



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE ABBES LAGHROUR –KHENCHELA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT: Ecologie & Environnement

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER

FILIERE: Ecologie et l'Environnement

**OPTION: Protection et Décontamination des Eaux
et des Sols Pollués**

Thème

Etude de Quelques Sources de Pollution des Eaux dans la
Région de Khenchela

Présenté par:

Aik Kheira

Encadré par:

ADDAD Dalila

Soutenu le:13/06/2015.

Jury de soutenance:

Président:Melle Halimi Samia Maitre Assistant A Univ.Khenchela

Encadreur : Mme Addad Dalila Maitre Assistant A Univ.Khenchela

Examineur: Mme Dib Dounia Maitre Assistant A Univ.Khenchela

Promotion: Juin 2015

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donnée la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Je tiens à exprimer mes plus vifs remerciements à Mme ADDADE mon encadreur, pour sa bienveillance, ces précieux conseils et ces encouragements incessants durant toute la période de la réalisation de ce travail.

Je tiens à présent mes profondes remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidées et soutenues de loin ou de près durant la période de mon travail :

- Le directeur de l'environnement de la wilaya de Khenchela.
- La direction des ressources hydrauliques de la wilaya de Khenchela.
- Le centre d'enfouissement technique de Baghai.
- L'ensemble du personnel La station d'épuration des eaux usées de Baghai.
- Le bureau de planification de la commune de Khenchela.

Un grand remerciement à mes professeurs de l'institut des sciences de la nature et de la vie et de mes professeurs de département d'écologie et l'environnement spécialité « Protection et décontamination des eaux et des sols pollués (PDESP) ».

J'adresse également mes plus vifs remerciements à tous mes collègues de promotion (master PDESP 2015) pour leurs soutiens et leurs encouragements.

Enfin, je remercie toutes les personnes, qui de près ou de loin, m'ont aidé à la réalisation de ce travail.

Kheira

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

A mes parents. Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessant de me combler. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

A celui qui j'aime beaucoup et qui ma soutenue tout au long de mes années d'études : mon frère ABDELALI. Et bien sur a mes sœurs MERIEM et KHADRA et mon petit frère ABDELHADI, sans oublié mon fiancé MOSTAPHA. A tout ma famille.

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé qui étaient toujours à mes cotés, et qui m'ont accompagnaient durant mon chemin d'études supérieures, mes aimables amis et collègues d'études.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.

KHEIRA

Liste des figures

Page

Figure 1 : Les bassins versants en Algérie, (les chiffres représentent les bassins et leurs noms géographiques)	04
Figure 2 : Cycle géochimique simplifié des métaux (Miquel, 2001).....	14
Figure 3 : Carte administrative de la Wilaya de Khenchela.....	15
Figure 4 : Schéma tectonique des Aurès.....	21
Figure 5 : Carte des réseaux hydrographiques de la wilaya de Khenchela (D'après Hydraulique de Khenchela).....	22
Figure 6 : Carte géologique de khenchela.....	24
Figure7 : Schéma structural simplifié (D'après J. M. VILA).....	25
Figure 8 : La variabilité mensuelle de la précipitation pour la période 1998 à 2013 par rapport à l'année la plus pluvieuse et la plus sèche.....	27
Figure 9 : La variabilité annuelle des températures sur la période de 1998 à 2013.....	28
Figure 10 : La variabilité mensuelle des températures de la période 1998 à 2013.....	29
Figure 11 : Diagramme Ombrothermique de la période (1998 à 2013).....	30
Figure 12 : La carte administrative et des bassins versants de la Wilaya deKhenchela.....	31
Figure 13 : Histogramme des quantités théoriques des déchets rejetées dans chaque bassin versant.....	33
Figure 14 : Histogramme des pourcentages dotations des eaux usées dans chaque bassin versant.....	35
Figure 15 : Déchets déversés et assembler dans des alvéoles.....	40
Figure 16 : Compactage des déchets.....	41
Figure 17 : Couverture journalière du casier.....	41
Figure 18 : Histogramme représentant l'évolution des dechets durant l'année 2014.....	42
Figure 19 : Histogramme de comparaison de la quantité réceptionné entre l'année 2011, 2012, 2013 et 2014.....	43
Figure 20 : Quantités des dechets réceptionnés par communes.....	44

Introduction

Partie 1.
Revue
Bibliographique

Partie 2.

Enoncées de l'étude

Partie 3. Résultats et Discussion

Conclusion

Références Bibliographiques

Annexes

Liste des tableaux

Titre du Tableau	Page
Tableau1 : Etat des potentialités en eau de surface en Algérie.....	04
Tableau2 : Directives pour l'interprétation de la qualité de l'eau pour l'irrigation (Ayers et Westcot,1985).....	14
Tableau3 :Les bactéries pathogènes dans les eaux usées.....	15
Tableau4 : Division administrative de la Wilaya de Khenchela	21
Tableau5 : La variabilité saisonnière des précipitations pour la période 1998 à 2013.....	28
Tableau6 : La variabilité mensuelle des Températures minimales maximales et moyenne.	28
Tableau7 : Estimation des quantités des déchets produites par les habitants de la région de Khenchela.....	32
Tableau 8 : Evaluation de la production des eaux usées au niveau de la région de Khenchela.....	33
Tableau9 : Le nombre de têtes dans les communes situées dans la région de Khenchela...	35
Tableau10 :Apport en azote et en phosphore liés à l'élevage au niveau de la région de Khenchela.....	36
Tableau11 : Pertes potentielles en azotes et phosphate au milieu récepteur de la Wilaya de Khenchela	37
Tableau12 : Quantités d'engrais de fond et de couverture utilisées dans la Wilaya de Khenchela.....	38
Tableau13 : Les différents types d'engrais utilisés dans la région de Khenchela	38
Tableau14 : Pertes potentielles en phosphore (P ₂ O ₅) et en Azote liées à l'agriculture	38
Tableau15 : Produits phytosanitaires utilisés dans la région de Khenchela	39
Tableau16 : Analyse physicochimiques des eaux usées et épurées de la STEP de Khenchela	39
Tableau17 :Tonnage et taux de couverture des CET Baghai, Chechar, Babar et Ain Touila.....	44
Tableau18 : Nature et tonnage des produits dans le CET.....	46

Liste des abréviations

Cd : cadmium

CE : conductivité électrique

CET : Centre d'Enfouissement Technique

Cu : cuivre

DBO₅ : demande biochimique en oxygène

DCO : demande chimique en oxygène

EM : éléments métalliques

EU : eaux usées

EUT : eaux usées traitées

FAO : Food and Agriculture Organisation

MES : Matière en suspension

Mo : molybdène

MO : matière organique

NaCl : Chlore et sodium

NH₃ : L'ammoniac

Ni : nickel

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

RS : résidu sec

SAR : sodium absorption ratio (ratio du Sodium Absorbable)

STEP : Station de Traitement des Eaux polluées

Zn : zinc

SD : Sans date

HC : Hauts Plateaux Constantinois

CM : Chott Melghir

Med : Medjerda

SOMMAIRE

Titre	Page
Introduction.....	01
Partie 1. Revue Bibliographique	
Chapitre 1. Les eaux de surface.....	
1. Définition des eaux de surface.....	02
2. Les eaux de surface en Algérie.....	04
3. Les consommations des eaux en Algérie.....	05
4. Qualité des eaux de surface.....	05
Chapitre 2. Sources de pollution des eaux de surface	
1. Pollution agricole.....	06
2. Pollution industrielle.....	07
3. La pollution domestique.....	08
4. Les pollutions accidentelles.....	08
Chapitre 3. Contamination des eaux contaminées	
1. Eléments traces et métaux lourds.....	09
2. Substances nutritives.....	10
3. Autres paramètres caractéristiques.....	12
4. Qualité microbiologique eaux usées.....	14
Chapitre 4. Effets des eaux polluées	
1. Impacts des eaux polluées sur les sols.....	16
2. Risques sanitaires de la réutilisation des eaux contaminées.....	16
3. Impact sur le développement et la production agricole.....	17
4. Impact sur la qualité physico-chimique des eaux souterraines.....	18
5. Risques environnementaux.....	18
Partie 2. Enoncées de l'étude	
1. Description de la zone d'étude.....	19
1.1. Caractéristiques géographiques.....	19
1.2. Caractérisation géomorphologique.....	22
1.3. Caractérisation et géologique.....	23
2. Caractérisation climatologique de la région d'étude.....	26
2.1. Les Précipitations.....	27
2.2. Les températures.....	
3. Contexte de l'étude.....	30
Partie 3. Résultats et discussions	
Chapitre 1. Identification des sources de pollution influant sur la qualité d'eau de la région de Khenchela	
1. La pollution liée à la population.....	32
2. La pollution liée à l'élevage.....	35
3. La pollution par les engrais.....	
Chapitre 2. Etude de quelques paramètres physicochimique (cas de station d'épuration Baghai)	
Chapitre 3. Gestion des déchets solides	
1. Présentation du Centre d'enfouissement technique (CET) de Khenchela.....	40
2. Les déchets réceptionnés par les quatre Centres...	42

3. CET de Baghai.....	42
4. Comparaison de la quantité réceptionnée entre les années 2011, 2012, 2013 et 2014.	43
5. Classement des communes par apport aux quantités réceptionnées au CET Baghai	43
6. Tonnage et taux de couverture des CET Baghai, Chechar, Babar et Ain Touila.....	44
7. Etat de l'environnement.....	45
8. Caractérisation des déchets.....	46
9. Valorisation du Composte.....	46
Conclusion.....	47

Introduction

Les contaminants qui atteignent le milieu aquatique constituent toujours un problème environnemental majeur. En effet, la concentration de la plupart de ces contaminants s'élève parfois jusqu'à des niveaux qui sont toxiques pour la vie aquatique: poissons, invertébrés et plantes aquatiques, tant dans la colonne d'eau que dans les sédiments. De plus, plusieurs de ces contaminants sont persistants et bioaccumulables, ce qui signifie qu'ils peuvent entraîner des effets nuisibles à tous les maillons de la chaîne alimentaire, incluant la faune terrestre et aviaire ainsi que l'humain, du fait que les contaminants sont transmis d'un maillon à l'autre par la consommation d'organismes aquatiques contaminés. D'autres contaminants, comme les substances nutritives, lorsqu'elles sont présentes en concentrations élevées, interfèrent dans l'équilibre naturel des écosystèmes. Finalement, certains contaminants peuvent altérer le goût, l'odeur ou la couleur de l'eau ou de la chair des organismes ou augmenter les coûts associés à la production d'eau potable. (Guay et al., 2009).

Le problème de la pollution des eaux représente sans aucun doute un des aspects les plus inquiétants de la dégradation du milieu naturel. L'ensemble des phénomènes de la pollution constituent une menace potentielle susceptible d'entraver l'activité humaine (Ramade, 2000). La qualité de l'eau doit impérativement être conforme aux normes internationales au niveau bactériologique et physico- chimique (Savary, 2001). La crise d'eau survit déjà depuis longtemps et avec une gravité accrue, du fait des émissaires urbains et industriels affectant le milieu naturel et constituant une source de contamination diffuse dispersée sur de vastes territoires (Kahoul et al, 2003).

La pollution peut-être définie de plusieurs façons. La pollution de l'eau survient lorsque des matières sont déversées dans l'eau qui en dégrade la qualité. La pollution dans l'eau inclut toutes les matières superflues qui ne peuvent être détruites par l'eau naturellement. Autrement dit, n'importe quelles matières ajoutées à l'eau qui est au-delà de sa capacité à le détruire est considérée comme de la pollution. La pollution peut, dans certaines circonstances, être causée par la nature elle-même, comme lorsque l'eau coule par des sols qui a un taux élevé d'acidité. Par contre, la plupart du temps ce sont les actions humaines qui polluent l'eau.

Notre travail a pour **objectif** d'étudier quelques sources de pollution des eaux dans la région de Khenchela. Pour cela nous allons entamer les parties suivantes :

Partie 1. Revue Bibliographique dans la quelle on va éclairer les points suivants :

- **Chapitre 1.** Les eaux de surface
- **Chapitre 2.** Sources de pollution des eaux de surface
- **Chapitre 3.** Composition des eaux contaminées
- **Chapitre 4.** Effets des eaux polluées

Partie 2. Énoncées de l'étude

Partie 3. Résultats et discussions

Partie 1. Revue bibliographique

Chapitre 1. Les eaux de surface

1. Définition des eaux de surface

Ce type d'eaux englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine, soit les nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissèlement. Ces eaux se rassemblent en cours d'eau, caractérisés par une surface de contact eau-atmosphère toujours en mouvement (Dégrément, 1989).

Les eaux de surface contiennent de nombreuses particules constituées de débris de végétaux, de limons, de biomasse, etc. (Rodier et al., 2009).

L'eau courante (sources, ruisseaux, torrents, rivières, fleuves, canaux) est un transporteur d'éléments dissous et de matériaux solides dont la taille décroît de l'amont vers l'aval, car la vitesse du courant décroît depuis la source jusque l'embouchure (Graxlaude, 1999). Elle dépasse 97% du volume de cet élément sur le globe (faurie et al, 2003).

L'eau stagnante (mares, étangs, gravières, ballastières, lacs, retenue pour l'irrigation ou la production d'énergie, etc.) constitue un piège à sédiments fins, joue un rôle d'une station d'épuration et d'un décanteur lorsqu'il est situé sur le trajet d'un cours d'eau. Les eaux stagnantes résultant de l'accumulation de l'eau dans une dépression naturelle ou artificielle (mares, étangs, lacs et retenue). Une simple différence entre l'eau stagnante et l'eau courante, c'est la composition faunistique et floristique (Graxlaude, 1999).

La caractéristique fondamentale des eaux stagnantes, qu'est le temps de séjour, dépendant de l'importance des apports annuels par rapport au volume de la cuvette (Graxlaude, 1999).

2. Les eaux de surface en Algérie

En Algérie, les eaux de surface sont de plus en plus utilisées ces dernières années pour les besoins de l'agriculture, de l'alimentation des populations et de l'industrie. Des investissements considérables ont été consacrés à la construction de barrages, notamment dans l'Est du pays. Cependant, ces eaux de surface sont vulnérables face aux diverses pollutions et sont souvent de qualité médiocre. Elles peuvent contenir des quantités non négligeables en matières organiques naturelles telles que les substances humiques mais aussi des composés organiques issus de divers rejets polluants ou de pratiques agricoles intensives (Achour, 2001).

