place effective et opérationnel des bureaux communaux d'hygiène (BCH) dans le respect de la réglementation en cours et mise en place effective des laboratoires d'hygiène. Leurs programmes doit être axés sur le contrôle bactériologique et chimique de toute eau destinée à la consommation.
- Mise en œuvre d'un programme de communication sociale ayant pour objectif principal d'informer les citoyens sur les modalités de transmission des MTH et sur les mesures préventives efficaces

En résumé : Nous pouvons dire que le développement et la gestion de l'eau doivent se fonder sur une formule de participation qui fait intervenir à tous les niveaux, les usagers, les planificateurs et les décideurs, c'est-à-dire la gestion durable de l'eau potable doit se reposer sur un système fiable, ses différentes composantes illustrées dans la figure ci-après.

Figure N° 31 : Les composantes essentielles d'un système fiable de production de l'eau potable



Source : initiatives en santé publique relatives à la qualité de l'eau potable au Canada (2003)

Conclusion :

L'eau est l'élément naturel qui fait l'objet d'une surveillance attentive pour la prévention de la santé publique.

Tout dysfonctionnement dans la distribution de l'eau en qualité peut avoir de graves conséquences en santé publique. A cet effet les ressources en eau potable doivent être protégées de toute risque de pollution (immédiat ou à long terme).

Concernant notre étude, il existe des possibilités d'amélioration de la gestion de l'eau du point de vue qualitatif et quantitatif que l'on peut résumer :

- La seule solution pour protéger les eaux souterraines du champ captant externe, notamment les nappes de la plaine d'El Madher est le traitement préalable des eaux usées provenant de la ville de BATNA avant leur déversement dans Oued ElGourzi, les unités industrielles doivent respecter les lois et les réglementations afin d'éviter toute dégradation du milieu naturel.
- Pour protéger les eaux de surface (barrage) contre la pollution des eaux usées, les rejets des oueds (Oued Taga) et (Oued Timgad) doivent subir des traitements au niveau d'une station d'épuration avant d'arriver au barrage.
- Une station d'observation de qualité de certains paramètres est nécessaire avant la station de traitement de l'eau, afin d'éviter la contamination de cette station et de détecter certains polluants toxiques.
- Pour lutter contre les MTH et afin d'assurer la propreté, la sureté et la fiabilité de l'approvisionnement en potable de la source au robinet, plusieurs mesures doivent être prises, on peut citer :
 - La rénovation des réseaux vétustes et le remplacement des conduites non conformes aux normes techniques vont améliorer la situation dans les zones exposées au risque des MTH.
 - le maintien de la qualité de l'eau du point de captage jusqu'au robinet du consommateur, nécessite en permanence le contrôle et la surveillance du réseau d'AEP.
 - Collaboration intersectorielle doit être permanente entre les secteurs d'habitat, hydraulique, la santé et d'algérienne des eaux
 - Promotion d'hygiène et de la salubrité publique (amélioration des conditions de vie de citoyens).

conclusion générale

Conclusion générale :

Les problèmes de la qualité de l'eau, la récurrence des maladies à transmission hydrique dans la ville de Batna deviennent à nos jours une préoccupation de la santé publique, ces maladies liées aux divers facteurs tel que : l'explosion démographique, urbanisation anarchique, dégradation d'hygiène du milieu, vétusté des réseaux aggravé par l'insuffisance des ressources hydriques.

En générale les maladies associées à l'eau ne sont pas liées uniquement à la présence de germes pathogènes mais aussi à plusieurs substances chimiques présentes dans l'eau par défaut (maladies de carence) ou par excès. La présence de certains éléments dans l'eau par excès peut également mettre en danger la vie humaine (les métaux lourds par exemple).

Actuellement dans la ville de Batna le problème de l'eau reste encore et de très loin le péril microbiologique due à l'infiltration des eaux usées dans le réseau d'AEP (cross-connexion., les résultats bactériologiques alarmants issus d'analyses nous a montré combien l'espace Batnéen est entaché d'incohérences tant sur du point de vue de la trame urbaine que des réseaux associés.