L'Algérie compte 17 bassins-versants (Fig. 1). Les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables. Il est à noter que ces ressources sont très variables notamment celles qui proviennent des nappes tributaires des aléas climatiques. L'exploitation de ces ressources est très intense avec les besoins grandissants. L'utilisation de l'eau est liée aux activités économiques. La connaissance des

ressources en eau est la condition nécessaire pour une bonne gestion. Les instruments de gestion sont un outil indispensable pour l'organisation des institutions juridiques, économiques et administratives de ladite gestion (Erhard Cassegrain et Margat, 1979). Ainsi, alors que le pays ne possédait que 44 barrages seulement jusqu'en l'an 2000, 15 nouveaux barrages ont été mis en exploitation durant les cinq dernières années dont ceux de Beni Haroun et de Taksebt en 2007. Avec les 13 barrages en fin de réalisation, ce nombre sera porté à 72 barrages à la fin 2009. En outre, les réceptions attendues porteront les capacités de mobilisation de l'eau des barrages à 7,8 milliards de m³/an à la fin de l'année 2009, contre 2,5 milliards de m³ en 2000. En plus, il y a lieu de signaler que 28 sites de barrages sont lancés en études et accusent des avancements appréciables. (Rouissat, 2010)

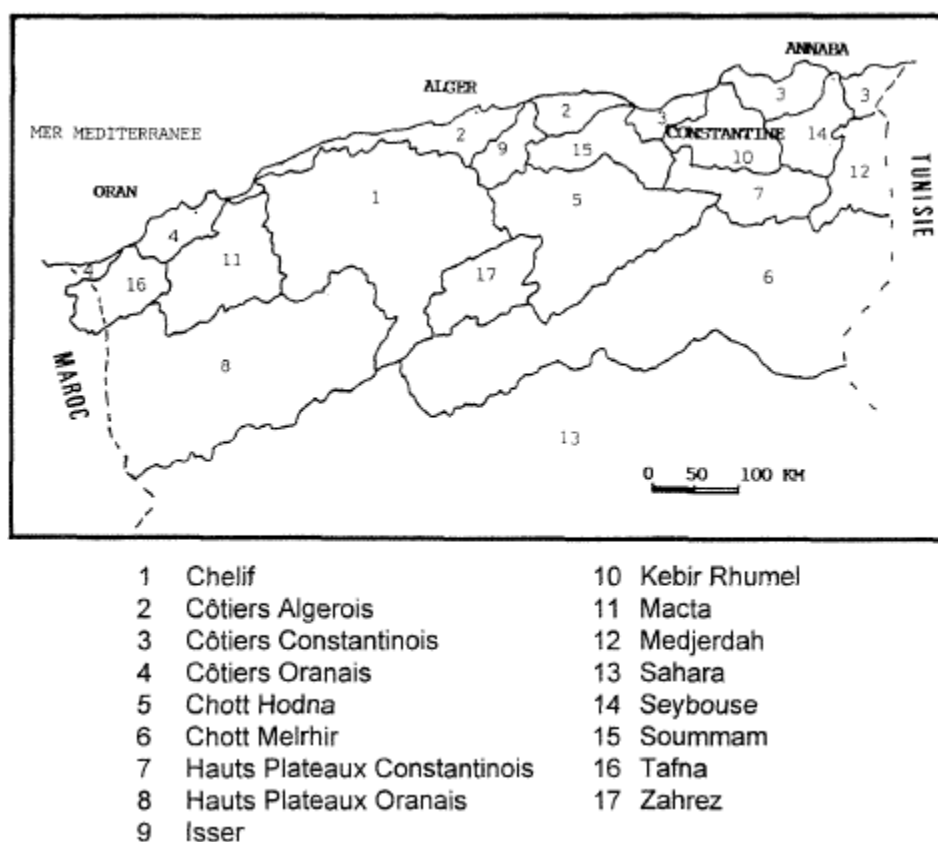


Figure 1. Les bassins versants en Algérie, (les chiffres représentent les bassins et leurs noms géographiques).

L'Algérie, disposait, jusqu'en 2000, de 44 barrages en exploitation. La capacité théorique de cette mobilisation des eaux superficielles, avoisinait les 4.5 milliards de m³. La capacité réellement mobilisable n'excédait guère 2.5 milliards de m³ pour des raisons liées principalement à une sécheresse accrue et une irrégularité spatiale et temporelle des précipitations. (Rouissat, 2010)

L'Algérie n'arrive pas encore à résoudre l'équation préoccupante de l'eau et garantir sa disponibilité aux moyens de forme d'exploitation durable pour plusieurs raisons. Les données

de la commission méditerranéenne du développement durable relative à l'eau dans le bassin méditerranéen montrent que seuls 5% du volume global des précipitations (estimées à 985km³/an) tombent dans des pays méditerranéens du sud (l'Algérie, la Libye, l'Egypte, la Tunisie et le Maroc). L'Algérie, de par sa situation et son site géographique n'est pas un territoire humide, il est à noter aussi que pour des raisons naturelles, techniques et même économiques, elle n'arrive pas à maîtriser la situation, car seuls 12.43 milliards de m³ des potentialités globales de l'Algérie évaluées à 19.5 milliards/m³, sont réellement mobilisables. (Aouadja, 2010)

Tableau 1. Etat des potentialités en eau de surface en Algérie

Ressources potentielles du pays	Ressources réellement mobilisables	Capacité de récupération et de stockage
19.4 milliards de m³	12.43 milliard de m ³	5.7 milliards de m ³

Sources Ministère de l'Equipement et de l'Aménagement de territoire 1992.

Le volume réellement mobilisable de 12.43 milliards de m³ se réduit à 5 milliards en m³ en termes de ressources effectivement récupérées et stockées à cause de la faiblesse des installations techniques (barrages et retenues). Les aléas climatiques parfois persistants et la mauvaise gestion ont également contribué à l'actuelle carence en eau. (Aouadja, 2010)

La gestion de l'eau en Algérie pose un problème épineux aux autorités. Les ressources disponibles sont en deçà des besoins. La vétusté des réseaux d'adduction et la capacité de stockage déficiente entravent la bonne distribution de l'eau aux consommateurs. La dotation journalière par habitant reste faible par rapport aux normes internationales. Les instruments de gestion de l'eau ne sont pas efficaces.(Kadi, 1997).

Pour faire face et relever **le défi de l'eau**, l'état algérien a adopté une nouvelle politique de l'eau (1993). Afin de mettre en application cette nouvelle vision, des mesures ont été prises, citons à titre indicatif, les assises nationales de l'eau (1993), la création de cinq agences des bassins hydrographique (1996), le plan national de l'eau (1996), les comités de gestion des bassins, la modification du code de l'eau (1996), l'importance des ressources financières accordées au secteur (2001), la création du fond national de la gestion intégrée des ressources en eau. Malgré la bonne La Mobilisation des Eaux de Surface... volonté affichée et les efforts investis l'Algérie n'arrive pas à satisfaire les besoins élémentaires du pays. Cela ne peut être dû qu'à l'inefficacité du système de gestion mis en place et l'utilisation irrationnelle des moyens disponibles. (Aouadja, 2010)

3. Les consommations des eaux en Algérie

La situation actuelle en Algérie se caractérise par un déséquilibre entre les besoins et les ressources en eau disponibles. La pollution des nappes et des ressources superficielles par les rejets domestiques, industriels et agricoles dépassent de loin les capacités de traitement des systèmes d'épuration. Ces dégradations réduisent les volumes d'eau susceptibles d'être utilisés. Cette situation de pénurie des ressources en eau et ces contraintes ont souvent été appréhendées en termes de réalisation d'infrastructures ou plus exactement de construction de

barrages. Cette approche s'est avérée insuffisante, dans la mesure où elle n'a pas permis une bonne satisfaction des besoins, malgré l'importance des investissements consentis. Aussi est-il nécessaire d'envisager de nouvelles stratégies de planification, d'aménagement et de gestion de nos ressources, basées sur des outils modernes d'investigation, de prévision et de gestion, tenant compte des nouvelles conditions hydro-climatiques et socio-économiques du pays. (Benhafid et Messahel, SD).

En Algérie, la population était de 23 millions en 1987, et sera de 46 millions en 2020, soit une consommation en eau potable et industrielle de l'ordre de 6 milliards de m³/an, alors que la mobilisation réelle, à l'époque, était à peine de 3 milliards de m³. Cela signifie qu'il fallait mobiliser, uniquement pour ces deux secteurs, 3 milliards de m³ supplémentaires, sans inclure les eaux d'irrigations ni les fuites dans les conduites, soit au total 10 milliards d'eau, un réel défi à relever mais surtout une stratégie et une politique à définir. (Rouissat, 2010).

Pour satisfaire la demande en eau des différents usagers (domestique, Industriel et agricole), des prélèvements sont effectués sur les eaux de surface (barrages, retenues collinaires, Oueds) ou sur les eaux souterraines (forages, puits et sources). S'il se trouve que le volume des eaux de surface prélevé est relativement bien connu, il n'en est pas de même pour les eaux souterraines surtout, lorsqu'il s'agit de consommation hydro agricole. Ni le secteur de l'agriculture ni celui des ressources en eau ne disposent de statistiques exactes durant ces dernières années. Les prélèvements en eau de surface à partir des barrages ont été d'environ 300 millions de m³ pour l'alimentation en eau potable, 270 millions de m³ pour l'irrigation des grands périmètres, soit un total de 570 millions de m³ (C N E S, 2000).

4. Qualité des eaux de surface

La qualité d'eau naturelle se définit par sa composition chimique. Les solutions naturelles ne sont jamais pures, elles contiennent des particules de toutes tailles, comme les ions dissous, les colloïdes, les macromolécules organiques, les bactéries, les virus ...etc. Ces particules appartiennent aux différentes enveloppes terrestres "biosphère. Atmosphère, géosphère " ou peuvent être la conséquence des effets de la technologie sur l'environnement "pollution ". (Tarits et al, 2002).

Selon Ramade, (2000), La qualité des eaux correspond à un ensemble de critères physicochimiques qui définissent leur degré de pureté et, en conséquence, leur aptitude aux divers usages alimentaires, domestiques, agricoles, ou industriels.

L'eau destinée à la consommation humaine doit respecter un certain nombre de paramètres qui définissent sa potabilité (Beauchamp, 2004).

En fonction d'un degré croissant de pollution, les pertes d'usage concernent en premier lieu la potabilité, puis l'aptitude des eaux de rivières à permettre le développement normal de la faune, en suite, on note l'impossibilité d'utilisation pour la baignade avec la conséquence des pertes économiques au plan du tourisme, la perte d'usage agricole relative tant à l'utilisation

des eaux pour abreuver les animaux que pour l'irrigation . Enfin, il en résulte une perte d'usage industriel (Ramade, 2000).

Chapitre 2. Sources de pollution des eaux de surface

Le problème de la pollution des eaux représente, sans aucun doute, un des aspects les plus inquiétants de la dégradation du milieu naturel. L'ensemble des phénomènes de la pollution constituent une menace potentielle susceptible d'entraver l'activité humaine (Ramade, 2000). Une eau est polluée lorsque, sous l'effet de l'activité humaine, elle devient impropre à satisfaire la demande d'utilisation ou qu'elle présente un danger pour l'environnement (Gastony, 1985).

Selon Ramade, (2000) La définition la plus générale du terme de pollution «est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît , en totalité ou en partie, comme un sous produit de l'action humaine, au travers des effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux de l'énergie, des niveaux de radiation , de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes, Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou au travers des ressources agricoles, en eau et en produits biologiques ».

Selon l'origine des substances polluantes, quatre catégories de pollution sont à distinguer (Gilli, et al. 2004)

1. Pollution agricole

Elle provient des fermes ou des cultures et elle se caractérise par les fortes teneurs en sels minéraux (N, P, K, ...) et la présence de produits chimiques du traitement (pesticides, engrais) (Grosclaude, 1999).

En Algérie, une enquête de l'agriculture avait révélé l'existence de 11000 tonnes de produits périmés, une deuxième enquête effectuée en 1987 avait rapporté l'existence d'un stock estimé à 5000 tonnes seulement ; 6000 tonnes avait donc disparu dans la nature en espace de 6 ans. Ce qui constitue une source importante de pollution de l'environnement et notamment des ressources en eau. Une étude réalisée par l'ANRH et l'université de Blida de 1990 à 1993, a révélé des niveaux critiques de pollution par les nitrates (Gacem et Iddou, 2005)

La pollution agricole s'est intensifiée depuis que l'agriculture est entrée dans un stade d'industrialisation. La pollution d'origine agricole peut se présenter sous deux formes: Diffuse lorsque elle concerne de grandes surfaces et ponctuelle lorsqu'elle est accidentelle ou chronique sur un espace plus réduit (Grosclaude, 1999). On peut citer les principaux contaminants.

1.1. Les fertilisants chimiques

Les engrais chimiques sont dispersés dans les sols afin d'accroître les rendements des végétaux cultivés. Parmi les éléments principaux aux développements des plantes, nous l'azote, le phosphate, le potassium et dans une moindre mesure le soufre, le calcium, le magnésium et d'autres oligo-éléments. L'usage intensif et successif de ces produits contamine donc les eaux superficielles et même les nappes phréatiques (Conrad, et al. 1999)

Parmi **les engrais azotés** les plus utilisés nous citons le nitrate d'ammonium, le nitrate de calcium, le sulfate d'ammonium et l'urée. Les nitrates proviennent essentiellement de la minéralisation des matières organique du sol et des apports d'engrais minéraux azotés. La lixiviation a lieu lorsque la couche du sol atteint l'humidité à la capacité au champ, le drainage reprend et les pertes vont dépendre du stock d'azote minéral présent et de la pluviométrie hivernale (Conrad, et al. 1999). Les dégagements d'ammoniac [NH₃] sont issus principalement de l'élevage. Actuellement, environ 40 % de l'azote ingéré par les animaux sont perdus et rapidement transformée en ions [NH₄⁺] surtout lors du stockage et l'épandage des déjections animales. L'utilisation de l'ammoniac anhydre et de l'urée engendre également des pertes qui peuvent atteindre 15 à 35 %, en particulier, lors d'apports superficiels en sol calcaire (danish, 1999)

Les phosphates sont surtout dispersés sous forme de superphosphates (ortho phosphate solubles). La majorité du phosphore utilisé comme engrais chimiques est immobilisé dans les sols à cause de richesse en azote, en aluminium et en fer qui fixent ces éléments (Danish, 1999).

En cas d'entraînement par le ruissellement, **le potassium** sous sa forme ionique K⁺ va progressivement être adsorbé au contact du sol par le complexe argilo-humique. Si le ruissellement atteint des eaux de surface, le potassium va continuer à se diluer dans l'eau et provoquer ponctuellement une augmentation de la salinité qui reviendra progressivement ensuite à sa valeur habituelle.(ANPEA, 2012).

1.2. Les pesticides

L'usage des pesticides connaît une expansion considérable, non seulement dans les pays développés et sur les cultures tropicales d'exportation, mais aussi dans l'ensemble des pays du tiers monde où la révolution verte a augmenté les exigences en traitements antiparasitaires car elle a propagé des variétés moins résistantes aux divers ravageurs des cultures que les souches cultivées autochtones. Cependant ces pesticides s'accumulent dans les sols et les nappes phréatiques (Lemercier, 2003)

2. Pollution industrielle

Elle est provoquée par les rejets industriels, (Gastony, 1985). L'industrie algérienne a connu un développement remarquable tant dans sa diversité que dans sa capacité, mais il faut noter que le processus d'industrialisation s'est effectué dans des conditions qui n'ont pas respecté

les préoccupations de l'environnement (Gacem et Iddou, 2005). Certaines industries engendrent des pollutions physiques : par exemple les mines rejettent des particules en suspension (Beaux, 1998).

Dans le choix des procédés de fabrication, les critères de protection de l'environnement n'étaient pas essentiels, cette situation a eu des effets préjudiciables sur l'environnement et sur la santé publique; les principaux cas de pollution des ressources en eaux superficielles pendant la période 1985 – 1992 montrent que les effluents industriels contribuent de manière notable à la pollution des cours d'eau et des ouvrages de mobilisation (Gacem, et Iddou, 2005)

Selon Calvet, et al. (2005) la pollution industrielle provient des usines et elle est caractérisée par la présence d'une grande diversité des pollutions, selon l'utilisation de l'eau tel que :

- Les hydrocarbures (raffinerie)
- Les métaux (traitement de surface)
- Les acides, les bases, les produits chimiques divers (industries chimiques)
- L'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques)
- Les matières radioactives (centres nucléaires, traitement des déchets radioactifs)

Il peut y avoir un effet toxique sur les organismes vivants, par l'accumulation de certains éléments dans les denrées alimentaires tels que métaux et les pesticides (Calvet, et al. 2005).

3. La pollution domestique

Elle provient des habitations et elle est, en général, véhiculée par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration. La pollution domestique se caractérise par la présence des germes fécaux, de fortes teneurs en matières organiques, des sels minéraux et des détergents (Gaujout, 1995). Elle peut être responsable de l'altération des conditions de transparence et d'oxygénation de l'eau ainsi que du développement de l'eutrophisation dans les rivières (Faurie, et al. 2003).

4. Les pollutions accidentelles

On oppose les pollutions accidentelles aux pollutions chroniques qui se caractérisent par des modifications progressives de la qualité du milieu et proviennent de sources permanentes ou périodiques. Une pollution accidentelle est caractérisée par son caractère imprévu, sa soudaineté d'apparition et la nécessité de mesures de gestion de crise (Rageul, 1996)

Chapitre 3. Composition des eaux contaminées

1. Eléments traces et métaux lourds :

Les sources de métaux pour les milieux aquatiques sont multiples. On différencie principalement les sources d'origine naturelle et anthropique. En effet, les métaux sont présents naturellement dans les sols. Certains en sont des constituants majeurs (Al) ou importants pour la structure des minéraux (Fe, Mn) (Baie et al., 2001)

La figure (2) montre le cycle des métaux dans l'environnement. Les principaux phénomènes naturels conduisant à la dissémination des métaux dans les compartiments environnementaux sont l'activité volcanique et l'érosion des roches (Doelsch et al., 2006).

Dans le cas de l'activité volcanique, bien que la majeure partie de ces métaux retombe dans un rayon de 100km, une partie significative atteint la stratosphère et se dissémine alors sur l'ensemble du globe terrestre (Garrett, 2000).

Ainsi, par l'intermédiaire du compartiment atmosphérique, ils pourront ultérieurement atteindre les milieux aquatiques. D'autre part, l'altération chimique des roches permet une mise en circulation naturelle des métaux sous forme dissoute.

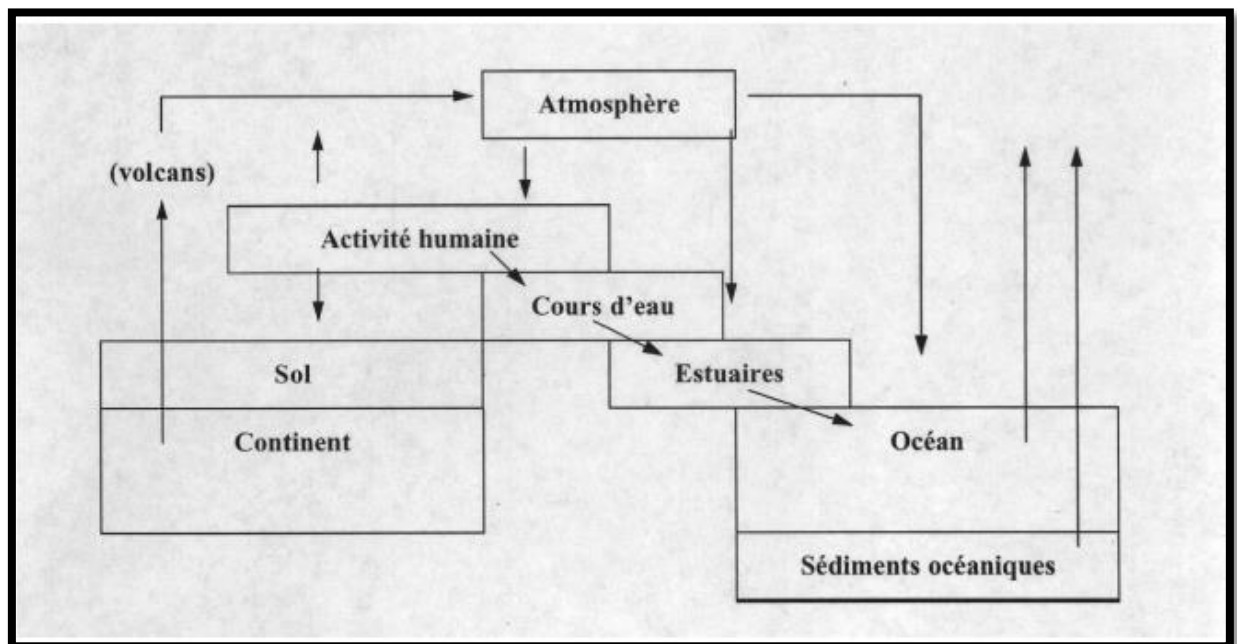


Figure 2. Cycle géochimique simplifié des métaux (Miquel, 2001)

En plus du fond géochimique, les milieux aquatiques sont enrichis en métaux par les activités humaines. Les métaux sont utilisés par l'homme comme matériaux mais également comme Réactifs dans l'industrie (traitement de surface, intermédiaire réactionnel...) et l'agriculture(Phytosanitaires). Les activités industrielles, ainsi que le trafic automobile émettent de fines particules métalliques dans l'atmosphère, principalement dans les zones urbaines (Azimiet al., 2005).

Les métaux ainsi disséminés se déposent dans les divers compartiments environnementaux tels que les plans d'eau et les sols. Les métaux déposés sur les sols peuvent cependant atteindre les cours d'eau par ruissellement au cours des événements pluvieux. Dans le cas du réseau unitaire de collecte des eaux usées, les eaux usées urbaines sont composées d'un mélange, d'eaux usées domestiques, d'eaux usées industrielles et d'eaux de Ruissellement. Les métaux contenus dans les eaux de ruissellement proviennent des dépôts atmosphériques mais également de la corrosion des surfaces de ruissellement (ex : toitures, gouttières) (Gromaire et al., 2001).

En effet, la plupart des métaux dans les eaux de ruissellement sont majoritairement associés aux matières en suspension ou aux colloïdes (Makepeace et al., 1995).

Dans les eaux industrielles, les métaux découlent directement de leur utilisation dans les procédés industriels. Ces eaux usées sont caractérisées par une importante variabilité de leur charge polluante. La charge en métaux des eaux domestiques est au contraire cyclique car elle découle de l'activité journalière des ménages. Les métaux contenus dans les eaux domestiques ont pour origine, d'une part, la corrosion des canalisations d'eau potable et, d'autre part, de l'usage des métaux dans les activités domestiques et dans des produits ménagers. Dans certaines régions, les rejets miniers constituent, également, une source ponctuelle importante de métaux lourds (Braungardt et al., 2003).

Les eaux usées urbaines sont une des principales voies d'apport de métaux vers les écosystèmes aquatiques (Buzier et al., 2006).

A l'entrée des stations d'épuration, une large Partie des métaux contenue dans les eaux usées se trouve complexée avec la matière Organique dissoute (Giokas et al., 2002).

Les métaux qui peuvent être présents dans les eaux résiduaires, cadmium (Cd), cuivre (Cu), molybdène (Mo), nickel (Ni) et zinc (Zn), peuvent constituer un risque sanitaire significatif pour les humains et les animaux et peuvent également affecter, à long terme, les cultures irriguées par suite d'accumulation dans le sol (FAO, 2003). Cependant, il faut noter que, sauf exception, telle la présence d'établissements industriels très polluants raccordés directement au réseau d'assainissement ou la réutilisation directe des eaux usées brutes, les concentrations en métaux lourds dans les eaux résiduaires traitées sont faibles et ne constituent pas un facteur limitant la réutilisation des eaux usées en irrigation (Toze, 2006).

En effet, l'essentiel de ces métaux est retenu dans les boues des stations d'épuration lors du traitement des eaux usées (Faby et al. 1997).

2. Substances nutritives

L'azote, le phosphore, le potassium, et les oligo-éléments, le zinc, le bore et le soufre, Indispensables à la vie des végétaux, se trouvent en quantités appréciables, mais en Proportions très variables par rapport aux besoins de la végétation, dans les eaux usées Épurées ou non. D'une façon générale, une lame d'eau résiduaire de 100 mm peut apporter à l'hectare :

- de 16 à 62 kg d'azote,
- de 2 à 69 kg de potassium,
- de 4 à 24 kg de phosphore,
- de 18 à 208 kg de calcium,
- de 9 à 100 kg de magnésium,
- de 27 à 182 kg de sodium (Faby, 1997).

Les concentrations en **azote ammoniacal** dans les eaux naturelles sont très variables. Il y'a deux formes de l'ammoniaque: formes ionisées (NH_4^+) et non ionisées (NH_3). L'ammoniac (NH_3) est un gaz soluble dans l'eau mais selon le pH. Les ions ammonium des eaux superficielles résultent de la décomposition des déchets végétaux et animaux (Rodier et al., 2009). La réglementation Française impose une valeur de 0,5mg de NH_4^+ /l avec un niveau guide européen de 0,05 mg/l. (Rejsek, 2002). Une eau pauvre en ammoniaque et riche en nitrates indique donc qu'elle a subi une filtration et une épuration efficace dans le sol. (Degrement, 1989). Si la concentration de NH_4^+ supérieur à 0,05 mg/l, il y'a une pollution d'origine industrielle ou humaine (Beauchamp, 2004). L'azote ammoniacal est également un paramètre à considérer pour évaluer la pollution organique d'une eau (Rodier et al., 2009).

Les nitrites constituent une étape importante dans la métabolisation des composées azotées. Leur présence est due, soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniaque, soit à la réduction des nitrates. Leur présence dans l'eau est donc rare et en faible quantité. (Rejsek, 2002). Et leur présence dans les eaux est un signe de pollution organique. (Rodier et al., 2009 et Beauchamp, 2004). Le nombre guide : 0mg/l ; la concentration

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote (Rejsek, 2002), ils sont très soluble (Rodier et al., 2009). Ils se trouvent naturellement dans les eaux de surface et dans les eaux souterraines. Leurs concentrations naturelles ne dépassent pas 3mg/l dans les eaux superficielles et quelques mg/l dans les eaux souterraines (Rejsek, 2002). L'augmentation des teneurs en nitrates dans l'eau douce est d'une grande importance étant donné leurs rôles dans les écosystèmes aquatiques (Moffat, 1998) et les risques sanitaires qui leur sont liés (Sadani, 2005). Les nitrates ont plusieurs origines : agricole (par l'utilisation massive d'engrais azotés), urbaine (les rejets des eaux épurées des stations d'épuration) et industrielle (les rejets des industries minérales (exemple : fabrication des engrais azotés). (Rodier et al., 2009; Rejsek, 2004). Le nombre guide est de 25mg/l, concentration maximale est 50 mg/l. En estime que la teneur de nitrate dans l'eau entre 50 et 100 mg/l peut être tolérée, sauf pour les femmes enceintes et les nourrissons (à des fortes doses, ils peuvent perturber l'oxygénation du sang c'est "la maladie bleue ") (Beauchamp, 2004). Le nitrate peut atteindre et parfois dépasser 50 mg/L dans les eaux de surface en hiver au moment des lessivages des sols. (Rodier et al., 2009).

La concentration en **phosphore** dans les effluents secondaires varie de 6 à 15 mg/l (soit 15 à 35 mg/l en P_2O_5). Cette quantité est, en général, trop faible pour modifier le rendement (FAO, 2003). Mais s'il y a excès, il est pour l'essentiel retenu dans le sol par des réactions d'adsorption et de précipitation; cette rétention est d'autant plus effective que le sol contient

des oxydes de fer, d'aluminium ou du calcium en quantités importantes. On ne rencontre pas en général de problèmes liés à un excès de phosphore (Asano, 1998).

Le potassium est présent dans les effluents secondaires à hauteur de 10 à 30 mg/l (12 à 36 mg/l de K₂O) et permet donc de répondre partiellement aux besoins (Faby, 1997). Il faut noter cependant que, s'il existe, un excès de fertilisation potassique conduit à une fixation éventuelle du potassium à un état très difficilement échangeable, à une augmentation des pertes par drainage en sols légers et à une consommation de luxe pour les récoltes (FAO, 2002).

Selon Gaujous (1995) l'origine du **Chlore et sodium** est :

- ✓ Naturelle (mer : 27g/l NaCl, et terrains salés)
- ✓ humaine (10 à 15g/l NaCl dans les urines/j).
- ✓ industrielle (industrie pétrolière, galvanoplastie, agroalimentaire)

Les chlorures et le sodium peuvent également poser problème, notamment en bord de mers, quand les réseaux d'égout drainent des eaux phréatiques saumâtres (Faby, 1997).