Le maintien de la bonne qualité bactériologique de l'eau pendant sa distribution, nécessite en permanence le contrôle technique des installations de traitement et de distribution de l'eau potable et un suivi analytique de contrôle et de prévention, il est indispensable de procéder à des analyses périodiques sur la majorité du réseau pour obtenir une cartographie de la qualité sur des paramètres tel que le chlore et la bactériologie.

La contamination microbiologique fait l'objet d'un suivi renforcé par les autorités sanitaires et les responsables de la distribution d'eau, dans la mesure où les effets néfastes sur la santé peuvent apparaître à court terme et concerner un nombre important de personnes.

Concernant la qualité physico-chimique de l'eau objet de ce travail il est à souligner que :

- Les eaux souterraines (champ captant interne) sont de meilleure qualité, ces eaux doivent être réservées surtout pour les besoins domestiques.
- Les eaux mélangées au niveau de la station de reprise de Djerma (champ captant externe) sont influencées par une forte minéralisation des eaux provenant des forages de la plaine de Gadaine proche des Sebkhass, ces eaux sont plus minéralisées mais pour des impératifs de gestion cet apport est indispensable, il serait intéressant de rechercher des optimisations de cet apport du point vue débit- qualité

--On constate un accroissement sensible de la teneur en nitrates dans les eaux souterraines de la plaine El Madher et Djerma , ces apports de nitrates sont généralement attribués aux engrais Azotés , ainsi qu'à l'irrigation par des eaux usées . A long terme la pollution de ces eaux par les nitrates peut atteindre un stade alarmant, surtout que les nitrates en excès provoquent chez l'homme des troubles sanguins graves en particulier une dégradation de l'hémoglobine

les rejets domestiques et industriels non traités véhiculés par Oued El Gourzi constituent une source de pollution pour les nappes souterraines (champ captant externe), notamment les eaux souterraines de la plaine d'El Madher du fait de sa proximité, ces réserves d'eau potable doivent être protégés pour rester disponibles dans l'avenir, afin de minimiser le risque de pollution, les rejets industriels doivent être traités au niveau des stations de prétraitement avant leur déversement dans le milieu naturel, le suivi de l'évolution du chimisme de ces eaux est utile pour éviter tout risque sur la santé .

-Les eaux superficielles (barrage) ont une minéralisation moyenne, les teneurs en Ca, Mg Cl, Na, K, NO_3^- et NO_2^- sont inférieures aux normes de l'OMS.

En terme bactériologique, turbidité et concentration en matière organique, les eaux brutes doivent subir des modifications physiques et chimiques qui les rendent potables.

La connaissance de l'origine des rejets est impérative afin de protéger le consommateur contre tout risque, surtout que les eaux traitées du barrage restent polluées si les concentrations des substances chimiques sont au dessus des limites admissibles, dans ce cas une station d'observation de qualité de l'eau est plus que nécessaire pour détecter prématurément les éléments toxiques et protéger la station de traitement de toute contamination.

A l'essai de ce travail qui doit comporter sans doute encore de lacune et l'insuffisance, en égard de l'importance et la complexité de problème traité nous pensons que d'autres études pourraient à l'avenir compléter et enrichir ce modeste travail.

Bibliographie :