3. Autres paramètres caractéristiques

Matière en suspension et matière organique (MES) sont, en majeure partie, de nature biodégradable. La plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées, est associée aux MES (FAO, 2003). Les particules en suspension peuvent, par définition, être éliminées par décantation. C'est une étape simple et efficace pour réduire la charge organique et la teneur en germes pathogènes des eaux usées. Toutefois, un traitement beaucoup plus poussé est généralement requis pour faire face aux risques sanitaires. La présence de matière organique dans les eaux usées ne constitue pas, sauf cas très particulier, un obstacle à la réutilisation de ces eaux. Bien au contraire, elle contribue à la fertilité des sols. Cependant, l'expérience montre que le maintien d'une concentration importante en matière organique dans les eaux usées gêne considérablement l'efficacité des traitements destinés à éliminer les germes pathogènes. (FAO, 2003).

De plus, les concentrations significatives en matière organique peuvent aussi entraîner des odeurs désagréables, notamment s'il arrive que les eaux stagnent en surface. Enfin, une présence excessive de matières en suspension peut entraîner des difficultés de transport et de distribution des effluents ainsi que l'obturation des systèmes d'irrigation.

Eléments toxiques organiques

Les eaux usées contiennent des composés chimiques toxiques très persistants et qui ont une grande lipophilicité. Parmi ces composés, on peut citer les hydrocarbures polycycliques aromatiques, les alkyl-phénols, chlorophénols, phtalates, les pesticides et les résidus

pharmaceutiques actifs. Certains composés ont un pouvoir de perturber le système endocrinien tel que les hydrocarbures polycycliques aromatiques et les alkyl phénols (Belgiorno et al. 2007). En effet plusieurs environnements aquatiques ont été pollués par ces composés en plus des autres substances pharmaceutiques dont la principale source est les eaux usées (Kimura et al. 2004). Il s'est avéré que les stations d'épuration sont des sources potentielles de ces produits toxiques (Belgioro et al. 2007). Cependant, les faibles concentrations en ces composés dans les eaux usées limitent le risque d'exposition lors de leur réutilisation pour l'irrigation (Toze, 2006). De plus, En raison de la faible solubilité de ces éléments organiques, on les retrouvera concentrés dans les boues plutôt que dans les eaux résiduaires (FAO, 2003).

Salinité d'une eau correspond à sa concentration en sels dissous dans leur ensemble. Elle est exprimée soit par la valeur de la conductivité électrique (CE) ou par le résidu sec (Rs).

La Ce de l'eau, peut être estimée à partir de la concentration en RS exprimé en g/l, en utilisant à titre indicatif les relations approximatives suivantes :

- $Rs (g/l) = 0,64 \times CE (dS/m)$ lorsque $Ce < 5 dS/m$.
- $Rs (g/l) = 0,80 \times CE (dS/m)$ lorsque $Ce > 5 dS/m$.

D'une manière générale, la concentration en sels de l'eau usée excède celle de l'eau du réseau d'alimentation en eau potable (Faby et al. 1997).

Lorsque les eaux usées sont valorisées en irrigation, d'autres paramètres entre en considération notamment le SAR (ratio du Sodium Absorbable) qui exprime l'activité relative des ions de sodium dans les réactions d'échange dans les sols. Cet indice mesure la concentration relative du sodium par rapport au calcium et au magnésium échangeables. Généralement, le SAR et la Ce de l'eau destinée pour l'irrigation, sont utilisés en combinaison afin d'évaluer le risque potentiel de salinisation des sols (Tableau.2).

Tableau 2. Directives pour l'interprétation de la qualité de l'eau pour l'irrigation (Ayers et Westcot, 1985)

Problèmes potentiels en irrigation	Unités	Degré de restriction		
		Aucun	Léger à modéré	Sévère
Salinité				
CE	dS/m	<0,7	0,7-3,0	>0,30
TDS	mg/L	<450	450-2000	>2000
Infiltration				
SAR= 0-3 et CE =	dS/m	>0,7	0,7-0,2	<0,2
= 3-6 =		>1,2	1,2-0,3	<0,3
= 6-12 =		>1,9	1,9-0,5	<0,5
= 12-20 =		>2,9	2,9-1,3	<1,3
= 20-40 =		>5,0	5,0-2,9	<2,9
Toxicité Spécifique des ions				
Sodium (Na)				
Irrigation de surface	SAR	<3	3-9	>9
Irrigation par aspersion	méq/L	<3	>3	
Chlorure (Cl)				
Irrigation de surface	méq/L	<4	4-10	>10
Irrigation par aspersion	méq/L	<3	>3	
Bore (B)				
	méq/L	<0,7	0,7-3,0	>3,0
Effets divers				
Azote (NO ₃ -N)	méq/L	<5	5-30	>30
Bicarbonates (HCO ₃)	méq/L	<1,5	1,5-8,5	>8,5
pH		Gamme normale 6,5 - 8,4		
CE: conductivité électrique; TDS: total dissolved solids; SAR: rapport d'absorption du sodium				

4. Qualité microbiologique eaux usées

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces Organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes (Baumont, *et al.* 2004).

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau (tableau 3). Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 µm. La quantité moyenne de bactéries dans les fèces est d'environ 10¹² bactéries/g (Asano, 1998). Les eaux usées urbaines contiennent environ 10⁶ à 10⁷ bactéries/100 ml dont 10⁵ proteus et entérobactéries, 10³ à 10⁴ streptocoques et 10² à 10³ clostridium.

Parmi les plus communément rencontrées, on trouve les salmonellas dont on connaît plusieurs centaines de sérotypes différents, dont ceux responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux. Des germes témoins de contamination fécale sont communément utilisés pour contrôler la qualité relative d'une eau ce sont les coliformes thermo tolérants (Faby, 1997).

Tableau 3. Les bactéries pathogènes dans les eaux usées

Agent pathogène	Symptômes, maladie	Nombre pour un litre d'eau usée	Voies de contamination principales
<i>Salmonella</i>	Typhoïde, paratyphoïde, salmonellose	23 à 80 000	Ingestion
<i>Shigella</i>	Dysenterie bacillaire	10 à 10 000	Ingestion
<i>E. coli</i>	Gastro-entérite	.	Ingestion
<i>Yersinia</i>	Gastro-entérite		Ingestion
<i>Campylobacter</i>	Gastro-entérite	37 000	Ingestion
<i>Vibrio</i>	Choléra	100 à 100 000	Ingestion
<i>Leptospira</i>	Leptospirose		Cutanée/Inhalation/Ingestion
<i>Legionella</i>	Légionellose		Inhalation
<i>Mycobacterium</i>	Tuberculose		Inhalation

Au cours de leur cycle vital, **les protozoaires** passent par une forme de résistance, les kystes, qui peuvent être véhiculés par les eaux résiduaires. Ces parasites sont très persistants. Ainsi, selon les conditions du milieu, ces organismes peuvent survivre plusieurs semaines voir même plusieurs années (Campos, 2008). Plusieurs protozoaires pathogènes ont été identifiés dans les eaux usées (Gennaccaro et al., 2003).

Parmi les plus importants du point de vue sanitaire, il faut citer *Entamoeba histolytica*, responsable de la dysenterie amibienne, *Giardialamblia* et *Cryptosporidium parvum* (Toze 1997, in Toze, 2006). En revanche, 10 à 30 kystes, est une dose suffisante pour causer des troubles sanitaires (Campos, 2008).

Les virus sont des parasites intracellulaires obligés qui ne peuvent se multiplier que dans une Cellule hôte. On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 10³ et 10⁴ particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées restent difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous estimation de leur nombre réel. Les virus entériques sont ceux qui se multiplient dans le trajet intestinal. Parmi les virus entériques humains les plus nombreux il faut citer les entérovirus (exemple: polio), les rota virus, les rétrovirus, les adénovirus et le virus de l'Hépatite A. Il semble que les virus soient plus résistants dans l'environnement que les bactéries. (Aulicino, et al. 1996), ont constaté que, au cours de processus de traitement des eaux usées, les virus sont plus difficiles à éliminer que les bactéries classiques couramment utilisées comme indicateurs de la qualité bactériologique des eaux. De plus les auteurs ont détecté plusieurs virus dans les milieux récepteurs recevant des effluents traités tels que les rivières et les étangs. D'autre part, Blanc et Nasser (1996), ont constaté que les virus sont plus persistants, à température ambiante, dans un sol irrigué par des EUT que certains autres bactériophages.

Chapitre 4. Effets des eaux polluées

1. Impacts des eaux pollués sur les sols

Le problème le plus important et le plus courant que les eaux usées peuvent occasionner dans les sols est la salinisation. Ce problème survient même avec de l'eau douce en l'absence d'un lavage du sol et d'un drainage du terrain appropriés. L'utilisation d'eaux usées peut accélérer le processus de salinisation du sol en raison de la forte teneur en sels de ces eaux. La salinisation entraîne un effondrement de la structure du sol, ainsi qu'une disparition des pores et des interconnexions qui permettent le passage de l'eau et de l'air, et par conséquent :

- ✓ augmente le drainage latéral ;
- ✓ facilite l'érosion du sol ;
- ✓ limite l'oxygénation ;
- ✓ empêche le développement des racines ;
- ✓ réduit ou stoppe le développement des végétaux.(Anonyme, 2013)

En général, les effets de la salinité sont surtout préoccupants dans les régions arides et semi-arides, où les sels accumulés ne sont pas évacués par lavage des profils pédologiques par les précipitations naturelles et où l'on utilise des eaux usées. Comme indiqué précédemment, le risque de salinisation se mesure par une combinaison de paramètres. .(Anonyme, 2013)

À titre d'indication, il est utile de savoir que, selon le type de sol et les conditions de lavage et de drainage, les problèmes de salinisation apparaissent pour des conductivités >3 dS/m, des teneurs en matières solides dissoutes >500 mg/l (devenant sévères si >2000 mg/l) et un taux d'adsorption du sodium de 3–9 (Ayers & Wescot, 1985).

La sodicité, une forme particulière de salinisation, résulte d'une forte concentration d'ions sodium par rapport aux concentrations d'ions calcium et magnésium. Ce phénomène peut se produire même avec des eaux ayant une faible teneur en matières solides dissoutes et une conductivité peu élevée. Les carbonates et les bicarbonates peuvent également provoquer une défloculation des sols. Cet effet reste modéré lorsque la concentration de bicarbonates se situe entre 90 et 500 mg/l ; au-dessus de 500 mg/l, des problèmes peuvent apparaître. Les eaux usées ne sont pas le seul facteur responsable de la salinisation : un drainage insuffisant du sol et du sous-sol, le climat et le type de sol peuvent aussi provoquer ce phénomène, même si l'irrigation s'effectue avec de l'eau douce. Une variation de la qualité de l'eau d'irrigation peut aussi affecter le sol car un nouvel équilibre doit s'établir. Par exemple, si l'on remplace de l'eau fortement chargée en matières organiques par une autre dont la teneur en matières organiques est plus faible, on peut observer deux effets (Siebe & Fischer, 1996) :

1) des problèmes de salinisation dus à une augmentation des concentrations de sels au voisinage des racines avec la perte d'humidité ;

2) une mobilisation des métaux, car il n'y a pas de matières organiques pour les fixer. Plus la nouvelle source d'eau diffère par sa qualité de l'eau d'irrigation de départ, plus les effets sur le sol sont prononcés.

2. Risques sanitaires de la réutilisation des eaux contaminées

Dans le cas de l'agriculture, il est prouvé depuis longtemps que les micro-organismes pathogènes des animaux ne peuvent ni pénétrer ni survivre à l'intérieur des plantes (Sheikh et al., 1999). Les micro-organismes se retrouvent donc à la surface des plantes et sur le sol. Les feuilles et la plante créent un environnement frais, humide et à l'abri du soleil. Il peut donc y avoir une contamination pendant la croissance des plantes ou la récolte. Les pathogènes survivent plus longtemps sur le sol que sur les plantes (Asano, 1998). Le mode d'irrigation a une influence directe sur le risque : ainsi, l'irrigation souterraine ou gravitaire peut nuire à la qualité des eaux souterraines et de surface. Des contaminations directes peuvent avoir lieu lors de la maintenance du système d'irrigation. L'irrigation par aspersion crée des aérosols contaminants qui peuvent être transportés sur de longues distances. Alors que l'irrigation gravitaire à la raie et par inondation exposent les travailleurs à des hauts risques sanitaires, notamment lorsque le travail de la terre se fait sans protection (Peasey et al., 2000). Les nouvelles recommandations de l'OMS ont prévu des niveaux de risque selon la technique d'irrigation et les types des cultures (OMS, 2006).

3. Impact sur le développement et la production agricole.

Du fait de leur teneur en éléments nutritifs et de leur richesse en oligoéléments, les eaux usées

Lorsqu'elles sont réutilisées pour l'irrigation, entraînent une amélioration des rendements des

Plantes cultivées. Dans ce cadre, (Fars, et al. 2003) et (Rusan, et al. 2007) ont constaté une augmentation de la biomasse d'une plante fourragère lorsqu'elle est irriguée par une eau usée soit brute soit traitée. Ainsi, (Fars, et al. 2003) indiquent que les rendements enregistrés par rapport à un témoin dépassent les 110 %, pour les plantes irriguées par les deux types d'eau.

De même, l'irrigation par les EU entraîne un enrichissement important du tissu des plantes cultivées en oligoéléments (Yadav, et al. 2002), (Fars, et al. 2003). Les éléments traces qui sont généralement immobilisés dans les couches supérieures du sol peuvent provoqués, à long terme, des risques pour le développement des plantes. En effet, certains éléments traces (le bore, le fer, le manganèse, le zinc, le cuivre et le molybdène), peu nombreux, sont reconnus nécessaires au développement des végétaux en très faibles quantités, (Faby et Brissaud, 1997).

L'irrigation, à partir d'eaux usées, va apporter ces éléments, mais aussi d'autres oligo-éléments, non indispensables à la plante tels que le plomb, le mercure, le cadmium, le brome, le fluor, l'aluminium, le nickel, le chrome, le sélénium et l'étain. La biodisponibilité des ces éléments dans le sol peut engendrer leur accumulation dans les tissus des plantes et dans certains cas, les teneurs en ces éléments peuvent atteindre des seuils de phytotoxicité (Faby et Brissaud, 1997).

Par ailleurs, il est possible dans certains cas que les teneurs en métaux lourds dans les plantes irriguées par les EU dépassent les teneurs trouvées dans des plantes témoins ou les limites de certaines valeurs guides telles que signalées par (Xiong, et al. 2001) et (Muchuweti, et al. 2006).