- 1- **Bouziati. M :** L'eau de pénurie aux maladies édition Ibn Khaldoun 2000 P. 247.
- 2- **Bonnin-J :** Aide-mémoire d'hydraulique urbaine. Editions EYROLLES, Paris (1982).
- 3- **Gaujous D. :** La pollution des milieux aquatique lyonnaise des eaux, 2^{em} édition, Paris 1995.
- 4- **Laffitte** étude géologique des Aurès (2^{em} édition 1939).
- 5- **Lamrous R. :** L'eau d'alimentation en Algérie, problème actuel O.P.U Alger 1980.
- 6- **Meberki A. :** Ressource en eau et aménagement en Algérie O.P.U 1984.
- 7- **Khetab A. :** Traitement des eaux potables office des publications universitaires Ben Aknoun – Alger 1992.
- 8- **Remini B. :** La problématique de l'eau en Algérie O.P.U Alger 2005 p162
- 9- **Rodier J. :** Analyse de l'eau 8^{em} édition Paris 1996 P.1383.
- 10- **Rodier J. :** Analyse de l'eau 7^{em} édition 1978
- 11- **Valiron, F. :** Mémento du gestionnaire de l'alimentation en eau et de l'assainissement tome 1, eau dans la ville, Lavoisier Paris 1994.
- 12- **Valiron F. :** Gestion des eaux tome 2, 2^{em} édition 1989.
- 13- **Vilaginés R. :** Eau, environnement et santé publique, introduction à l'hydrologie Lavoisier F 70008, 2003.
- 14- **Vigneau J.P. :** L'eau atmosphérique et continental édition SEDES Paris 1996.

Thèses :

- 1- **Menani M.R. :** Etude hydrogéologique de la plaine ElMadher, thèse doctorat Université de Nancy 1991
- 2- **Zouita N. :** Etude de la pollution de l'aquifère de la plaine Elmadher (Nord-Est-Algérien) 2001-2002.
- 3- **Belloula O. :** Contribution à l'étude hydrologique et modélisation de la plaine Gadaine – AinYagout thèse magister 2004.
- 4- **Tiri A.** Etude spatio temporelle des écoulements de surface et leur qualité biochimique Cas du bassin versant de l'oued Reboa à koudiat M'douar. Thèse Magister 2004

Autres références :

- **Menani N.R. + équipe de recherche** : Etude du cycle global : rejets, contamination et prélèvements auquel d'Elmadher et Gadaïne destinés à l'AEP de la ville de Batna (projet de recherche 2006).
- Menani M.R** : Cartographie de la vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines selon la méthode de DRASTIC bulletin international de l'eau et de l'environnement N° 21 édité par EEC 1999.
- **Boukheris H. et Soukhel .A : MTH** une situation inquiétante bulletin international de l'eau et environnement édité par EEC 2002.
- **J.ENZEBY** le Péril fécal et le problème de l'eau , Institue Rowark 2002, recherche médicale Florida 33607 USA.
- Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) commune de Batna.
- Journal officiel N° 46 des déversements industriels 14 juillet 1993.
- Code des eaux modifiée et complétée par l'ordonnance N°96-13_du 15 juin 1996.
- Séminaire sur la prévention et la lutte contre les maladies à transmission hydrique Wilaya de Djelfa (2001).

LES SITES D'INTERNET :

- www.OMS .com
- www.who. net
- www.sc.picardie.fr (Beauchamp 2006)
- http://www. sante .gouv-
- http://www/lenntech.com/maladies hydriques/htm

Liste des tableaux

N° du tableau	Liste des tableaux	Page
1	Répartition des précipitations moyennes annuelles sur la période (1972–2004)	19
2	Répartition des précipitations moyennes mensuelles (1972–2004)	20
3	Répartition saisonnière des précipitations (1972-2004)	21
4	Pluie journalière maximale	22
5	Le nombre de jours de neige sur la période (1990-2005)	23
6	Variation des températures moyennes mensuelles (1972-2004)	23
7	Relation entre la température et les précipitations	25
8	Evaporation moyenne mensuelle en mm (1990-2005)	26
9	Humidité relative moyenne mensuelle en % (1990-2005)	28
10	La vitesse moyenne des vents	29
11	L'ensoleillement sur la période (1990-2005)	29
12	L'évolution de la population dans la ville de Batna (1966-2005)	37
13	Répartition de la population et sa densité par secteur	38
14	Répartition de la population active et occupée dans la ville de Batna (2005)	40
15	Evolution du parc de logements (1996-2005)	40
16	Répartition des établissements scolaires (primaire et moyenne)	43
17	Répartition des établissements scolaires (enseignement secondaire)	43
18	Situation du réseau d'assainissement	47
19	Les forages qui alimentent la ville de Batna (champ captant externe)	56
20	Les forages qui alimentent la ville de Batna (champ interne)	58
21	Les volumes des eaux mobilisés en m ³ /j	59
22	Evaluation des besoins en eau (2007)	60
23	Evolution des besoins en eau par rapport aux ressources hydriques (1995-2007).	61
24	Programme de distribution de l'eau dans la ville de Batna.	63
25	Répartition des puits par secteur urbain	65
26	Les fonctions des réservoirs	66
27	Capacité de stockage par réservoir	66
28	Situation du réseau dans la ville de Batna	68
29	Répartition des longueurs par type de matériaux	68
30	Les quartiers concernées par le renouvellement et le déplacement des conduites	71
31	Evaluation de l'incidence des MTH dans la Wilaya de Batna (2000-2006)	85
32	Les quartiers touchés par la fièvre typhoïde (1999-2005)	87

33	Les résultats d'analyses physico-chimiques des eaux souterrains (champ interne)	98
34	Les résultats d'analyses physico-chimiques des eaux souterrains (champ externe)	99
35	Résultats d'analyses physico-chimiques des eaux de surface (barrage)	100
36	Les substances chimiques toxiques dans l'eau et leurs effets sur la santé	109
37	Dosage des métaux lourds dans les eaux souterraines ELMadher	109
38	Dosage des métaux lourds dans les rejets après et avant les STEP	111
39	Résultats d'analyses microbiologiques de l'eau potable (2003-2006)	117
40	Résultats d'analyses bactériologiques d'eau par secteur urbain (2005-2007)	117
41	Résultats d'analyses bactériologiques d'eau (2007)	118
42	Résultats d'analyses bactériologiques des eaux du barrage	122

Liste des cartes

N° de la carte	Titre de la carte	Page
1	Limites administratives de la wilaya de Batna	6
2	Situation géographique de la ville de Batna	8
3	Carte topographique de la ville de Batna	9
4	Carte des pentes	10
5	Nature géologique de la région de Batna	12
6	Lithologie de la région de Batna	14
7	Perméabilité de la région de Batna.	16
8	Géotechnique de la ville de Batna	18
9	Les secteurs urbains dans la ville Batna	32
10	La ville de Batna pendant la période (1844-192)	34
11	La densité de la population dans la ville de Batna	39
12	Les formes urbaines dans la ville de Batna	42
13	Futur interconnexion entre réservoirs dans la ville de Batna.	55
14	Localisation des forages qui alimentent la ville de Batna en eau potable	57
15	Programme de distribution de l'eau potable dans la ville de Batna (avant le fonctionnement du barrage)	62
16	Programme de distribution de l'eau potable dans la ville de Batna (après 2007)	64
17	Réseau de distribution de l'eau potable	67
18	Age des conduites du réseau de distribution	69
19	Répartition des conduites par type de matériaux	72
20	Les quartiers touchés par la fièvre typhoïde (2000-2005)	89
21	Conduites d'AEP contaminées cas d'épidémie (2004)	91
22	Répartition des cas confirmés de typhoïde (2005)	93
23	Localisation des forages de la plaine ELMADHER	110
24	Résultats d'analyses bactériologiques par secteur urbain (2005-2007)	119
25	Les zones exposées au risque des MTH	121