4. Impact sur la qualité physico-chimique des eaux souterraines.

L'irrigation ou l'épandage des eaux usées sur des surfaces agricoles est l'une des techniques de recharge artificielle des nappes phréatiques couramment utilisée en région aride ou Semi-aride (Asanoa et Cotruvo, 2004).

Dans ce contexte, Ben Marzouk (2006), a constaté une remontée continue du niveau de la nappe phréatique suite à la pratique de l'irrigation par des eaux usées traitées dans la région d'El Hajeb. Au bout d'une dizaine d'année, cette remontée a atteint plus de 10 m. L'apport de l'irrigation à la recharge de la nappe est estimé à 0,1 Mm³/an ce qui correspond à 5% du volume des EUT réutilisées pour l'irrigation.

Dans la même zone d'étude, (Kallel et Bouzid (2002) ont constaté une augmentation de la salinité et de la concentration en éléments fertilisants (N et P) des eaux de la nappe suite à l'irrigation par les EUT. (Zekri, et al. 1995) ont constaté trois effets, de l'irrigation par les EUT sur la nappe phréatique :

- ✓ une augmentation de la salinité qui a passé de 2,3 à 4 mS/cm après 20 ans d'irrigation
- ✓ une contamination microbiologique liée à la proximité de la nappe de la surface du sol
- ✓ une pollution par les métaux lourds

5. Risques environnementaux.

Il réside dans la dégradation de la qualité des sols, des eaux souterraines et de surface, Les sols ayant une perméabilité interstitielle (gravier, sable) permettent une bonne épuration à l'inverse des sols fissurés (calcaire, dolomies, granit, etc.). Les nappes libres sont les plus exposées à la contamination, non seulement parce qu'elles ne bénéficient pas d'une protection naturelle vers la surface, mais encore parce qu'elles sont en général peu profondes. La réutilisation des eaux usées épurées peut donc être remise en cause dans des zones qui cumulent ces facteurs de risque (Lazarova et Brissaud, 2007).

Dans certaines conditions, **les effets sur les eaux souterraines** sont plus importants que les effets sur le sol. La pollution des eaux souterraines avec des constituants de l'eau usée est possible (FAO, 2003).

Pour **les eaux de surface**, la concentration élevée en N et P dans l'eau usée est d'un intérêt particulier lorsque l'eau usée épurée est mélangée dans un barrage, car ces éléments peuvent créer des conditions favorables à l'eutrophisation. Dans de telles conditions, l'apparition d'algues vertes est très fréquente et il est difficile de remédier aux problèmes y associés (FAO, 2003).

Au delà de l'effet global de certains constituants de l'eau usée épurée sur **les cultures irriguées** comme la salinité, l'eau usée épurée peut potentiellement créer une toxicité due à une concentration élevée de certains éléments comme le bore et quelques métaux lourds (FAO, 2003).

Accumulation de métaux dans le sol, bien que leurs dans les eaux usées surtout traitées soit faible, l'irrigation peut, à terme, entraînée l'accumulation de ces éléments dans le sol (Rattan, et *al.* 2005). L'accumulation d'éléments métalliques (EM) suite à l'irrigation avec des eaux usées brutes est souvent constatée. Ainsi, (Mapenda, et *al.* (2005) ont constaté une augmentation des teneurs en EM dans les horizons de surface des sols irrigués par des eaux usées brutes durant des périodes de temps plus ou moins importantes. Les teneurs trouvées dans les horizons de surface sont largement supérieures à celles trouvées dans les horizons de su surface (Mapenda, et *al.* 2005 in Balaid, 2011).

Partie 2. Enoncées de l'étude

1. Description de la zone d'étude

1.1. Caractéristiques géographiques

Située à l'Est du pays, au Sud-Est du Constantinois et au contrefort du Mont des Aurès, la wilaya de Khenchela s'étend sur une superficie de 9 811 km². Elle est composée de 21 communes représentées par 08 daïra et confine avec les wilayas de:

- ✓ Oum El Bouaghi au Nord
- ✓ El Oued au Sud
- ✓ Tébessa à l'Est
- ✓ Batna à l'Ouest
- ✓ Biskra au Sud-Ouest.(Fig. 3)

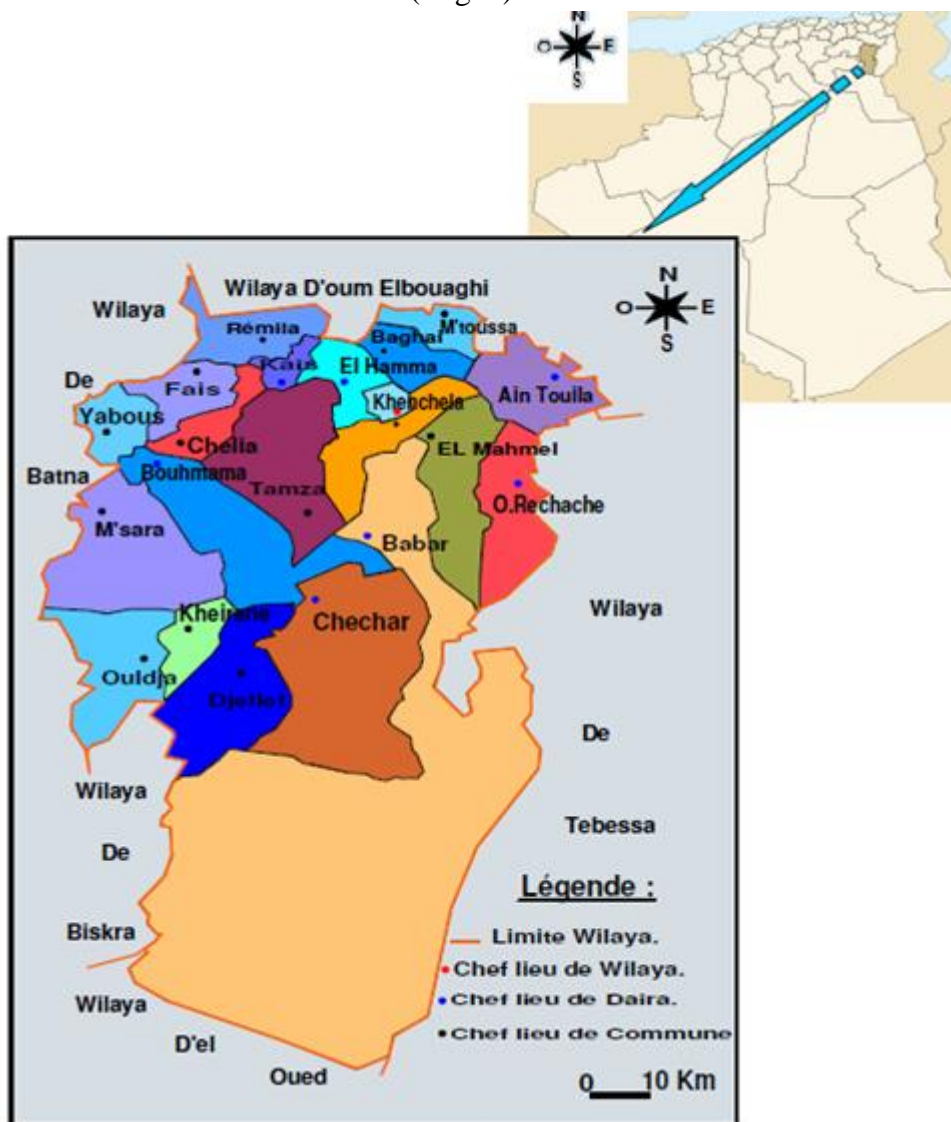


Figure 3. Carte administrative de la Wilaya de Khenchela. Source (Boubelli, 2009).

La wilaya de Khenchela se situe à l'aire géographique comprise entre 6° 32' et 7° 34' de longitude Est et entre 35° 7' et 35° 38' de longitude Nord. La wilaya de Khenchela appartient à l'ensemble naturel des Hauts Plateaux, un ensemble occupant la partie médiane du territoire national et bien individualisé géographiquement par les deux chaînes montagneuses de l'Atlas: l'Atlas tellien au Nord et l'Atlas saharien au Sud. (Fig. 4).

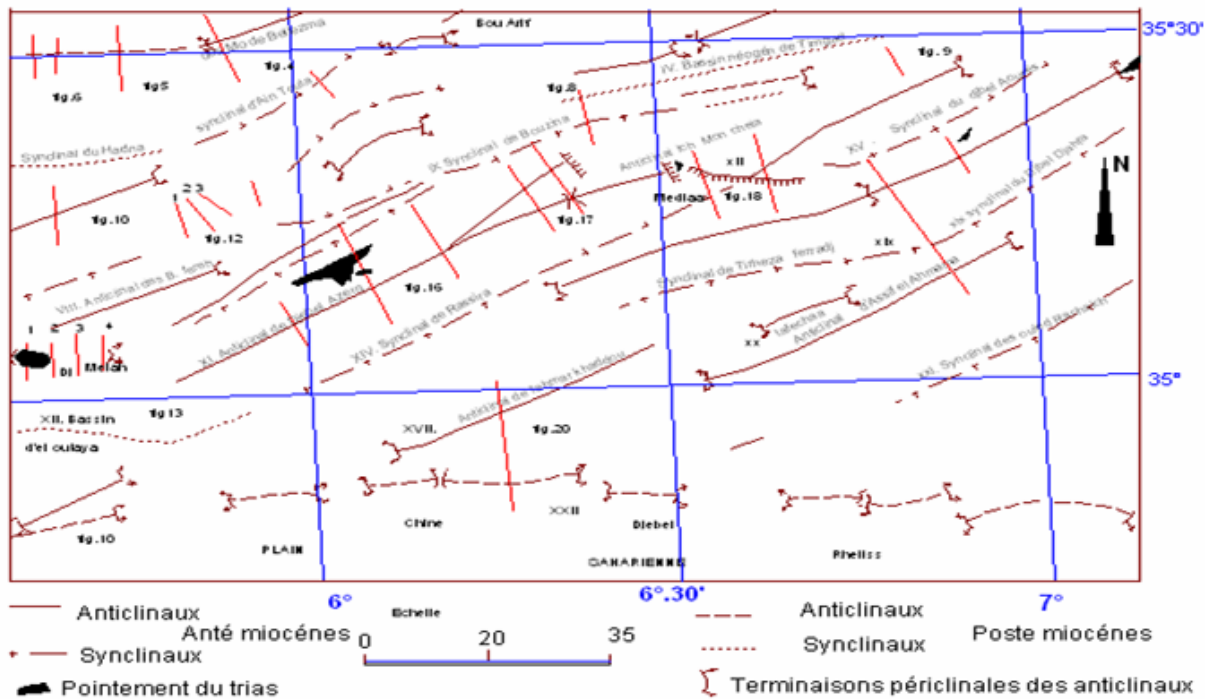


Figure 4. Schéma tectonique des Aurès. Source (Boubelli, 2009).

Wilaya de Khenchela est issue de la refonte territoriale de 1984. Elle était rattachée entre 1977 et 1984 à trois Wilaya différentes:

- ✓ Oum El Bouaghi pour l'ex Daïra de Khenchela.
- ✓ Tébessa pour la Daïra de Chachar.
- ✓ Batna pour la Daïra de Kais.

Actuellement le territoire de la wilaya est composé de 21 communes regroupées en huit Daïra (dont 5 Daïra créées en 1990). (La direction de planification)

Tableau 4. Division administrative de la Wilaya de Khenchela (La direction de planification)

Daïra	Communes
Khenchela (C.L.W)	Khenchela
El-Hamma	EL-Hamma, N'sigha, Tamza, Baghai
Ain-Touila	Ain-Touila, M'Toussa
Kais	Kais, Taouzient, R'Mila
Bouhamama	Bouhamama, Chelia, M'Sara, Yabous
Babar	Babar
Chechar	Chechar, djellal, Kheirane, Ouldja
O-Rechache	Ouled Rechache, Mahmel

Le réseau hydrographique, représenté dans la figure (5), est caractérisé par deux principaux drainages:

* Au Nord vers le Chott de Guerraet-Tarf.

* Au Sud vers le Chott Melghir.

Le réseau hydrographique du Nord n'est pas important et influe faiblement dans la vie économique de la région.

Le réseau de la partie Sud est composé de trois bassins essentiels:

- ✓ Bassin de Oued El- Ma.
- ✓ Bassin de Oued El-Areb.
- ✓ Bassin de Oued Beni Barber. (Boubelli, 2009)

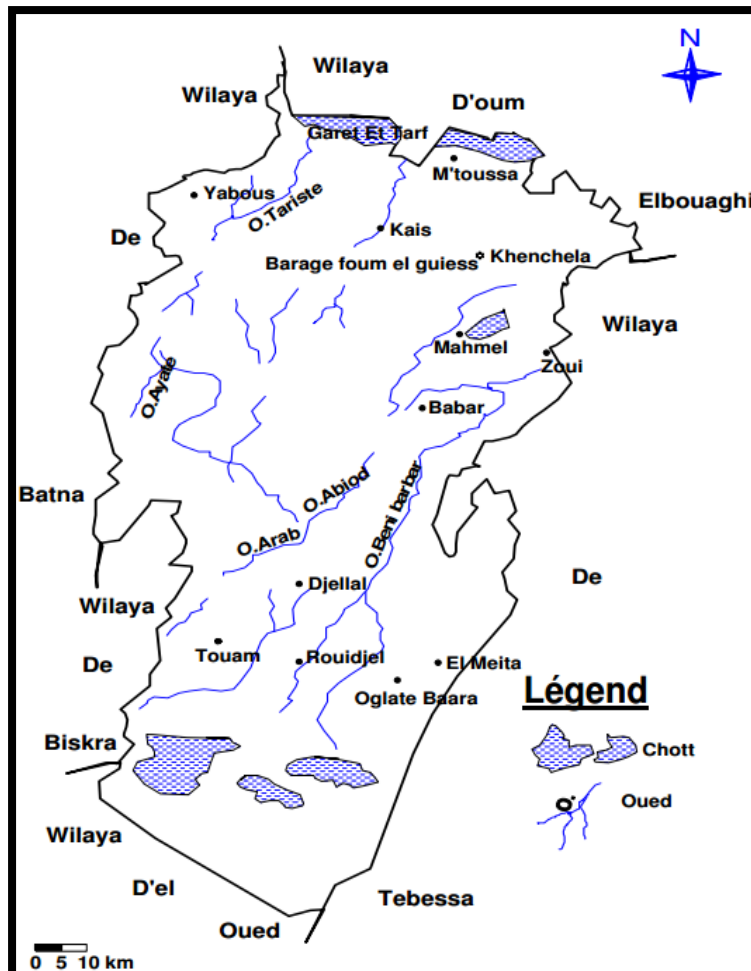


Figure 5. Carte des réseaux hydrographiques de la wilaya de Khenchela (D'après Hydraulique de Khenchela)

1.2. Caractérisation géomorphologique

Sur le plan géomorphologique, nous constatons que la structure physique de la Wilaya est très hétérogène. Elle se caractérise par trois régions naturelles distinctes :

- ✓ Les Hautes plaines au Nord : Couvrent 15% du territoire, c'est une région de plaines à fortes potentialités hydriques qui offrent de grandes possibilités pour le développement agricole.
- ✓ La Zone montagneuse : Occupe les parties centrale et Ouest de la Wilaya avec 36% du territoire (les massifs des Aurès et les Monts des Nememchas).