Liste des figures

N° de la figure	Titre de figure	Page
1	La répartition des précipitations moyennes annuelles (1972-2004)	20
2	Répartition des précipitations moyennes mensuelles (1972-2004)	21
3	Répartition saisonnière des précipitations	22
4	La variation des températures moyennes (1972-2004)	24
5	Diagramme ombro-thermique de GAUSSEN.	25
6	Graphique bioclimatique méthode EMBERGER	27
7	Evaporation moyenne mensuelle (1990-2005)	28
8	Ancien noyau colonial	33
9	Cycle hydraulique urbain	51
10	Les débits exploités des forages (champ externe)	59
11	Les débits exploités des forages (champ captant interne).	60
12	Les besoins en eau dans la ville de Batna	61
13	Répartition des conduites par type de matériaux	70
14	Le choléra dans le monde	76
15	Incidence du choléra en Algérie (1981-2001)	79
16	Incidence de la fièvre typhoïde (1981-2001)	80
17	Incidence des dysenteries en Algérie (1981-2001)	81
18	Incidence des hépatites virales (1981-2001)	82
19	Taux de la fièvre typhoïde selon la zone géographique en Algérie	83
20	Taux de cholera selon la zone géographique en Algérie	83
21	Taux d'hépatites virales selon la zone géographique en Algérie	83
22	Les MTH dans la Wilaya de Batna (2000-2005)	85
23	Nombre de cas de typhoïde déclarés par commune (2000-2005)	86
24	Evaluation des cas déclarés de fièvre typhoïde (Batna 1999-2005)	87
25	Evolution des teneurs en nitrates dans le forage El Madher	107
26	Evaluation des teneurs en nitrates dans le forage Negrier	107
27	Circuit de l'eau entre la ville et le milieu naturel	112
28	Traitement préalable des eaux usées	126
29	Les étapes de traitement des eaux de surface	128
30	Traitement des eaux à l'entrée et à la sortie du barrage.	129
31	Les composantes essentielles d'un système fiable de production de l'eau potable	134

Sommaire

Introduction générale

CHAPITRE I : LE CADRE NATUREL ET SOCIO-ECONOMIQUE DE LA VILLE DE BATNA

<i>Introduction</i>	05
<i>1- Les caractéristiques physiques</i>	05
<i>1-1 Situation géographique</i>	05
<i>1-2 La topographie</i>	05
<i>1-2-1 Les reliefs</i>	07
<i>1-2-1-1 La plaine</i>	07
<i>1-2-1-2 Les montagnes</i>	07
<i>1-2-1-3 Les piémonts</i>	07
<i>1-2-2 Les pentes</i>	09
<i>1-3 La géologie de la région</i>	11
<i>1-3-1 Stratigraphie et lithologie</i>	11
<i>1-3-2 Perméabilité</i>	13
<i>1-4 Hydrogéologie</i>	15
<i>1-5 Sismicité</i>	15
<i>1-6 Géotechnique</i>	17
<i>1-7 Réseau hydrographique</i>	17
<i>1-8 Climatologie</i>	19
<i>1-8-1 Les précipitations</i>	19
<i>A -Analyses des données pluviométriques annuell</i>	20
<i>B - Analyse des données pluviométriques mensuelles</i>	20
<i>C- Analyse des données pluviométriques saisonnières</i>	21
<i>1-8-2 La neige</i>	22
<i>1-8-3 La température</i>	23
<i>1-8-3-1 Les températures moyennes</i>	23
<i>1-8-3-2 Diagramme ombro-thermique de gaussen.....</i>	24
<i>1-8-3-3 Le quotient pluviométrique d'emberger</i>	26
<i>1-8-4 Evaporation</i>	26
<i>1-8-5 Humidité</i>	28
<i>1-8-6 La vitesse du vent</i>	29

1-8-7 L'ensevelissement	29
Conclusion	30
2- Les caractéristiques urbaines et socio-économiques	31
Introduction	31
2-1 Evolution du tissu urbain	31
2-2 Population	36
2-2-1 L'évolution de la population	37
2-2-2 Densité de la population	37
2-3 L'emploi	40
2-4 Habitat	40
2-4-1 Evaluation du parc de logements (1966-2005)	40
2-5 Equipements	41
2-5-1 Equipements éducatifs	43
2-5-1-1 Enseignement primaire, moyenne et secondaire	43
2-5-1-2 Formation professionnelle et apprentissage	43
2-5-2 Equipements sanitaires	44
2-5-3 Equipements de protection sociale	44
2-5-4 Equipement administratifs	44
2-5-5 Les services	44
2-6 Industrie	45
2-7 voiries et divers réseaux	45
2-7-1 La voirie	45
2-7-1-1 Les voies d'évitement sud	46
2-7-1-2 Les voies urbaines	46
2-7-2 Les réseaux	47
2-7-2-1 Réseau d'assainissement	47
2-7-2-1-1 Situation du réseau	47
2-7-2-1-2 La station d'épuration (STEP)	48
Conclusion	49
CHAPITRE II : GESTION DES EAUX DANS LA VILLE DE BATNA	
Introduction	51
1- Aperçu sur l'hydraulique urbain	51
2- Les ressources en eau potable	53

2-1 Les eaux de surface	53
2-2 Les eaux souterraines	54
2-2-1 Les forages (champ captant externe)	54
2-2-2 Les forages (champ captant interne)	56
2-3 Le volume d' eau mobilisé.....	58
3- Les besoins en eau potable	60
3-1 Evaluation des besoins en eau (2007)	61
3-2 Evolution des besoins en eau / ressources hydriques ...	61
4- Programme de distribution de l'eau par secteur urbain	61
5 Situation du réseau d'AEP	65
5-1 Les ouvrages d'adduction	65
5-2 les ouvrages de stockage ...	65
5-3 Réseau de distribution	66
5-3-1 Situation du réseau	66
5-3-2 Etat du réseau	68
5-3-3 Opération de rénovation et de réhabilitation du système d'AEP.	70
Conclusion	73

CHAPITRE 3 : LES MALADIES A TRANSMISSION HYDRIQUES LIEES A L'EAU POTABLE.

Introduction.....	75
1- Aperçu sur les maladies hydriques	75
1-1 Maladies hydriques d'origine bactérienne	76
-Le choléra.....	76
-La fièvre typhoïde	77
-Les dysenteries	77
-Les hépatites virales	77
-Poliomyélite.....	77
1-2 Problèmes sanitaires en relation avec la constitution des eaux	78
2- Les maladies à transmission hydrique en Algérie	78
2-1 Evolution des épidémies de choléra en Algérie	79
2-2 Evaluation de la fièvre typhoïde en Algérie	80

2-3 La dysenterie en Algérie	81
2-4 Hépatites virales en Algérie	81
2-5 L'évolution des MTH selon la région géographique en Algérie	82
2-6 Principaux facteurs des MTH en Algérie	84
3- Situation épidémiologique au niveau de la wilaya de Batna	85
4- les maladies à transmission hydrique dans la ville de Batna	86
4-1 Les quartiers touchés par la fièvre typhoïde	87
4-2 Etude de la situation épidémiologique (2004)	88
4-3 Etude de la situation épidémiologique (2005)	90
4-4 Les principales mesures prises pour lutter contre les graves épidémies dans la ville	92
Conclusion	94

CHAPITRE IV : QUALITE DE L'EAU POTABLE DISTRIBUEE DANS LA VILLE DE BATNA

Introduction	96
1- Qualité physico-chimique de l'eau distribuée dans la ville de Batna	96
1-1 Qualité des eaux souterraines	96
1-2 Qualité des eaux de surfaces (barrage)	99
2- Interprétation des résultats physico-chimiques	101
2-1 Interprétation les eaux souterraines	101
A- Les mesures physico-chimiques	101
B- Les éléments minéraux majeurs	103
C- Substances indicatrices de pollution	105
D- Les paramètres indésirables	108
E- Les substances chimiques toxiques	108
2-2 Interprétation sur les eaux de surface (barrage)	112
3- Qualité bactériologique de l'eau	115
3-2 Résultats d'analyses bactériologiques de l'eau de boisson en ville de Batna (2003-2006)	116
3-3 Résultats d'analyses bactériologiques d'eau par secteur urbain (2005-2007)	117
3-4 Les quartiers exposés aux risques des MTH (zone de risque)	120
3-5 Qualité bactériologique du barrage (Koudiat M'douar)	120