- ✓ Les parcours steppiques et sahariens : Couvrent la moitié Sud de la Wilaya avec 49% de la superficie totale (région à vocation pastorale). (Boubelli, 2009)

Nous pouvons répartir **le Climat** de la région de l'étude en trois types:

- ✓ Un climat très rude en hiver, modéré en été dans les régions montagneuses centrales.
- ✓ Un climat modéré en hiver, chaud et sec en été dans les steppes sahraouies du Sud.
- ✓ Un climat très froid en hiver, sec en été dans les hautes steppes au Nord.

Cette diversité climatique a donné à la Wilaya de Khenchela un penchant naturel multiple conférant des spécificités touristiques non négligeables. La quantité de pluie à l'Aurès indique 100 mm de moyenne annuelle. Cependant, des pluies diluviennes sont constatées dans les Aurès, les dégâts sont considérables. Pour **la végétation**, nous trouvons plusieurs conifères et arbustes (cèdres, pins d'Alep, sapin, chêne vert, etc.). Il y a le palmier, le genévrier, le saule, le Jujubier, le Tamarinier, les arbres fruitiers (pommier, grenadier, abricotier, poirier, figuier, olivier, amandier, etc.).

Sur **le plan socio-économique**, la région de Khenchela a été depuis toujours une zone à vocation agro-sylvo-pastorale l'activité principale au niveau de la région demeure l'agriculture avec une superficie de 231768ha, la couverture forestière occupe 231768ha.

Les terres à haute valeur agricole sont de 39000 ha, les terres improductives sont de 150155 ha (terres improductives 78900 ha, terres urbanisées 7236ha). Le secteur de l'industrie est faiblement représenté dans la wilaya. Il se constitue de deux unités de production de secteur public et trente et un de la petite moyenne entreprise privée. (La direction de planification).

1.3. Caractérisation géologique de la région d'étude

Plusieurs travaux et études sont conduits sur le massif des Aurès sur les hautes plaines steppiques et sur les zones humides. La plupart de ces études ont été axées sur les caractères stratigraphiques, géomorphologiques, sédimentologiques et structurales comme Laffitte (1939), Guiraud (1973), Villa (1977), Houha (1996) et Houha, 2007). (Fig. 6 et 7)

Le quaternaire recouvre la majeure partie de la plaine de Touffana et par extension celle de Rémila située plus à l'est. Le bassin étant fermé, il a recueilli tous les produits de l'érosion des reliefs environnants. La sédimentation est en majeure partie argileuse et marneuse ; avec une proportion importante de gypse. On y trouve également des intercalations de: graviers, sables et poudingues peu épais. Enfin notons au sud de la plaine et bordure du massif du Chélia, une croûte calcaire blanche recouvre les différentes formations du Miocène. (Shout et al. 2010)

QUATERNAIRE:

- e Eboulis à blocs.
- Q^d Glacis polygéniques nappant les reliefs.
- Q^c Villafranchien probable: croûtes calcaire.

MIOCENE:

- m³ Tortorien gréseux blanc
- m¹ Langhien-Serravalien: Marnes, biomicrites, biomicrosparites et grès blancs.
- m^{1a} Aquitano-burdigalien: conglomérats rouges.

CRETACE:

- c⁵ Campanien: marnes et calcaire crayeux.
- c⁴ Santonien: C⁴: faciès mameux de la moitié Est de la feuille, marnes gris-bleu et calcaire mameux à inocérames.
C^{4*}: faciès récifal des Djebels el krouma et Knif.

- c³ Coniacien: marnes grises et marno-calcaire.
- c^{2b} Turonien moyen et supérieur: marnes beiges et calcaires noduleux.
- c^{2a} Turonien basal: marno-calcaire bitumineux en plaquettes, alternances de marnes et de petits bancs marno-calcaires.

- c^{1c} Cénomannien supérieur: calcaire formant corniche.
- c^{1b} Cénomannien moyen: marnes grises et biomicrites.
- c^{1a} Cénomannien inférieur: marnes gris-bleuté à Rotallipores
- n⁶ Albien de l'anticlinal de Khenchela (marnes, dolomies et grés) et du Djebel el Krouma.
- c^{5bo} Aptien calcaire à Orbitolines de l'anticlinal de Khenchela.
- n^{5b} Aptien mameux gris.

TRIAS:

- t Trias: argiles varicolores et gypses chaotiques à glaçons (dt) calcaire-dolomitiques et *caronolites*



FIG. N°6 : Carte géologique de Khenchela

(D'après J. M. VILA)

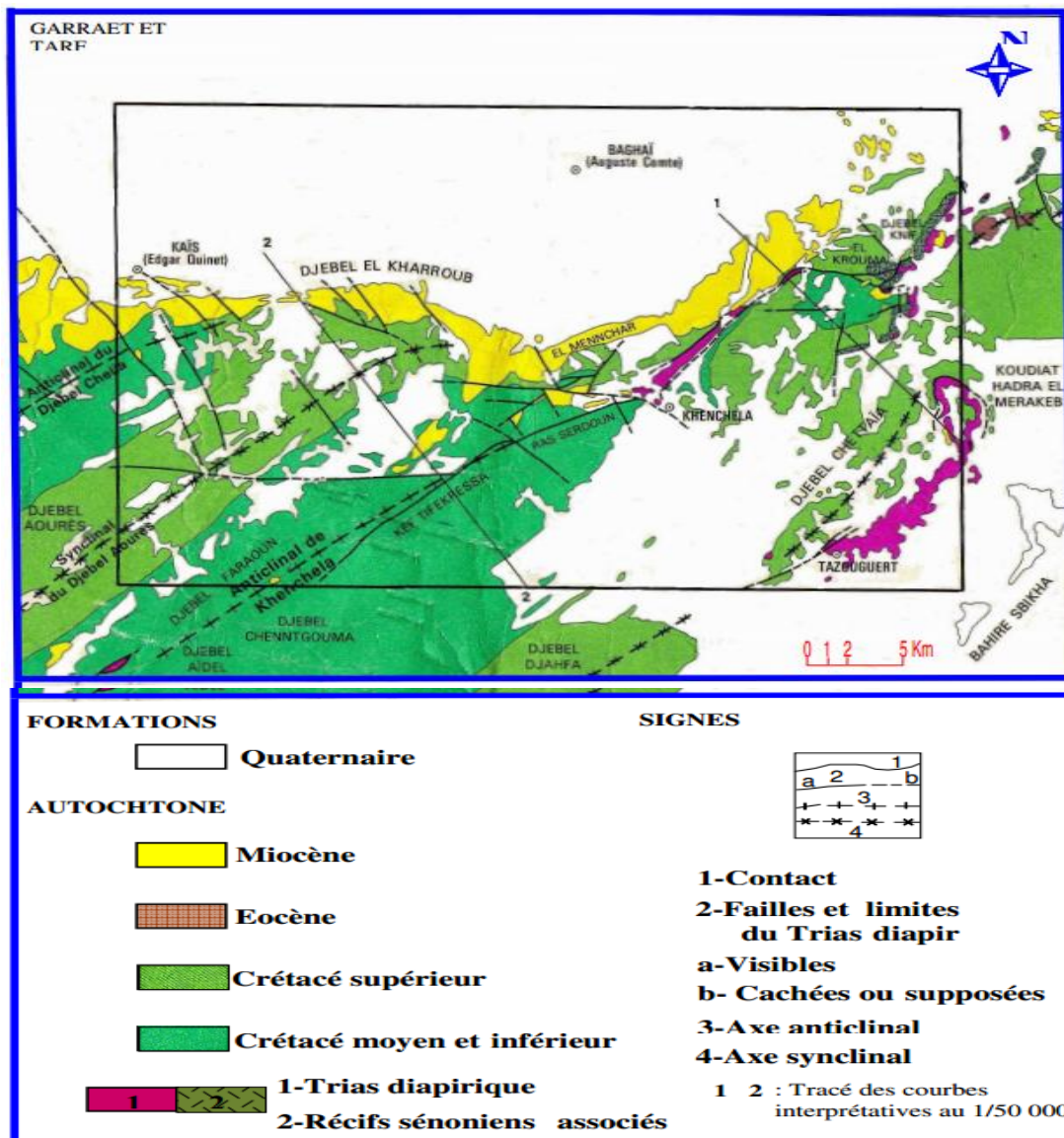


Figure 7. Schéma structural simplifié (D'après J. M. VILA)

Le Miocène.

Le Tortonien supérieur continental, il est constitué d'argiles silteuses beiges et rouges et de grés. Ces formations sont visibles dans les ravinements dans les alentours de Touffana. L'ensemble argilo gréseux épais de 300 à 400m. (Shout et al. 2010)

Le Tortonien gréseux blanc et grossier, cette formation est discordante et peut reposer directement sur le crétacé supérieur, notamment à la terminaison nord de l'anticlinal du Chéla. Elle est composée de grés blancs grossiers. Cette formation a une puissance d'environ 300m.

Le Langhien-Serravalien: il s'agit de marnes, biomicitres et grés blancs. Cet ensemble est fortement discordant sur le crétacé moyen et supérieur. L'Aquitano-Burdigalien: c'est un ensemble constitué d'argiles, d'argiles silteuses rouges et de grés. (Shout et al. 2010)

Le Crétacé. Le Campanien, Il est constitué de marnes noires. Sur le flanc nord de l'anticlinal du chéla 170m de marnes noires sont bien visibles, elles contiennent quelques intercalations de calcaires ocre légèrement phosphatés. (Chadi, 2004).

Le Santonien, Il s'agit de marnes gris-bleu et calcaires à inocérames. Cet étage affleure sur le flanc nord de l'anticlinal du Chéla. L'épaisseur de l'étage atteint 250m.

Le Coniacien constitué d'alternances de marnes grises et de marno-calcaires à inocérames. Sa répartition est analogue à celle du Santonien et son épaisseur est de 150m. (Shout et al. 2010)

Le Turonien « moyen et supérieur » : constitué d'alternances de marnes beiges et de calcaires zoogènes noduleux. Il constitue une des barres de la terminaison de l'anticlinal du djebel chéla. Son épaisseur est de 150m de calcaires noduleux riches en débris de mollusques et de marnes beiges.

Le Turonien basal, il s'agit de marno-calcaires bitumineux en plaquettes et alternances de marnes bleues. Son épaisseur atteint 200m. (Shout et al. 2010)

Le Cénomaniens supérieur, Il est constitué de calcaires marneux gris-bleu à cassure noirâtre.

Dans l'anticlinal du chéla, le sommet de cette série est franchement calcaire. (Shout et al. 2010)

Le Cénomaniens moyen. Ce sont 150m de marnes grises avec de petites intercalations calcaires.

Il est présent dans l'anticlinal du chéla. (Shout et al. 2010)

La Tectonique

La tectonique de la feuille de Touffana d'apparence simple est en fait assez complexe par ses vastes et lourdes structures plissées. (Coiffait, 1992).

Du nord au sud on distingue les structures suivantes

- ✓ L'anticlinal du djebel Amrane ;
- ✓ le synclinal de Touffana: c'est une lourde structure peu affectée par la fracturation;
- ✓ L'anticlinal du djebel chéla.

Cette phase de plissements maximum correspond au Lutétien. Les mouvements postburdigalien ont modifié Notablement les formations miocènes marine et continentale, (Durand-Delga, 1955).

Ainsi les grès du Burdigalien en bordure sud de la plaine sont relevés à 60-80° entre Timgad et Kais.

2. Caractérisation climatologique de la région d'étude

L'évolution du climat à une influence déterminante sur la variation de l'ensemble des réserves et les fluctuations des nappes d'eau souterraines qui s'alimentent par infiltration directe et se décharge par évaporation au cours de la saison en pays aride et semi-aride. Le climat intervient par sa composition hydrique (pluviométrie), qui régit fortement le régime des eaux souterraines et superficielles. (Boubelli, 2009)

Le climat algérien est un climat de transition .Il varie du type méditerranéen dans le Nord au type désertique dans le Sahara. Du fait de son appartenance géographique et bioclimatologiste à la zone aride et semi-aride (Djabaili, 1984; ANAT, 1992). L'Algérie du Nord est soumise à des conditions hydroclimatique défavorables, caractérisées par des précipitations irrégulières avec des variations interannuelles importantes et une forte irrégularité saisonnière et interannuelle des écoulements (ANAT, 1992).

Le climat de la région de Khenchela est de type méditerranéen, traduisant un hiver froid et pluvieux et un été chaud et sec il est :

- ✓ Semi- aride sur les hauts plateaux au nord.
- ✓ Continental sur la région montagneuse au centre.
- ✓ Aride sur l'atlas saharien au sud

2.1. Précipitations

Les monts de Khenchela reçoivent des précipitations neigeuses, ces derniers provoquent une diminution de la température et favorisent au maximum l'infiltration de l'eau dans le sous sol. (Bouaicha, 2009)

La figure (8) montre que le régime pluviométrique de la région de Khenchela se caractérise par une irrégularité très importante d'une année à l'autre avec une différence très marquée entre l'année la plus pluvieuse et la plus sèche; cet écart est de 315,7 mm entre l'année 2011 (l'année la plus pluvieuse avec un cumul de 627,5 mm) et l'année 2000 (l'année la plus sèche avec un cumul 311,8 mm), on note également que sur 16 ans il y a 10 ans présentant des quantités supérieures à 500 mm et 6 ans caractérisées par une pluviométrie plus de 300 mm.

La tendance des précipitations moyennes de 16 ans représentées par des triangles dans la figure 8 nous a permis de constater que le mois le plus pluvieux est le mois de Mai avec une moyenne de 69,5 mm, et le mois le plus sec est le mois de juillet avec une moyenne de 19,2 mm, ce qui nous donne un écart de 50,29 mm soit un pourcentage de 72,33 % de précipitation du mois le plus humide.

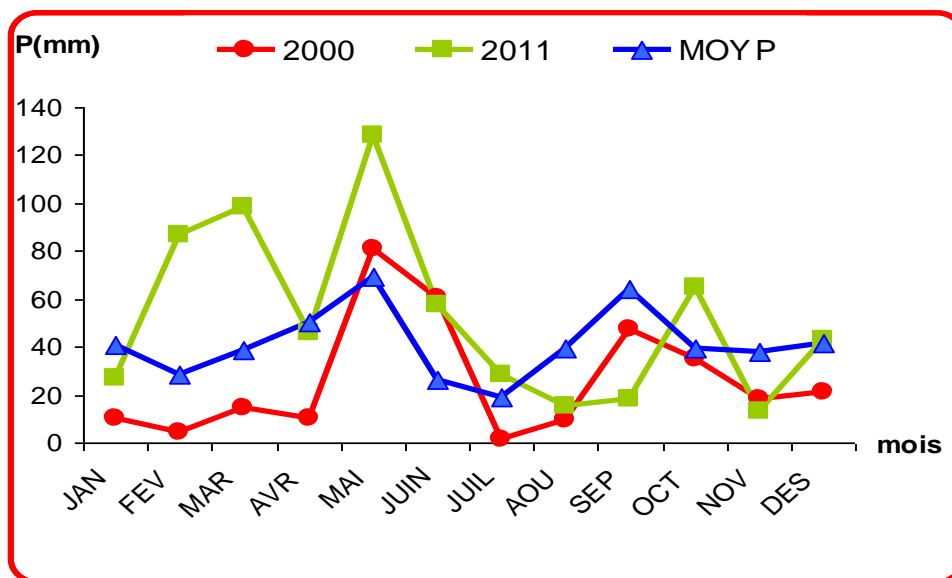


Figure 8. La variabilité mensuelle de la précipitation pour la période 1998 à 2013 par rapport à l'année la plus pluvieuse et la plus sèche

Dans l'ordre de répartition saisonnière, le calcul des totaux de précipitation par saison (tab. 5), a permis de mettre en évidence une pluviométrie globale plus importante en printemps et en

automne avec un cumul de 161,6 mm et 136,6 mm respectivement représentant ainsi un pourcentage de 32,986% et 27,893%.

Tableau 5. La variabilité saisonnière des précipitations pour la période 1998 à 2013

Saison	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Total
Précipitation en mm	109	161,6	82,63	136,6	489,8
par rapport au p Total	22,251	32,986	16,87	27,893	100

L'hiver se caractérise également par un gain important de 109mm, représentant un pourcentage de 22,251 %. L'été connaît une très faible pluviosité de 82,63mm, correspondant ainsi à un pourcentage de 16,87%.

2.2. Les températures

La température joue un rôle important dans la détermination du type de climat d'une région donnée, car elle détermine l'évaporation et l'évapotranspiration.

Tableau 6. La variabilité mensuelle des Températures minimales maximales et moyenne

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUIN	JUIL	AOU	SEP	OCT	NOV	DES
T °C min	2,34	2,07	5,22	7,8	11,81	15,81	19,11	18,95	15,17	11,65	6,19	2,95
T °C max	10,84	11,81	16,51	19,86	25,22	30,94	35,16	33,68	27,12	22,58	15,66	11,42
T °C moy	6,59	6,94	10,87	13,83	18,52	23,37	27,13	26,31	21,15	17,12	10,93	7,18

Source: Station Météo Khenchela

Nous pouvons remarquer que la plus haute température est celle enregistrée au mois de Juillet avec une moyenne des maxima de 35,16°C, alors que la plus faible des minima est de 2,07°C, valeur enregistrée au mois de Février.

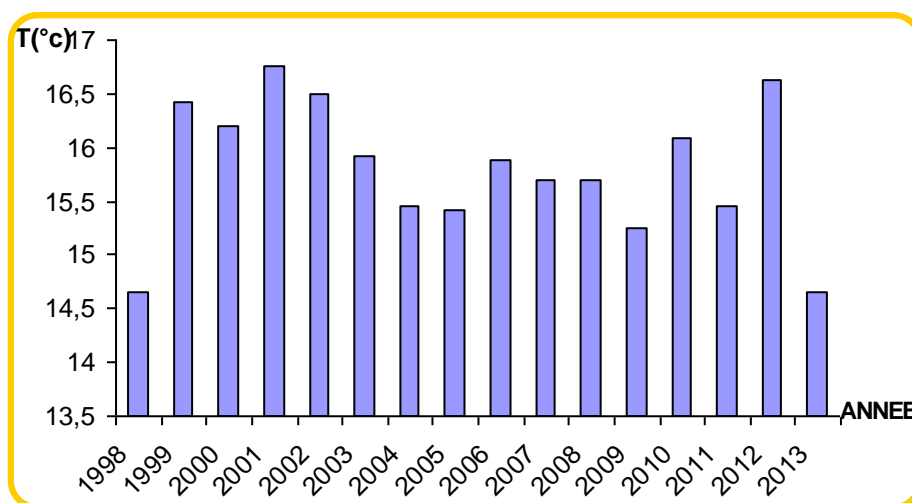


Figure 9. La variabilité annuelle des températures sur la période de 1998 à 2013

La figure 9 indique que la variabilité présentée par les températures moyennes des années, s'étale entre 14,65°C (moyenne des années 1998 et 2013) et 16,75°C (moyenne de l'année 2001) avec une différence de 2,1°C.

La variabilité mensuelle des températures de la période de 16 ans est bien représentée dans la figure (10) qui montre également la variabilité mensuelle de l'année la plus chaude 2001 et l'année la plus froide 2013

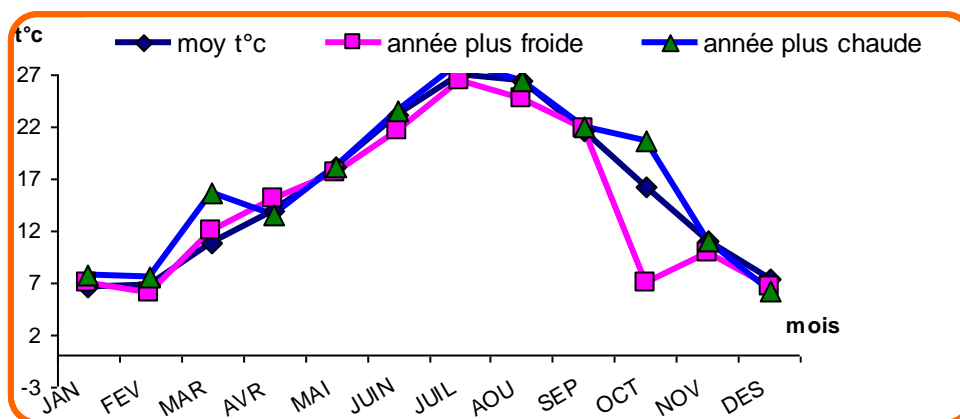


Figure 10. La variabilité mensuelle des températures de la période 1998 à 2013

On remarque que les mois les plus froids sont décembre, janvier et février avec des moyennes de 7,34, 6,69 et 6,84°C, et les mois les plus chauds sont juillet, Août avec une moyenne supérieure à 26 °c (26,98 et 26,33°C). En générale, Nous observons que tous les mois présentent des valeurs presque similaires.

Pour caractériser le type du climat de la région d'étude, on calcule l'indice d'aridité pour la période 1998 jusqu'à 2013

$$I = P(\text{mm}) / (T(^{\circ}\text{C}) + 10)$$

}

P (mm): la pluviométrie
 T (°C): Température moyenne
 I :L'indice d'aridité de Martonne

$$I = 489,79 / (15,79 + 10) = \mathbf{18,99}$$

Avec cet indice, on peut ressortir que la zone d'étude se situe dans un climat semi-aride.

A partir des données de pluviométrie et de température, une synthèse climatique a été établie en se basant sur le degré d'aridité du climat.

La méthode adoptée est celle du diagramme ombrothermique de Gausсен-Bagnouls qui définit la période sèche de l'année, comme étant celle où les précipitations moyennes

mensuelles P exprimées en mm sont inférieures au double de la température moyenne mensuelle exprimée en °C (fig. 11).

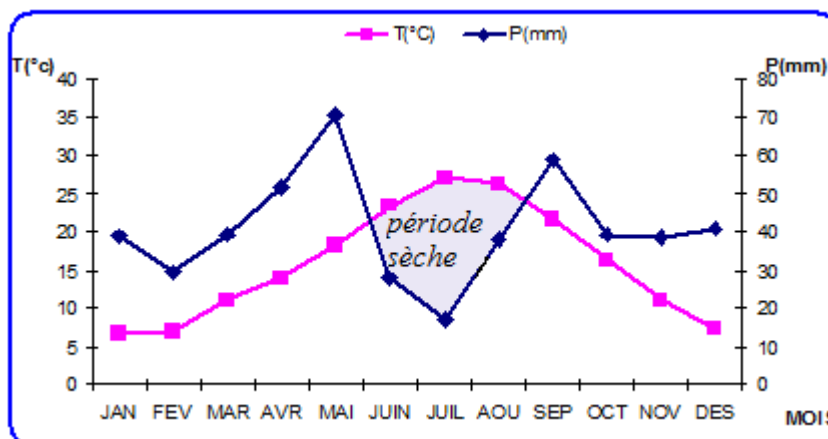


Figure 11. Diagramme Ombrothermique de la période (1998 à 2013)

La lecture du diagramme ombrothermique montre que la période sèche au niveau de la région peut s'étaler sur une période allant de début Juin à fin Août, donc presque trois (03) mois.

La période humide plus longue, de sept mois et qui commence du mois de Septembre et se prolonge jusqu'au mois de Mai, alors que cette période correspond essentiellement l'Hiver et le printemps

3. Contexte de l'étude

Notre étude a été conduite dont le bute d'identifier quelques sources de pollution, pour cela nous avons effectué genre d'enquête, tout en récoltant les données de différents établissement dans la Wilaya de Khenchela comme Le Centre d'Enfouissement Technique CET, La Station de Traitement des Eaux polluées STEP, services hydraulique, Direction des Services Agricoles DSA et La Wilaya de Khenchela.

Les analyses physicochimiques sont effectuées au niveau de la Station de Traitement des Eaux polluées de la wilaya de Khenchela dans le cadre d'un stage scientifique pendant une semaine, au cours de laquelle nous avons réalisé les mesures suivantes :

MES, DBO₅, DCO, N-NO₂, N-NO₃, PO₄⁻³, O₂ dissout, Salinité, Conductivité, Température et pH.

Les analyses ont été effectuées à l'entrée et à la sortie de la station de Traitement des Eaux polluées.

Partie 3. Résultats et discussions

Chapitre 1. Identification des sources de pollution influant sur la qualité d'eau de la région de Khenchela

Les activités humaines n'ont cessé de modifier les conditions naturelles des écosystèmes aquatiques. Ces différentes activités induisent des changements qualitatifs et/ou quantitatifs des concentrations de base qui sont liés essentiellement aux apports et aux processus biogéochimiques (Martin et Meybek, 1979; Meybek et Helmer, 1989).

En Algérie, on peut définir deux principales sources:

- ✓ Les sources ponctuelles qui présentent l'avantage d'être quantifiables et qui concernent les effluents domestiques et industriels;
- ✓ Les sources diffuses difficilement estimables et concernent essentiellement les activités agricoles, les déchets solides...

Ces sources de pollution, conjuguées dans la plupart des cas, sont la cause de la détérioration de la qualité des milieux aquatiques. La réduction de l'une d'elles n'amène pas une amélioration de la qualité de l'eau devant la persistance de l'autre source suffisante pour maintenir des conditions d'eutrophie (Sharpley et al, 2000; Arheimer et al, 2004).

Si on superpose les deux cartes (carte administrative et des bassins versants), représentées dans la figure (12), nous observons que la wilaya de Khenchela fait partie de trois grands bassins versants qui sont :

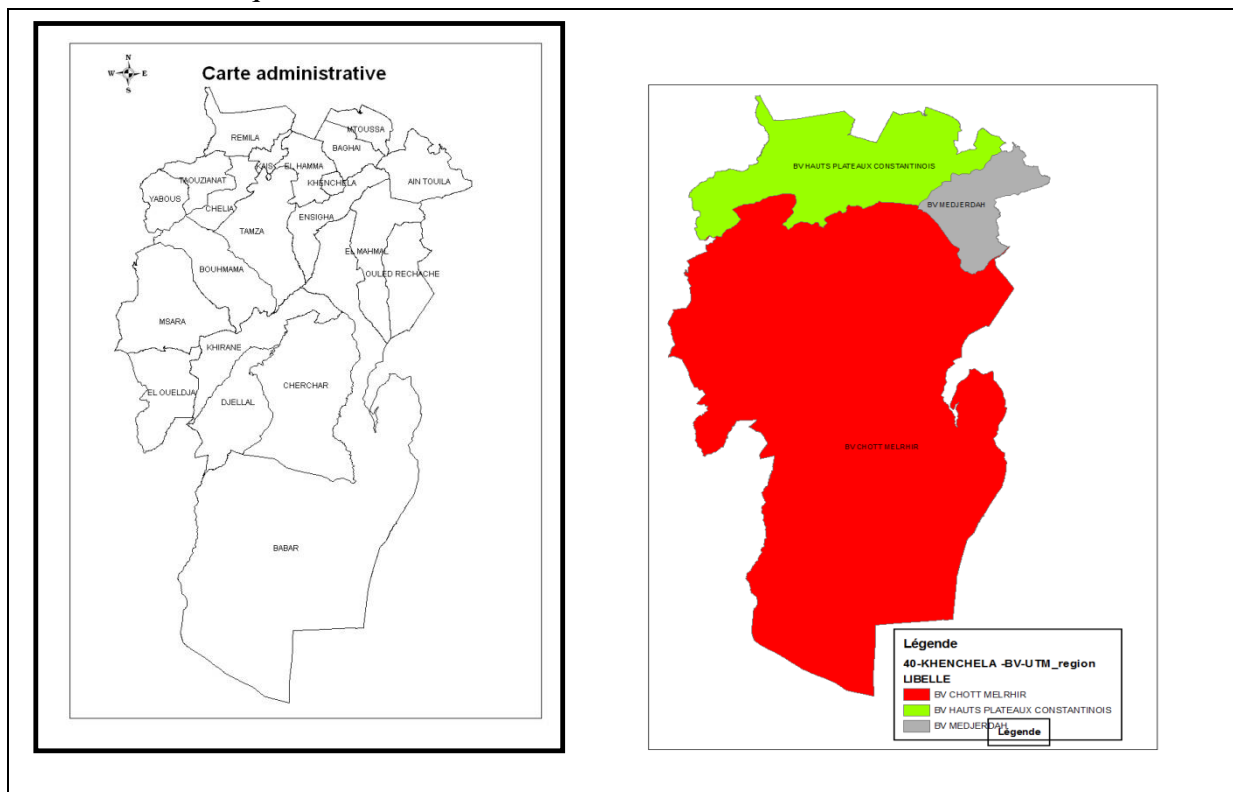


Figure 12. La carte administrative et des bassins versants de la région de Khenchela

- ✓ Le bassin versant des hauts plateaux constantinois enferme les communes suivantes: Yabous, Taouzient, Rémila, Kais, Khenchela, Cheléa, El Hama, Metoussa et Baghai.
- ✓ Le bassin versant de Chott Melrhir englobe les communes de M'sara, Bouhmama, Tamza, Ouldja, Kheirane, Ensigna, Djellal, Babar, Cherhar, Mehmal et Ouled Rachache.
- ✓ Le bassin versant de Medjerdah où se trouve la commune de Ain Touila.