<i>Conclusion</i>	123
CHAPITRE V : RECOMMANDATIONS POUR UNE MEILLEURE GESTION DE L'EAU	
<i>Introduction</i>	125
<i>1- Moyens de lutte contre la pollution des eaux souterraines</i>	125
<i>1-1 Périmètre de protection</i>	125
<i>1-2 Contrôle et surveillance de la qualité de l'eau</i>	127
<i>2- Possibilités d'amélioration de la qualité des eaux du barrage</i>	127
<i>3- Moyens de lutte contre des MTH</i>	129
<i>3-1 Prévention, contrôle et surveillance de la qualité</i>	130
<i>3-1-1 La désinfection de l'eau</i>	130
<i>3-1-2 Les méthodes et contrôle de la désinfection de l'eau</i>	131
<i>3-1-2-1 Dosage du chlore</i>	131
<i>3-1-2-2 Utilisation de logiciel (piccolo qualité)</i>	131
<i>3-2Autres moyens de lutte contre les MTH</i>	132
<i>Conclusion</i>	135
<i>Conclusion générale</i>	138
<i>Bibliographie</i>	139
Liste des tableaux.	141
Liste des cartes.....	143
Liste des figures.....	144
Annexe	

Résumé :

L'eau, source de la vie, elle constitue le vecteur privilégié, mais aussi le véhicule de nombreuses maladies.

Actuellement dans la ville de BATNA le problème fondamental de l'eau potable reste encore est de plus loin le péril microbiologique due à l'infiltration des eaux usées dans le réseau d'AEP (cross-connexion), ce phénomène lié notamment aux réseaux vétustes et à l'urbanisation anarchique. Le maintien de la qualité de l'eau pendant sa distribution nécessite un suivi analytique de contrôle et de prévention.

A long terme les nappes souterraines (champ captant externe), notamment les eaux de la plaine ElMadher qui alimentent la ville de Batna sont exposées au risque de pollution chimique par l'infiltration des rejets urbains et industriels non traités, ces derniers véhiculés par OUED ELGOURZI et qui renferment des substances toxiques, ces réserves d'eau doivent être protégées pour rester disponibles dans l'avenir, les eaux usées doivent être traitées avant le déversement dans le milieu naturel, la surveillance et le contrôle s'avèrent indispensables au niveau des unités industrielles.

Pour combler le déficit en eau et répondre aux besoins de la ville, l'utilisation des eaux du barrage est indispensable, les eaux de surface sont fréquemment contaminées, elles doivent impérativement faire l'objet de plusieurs procédés de traitement et de désinfection afin de protéger le consommateur de tout risque de contamination.

ملخص :

الماء مصدر الحياة، عنصر ضروري لا بديل له و في نفس الوقت يعد ناقل لأمراض كثيرة وأوبئة خطيرة.

مشكل تلوث مياه الشرب مازال يهدد مدينة باتنة بسبب اختلاط مياه الشرب بالمياه القذرة وهذا نظرا لقدم شبكتي توزيع المياه و الصرف الصحي وكذلك الربط الغير الشرعي للقنوات خاصة في الأحياء القديمة و الفوضوية.

إن الآبار الجوفية بسهل المعذر والمخصصة لتزويد مدينة باتنة بالمياه الصالحة للشرب معرضة لخطر التلوث الكيميائي الناتج عن المركبات الكيميائية السامة الموجودة في المياه المستعملة لأغراض منزلية و صناعية الغير معالجة. لكي تبقى هذه المياه غير ملوثة وصالحة للشرب يجب المحافظة عليها عن طريق إنشاء محطات لتصفية المياه المستعملة و مراقبة مستمرة.

المياه السطحية (مياه السدود) غالبا ما تكون معرضة للتلوث الكيميائي و البيولوجي و للمحافظة على صحة المستهلك وسلامته لا بد أن تعالج بطرق علمية سليمة وفعالة خاصة أن استعمال هذه المياه أصبح ضروري للمدينة.

Mots Clés : Eau, Potable, Qualité, Forage, Barrage, réseau, Risque, Santé, Ville.