1. La pollution liée à la population,

Est la pollution issue des décharges non contrôlées et des eaux usées. Le risque de pollution lié à la décharge est principalement dû aux lixiviations qui s'écoulent des ordures et secondairement aux matières plastiques, en particulier, qui peuvent être transportés par les vents vers le milieu récepteur.

Les déchets des communes de la Wilaya de Khenchela seront bien étudiés dans le troisième chapitre, mais si en se basant sur la moyenne de production de déchets par habitant estimé à 595 g/hab/j par Asam, (1996), on peut déduire les quantités ci-dessous.

Tableau 7. Estimation des quantités des déchets produites par les habitants de la région de Khenchela

communes	Surface (km²)	population totale	Q^{te} de déchets produite T/j
khenchela	32	126 930	75,52
EL-Hamma	168	13 740	8,18
Ensigna	163	10 540	6,27
Baghai	136	7 580	4,51
Tamza	385	9 340	5,56
A. Touila	302	19 100	11,36
M'Toussa	118	6 650	3,96
Kais	56	39 260	23,36
Taouzient	167	12 190	7,25
Rémila	243	6 170	3,67
Bouhmama	409	12 050	7,17
Yabous	157	11 800	7,02
Chelia	152	5 620	3,34
M'sara	570	4 680	2,78
Chechar	922	31 310	18,63
Djellal	378	3 430	2,04
kheirane	400	6 470	3,85
Ouldja	366	3 340	1,99
O. Rechache	285	28 110	16,73
Mahmel	371	43 490	25,88
Babar	3 935	38 480	22,90
Total Wilaya	9 715	440 280	261,97

A partir du tableau (6), nous ne constatons que la commune de Khenchela, avec une population de 126 930 habitants, représente la quantité la plus importante de déchets produite par jour et qui peut atteindre les 76 T/jour suivi par la commune de Mahmel avec une production journalière de 25,88 T, alors que les trois faibles quantités de déchets produites sont enregistrées dans les communes, les moins peuplées, de l'Ouldja, Djellal, M'sara, avec les quantités suivantes: 1,99; 2,04 et 2,78 T/j respectivement.

Nous pouvons subdiviser cette charge polluante selon les bassins versants existants dans la Wilaya comme suit:

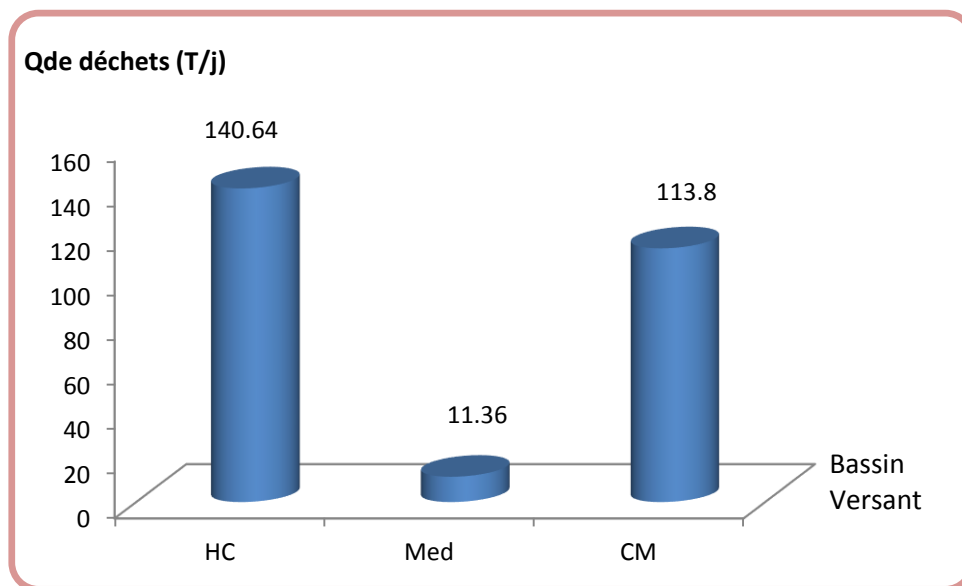


Figure 13. Histogramme des quantités théoriques des déchets rejetées dans chaque bassin versant.

Nous observons que les communes du Nord, celles qui se situent au bassin versant des Hauts Plateaux Constantinois représentent la plus grande charge polluante de 140,64 T/j suivi par les communes de Chott Marghir et enfin le bassin versant de Medjerdah avec une quantité de 11,36 T/j.

La pollution domestique est liée aux rejets des eaux usées urbaines (Sadani, 2005). On peut estimer les volumes des eaux usées rejetées dans les réseaux hydrologiques de la région de Khenchela en se basant sur la dotation domestique moyenne nette fixée par CNES, (2000) de l'ordre de 55 litres par habitant par jour et sur la dotation de la production des eaux usées, sur la base des prévisions théoriques de consommation d'eau potable et compte tenu du coefficient de retour à l'égout de 0.8.

Tableau 8. Evaluation de la production des eaux usées au niveau de la région de Khenchela.

Commune	N^{bre} habitant	Dotation domestique (m³/j)	Dotation des eaux usées (m³/j)
khenchela	126 930	6981,15	5584,92
EL-Hamma	13 740	755,7	604,56
Ensigna	10 540	579,7	463,76
Baghai	7 580	416,9	333,52
Tamza	9 340	513,7	410,96
A. Touila	19 100	1050,5	840,4
M'Toussa	6 650	365,75	292,6
Kais	39 260	2159,3	1727,44
Taouzient	12 190	670,45	536,36
Rémila	6 170	339,35	271,48
Bouhmama	12 050	662,75	530,2
Yabous	11 800	649	519,2
Chelia	5 620	309,1	247,28
M'sara	4 680	257,4	205,92
Chechar	31 310	1722,05	1377,64
Djellal	3 430	188,65	150,92
kheirane	6 470	355,85	284,68
Ouldja	3 340	183,7	146,96
O. Rechache	28 110	1546,05	1236,84
Mahmel	43 490	2391,95	1913,56
Babar	38 480	2116,4	1693,12
Total Wilaya	440 280	24215,4	19372,32

A partir du tableau 7, on remarque que la commune de Khenchela présente la dotation la plus élevée des eaux usées présentant ainsi un pourcentage de 28,83% c'est-à-dire presque le tiers des rejets des eaux usées directement rejetées aux cours d'eaux de la région, suivi par la commune de Mahmel avec un pourcentage de 10% du totale des rejets des eaux usées de la Wilaya.

Les usées polluées rejoignent les cours d'eau, puis les milieux récepteurs de chaque bassin versant, où nous enregistrons les quantités montrées dans le graphe (14).

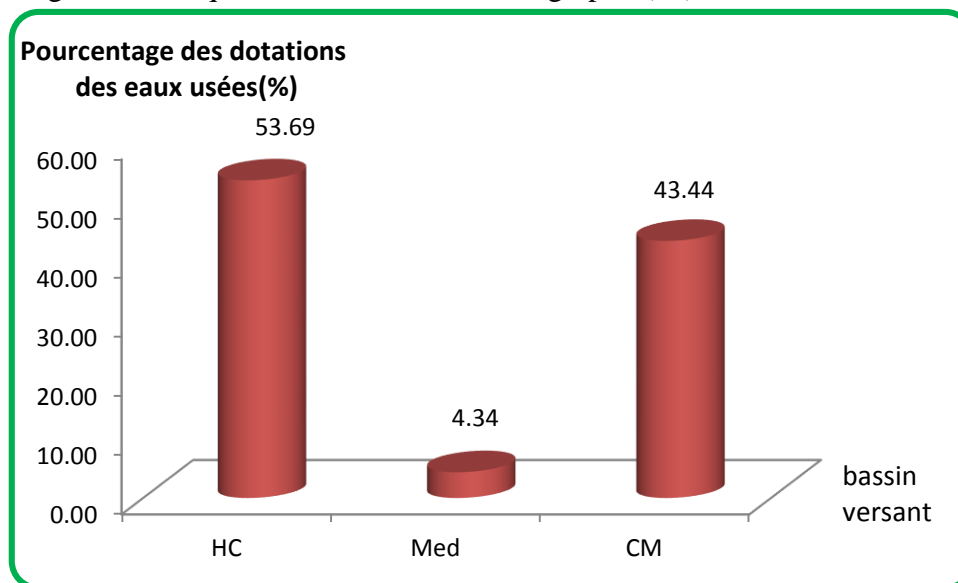


Figure 14. Histogramme des pourcentages de dotations des eaux usées dans chaque bassin versant.

Selon la figure (14) le bassin versant des hauts plateaux constantinois reçoit plus de la moitié des eaux usées de la Wilaya de Khenchela malgré qu'il couvre une surface plus petite de la wilaya par rapport à la partie couverte par le bassin versant de Chott Melghir, cela peut être expliqué par la concentration de la population dans la partie Nord de la Wilaya, alors que le bassin versant de Medjerdah reçoit seulement 4,34% de eaux usées de la Wilaya car il couvre une petite partie de la wilaya dite.

2. La pollution liée à l'élevage

Est une pollution très étroitement liée à l'agriculture et essentiellement à l'élevage du bétail. (Sadani, 2005). L'utilisation du fumier peut contribuer également et significativement au transport de l'azote dans les eaux de ruissellement et souterraines (Parsons et al, 1995).

Tableau 9. Le nombre de têtes dans les communes situées dans la région de Khenchela

Commune	TOTAL BOVIN	Total Caprins	Total Caprins	Tot	%
El –Hamma	2996	17916	1818	22730	4,76
Ensigna	2129	27265	2415	31809	6,66
Baghai	2501	25119	2318	29938	6,27
Tamza	1527	34513	6817	42857	8,98
Kais	800	4534	438	5772	1,21
Remila	3730	14365	1870	19965	4,18
Taouzient	1210	12430	3830	17470	3,66
Bouhmama	887	8881	5102	14870	3,11
Chelia	886	2518	5584	8988	1,88
M'sara	375	8690	3760	12825	2,69

Yabous	661	5047	1666	7374	1,54
Babar	861	61120	4890	66871	14,01
Mahmel	00	49493	5025	54518	11,42
Ouled Rechache	615	36516	2845	39976	8,37
Ain-Touila	566	19280	1340	21186	4,44
M'toussa	671	11190	503	12364	2,59
Chechar	322	19189	6551	26062	5,46
Kheirane	12	13748	5278	19038	3,99
Djellal	3	15675	5213	20891	4,38
Ouldja	7	759	1156	1922	0,40
Total Wilaya	20759	388248	68419	477426	100,00

D'après la SDA de Khenchela (Mars 2015)

On constate que la région Sud de la Wilaya de Khenchela, se caractérise par un aspect pastoral beaucoup plus que la partie Nord. Le nombre des animaux de la partie Sud représente 65,48 % du nombre totale de la Wilaya. Par contre la partie Nord représente 24,25% et la commune de Ain Touila Quant à elle représente 4,44% du patrimoine total de la wilaya. Ce cheptel génère soit directement (excréments dans les cours d'eau) soit indirectement (par fumure) une pollution non négligeable.

On estime les apports, par unité de bétail, en azote et en phosphore à 60 Kg/an d'azote et 3 Kg/an en phosphore (Beneton, 1984) (tab 16).

Tableau 10. Apport en azote et en phosphore liés à l'élevage au niveau de la région de Khenchela

Commune	Apport en azote (Tonne/an)	Apport en phosphore (tonne/an)
El –Hamma	1363,80	68
Ensigna	1908,54	95
Baghai	1796,28	90
Tamza	2571,42	129
Kais	346,32	17
Remila	1197,90	60
Taouzient	1048,20	52
Bouhmama	892,20	45
Chelia	539,28	27
M'sara	769,50	38
Yabous	442,44	22
Babar	4012,26	201
Mahmel	3271,08	164
Ouled Rechache	2398,56	120
Ain-Touila	1271,16	64
M'toussa	741,84	37
Chechar	1563,72	78
Kheirane	1142,28	57
Djellal	1253,46	63
Ouldja	115,32	6
Total Wilaya	28645,56	1432

A partir de ces données, on peut déduire les pertes de nutriments qui pourraient atteindre le milieu hydrique en appliquant les valeurs 1% pour le P et 10% pour N rapportés par Beneton, (1984). (Figure

Tableau 11. Pertes potentielles en azotes et phosphate au milieu récepteur de la Wilaya de Khenchela

<i>Commune</i>	Pertes en azote Tonne/an	Pertes en phosphore Tonne /an
<i>El –Hamma</i>	136,38	0,6819
<i>Ensiha</i>	190,854	0,95427
<i>Baghai</i>	179,628	0,89814
<i>Tamza</i>	257,142	1,28571
<i>Kais</i>	34,632	0,17316
<i>Remila</i>	119,79	0,59895
<i>Taouzient</i>	104,82	0,5241
<i>Bouhmama</i>	89,22	0,4461
<i>Chelia</i>	53,928	0,26964
<i>M'sara</i>	76,95	0,38475
<i>Yabous</i>	44,244	0,22122
<i>Babar</i>	401,226	2,00613
<i>Mahmel</i>	327,108	1,63554
<i>Ouled Rechache</i>	239,856	1,19928
<i>Ain-Touila</i>	127,116	0,63558
<i>M'toussa</i>	74,184	0,37092
<i>Chechar</i>	156,372	0,78186
<i>Kheirane</i>	114,228	0,57114
<i>Djellal</i>	125,346	0,62673
<i>Ouldja</i>	11,532	0,05766
<i>Total de Wilaya</i>	2864,556	14,32278

Ces polluants se divisent sur les différents bassins versant comme suit:

- ✓ Le bassin versant des hauts plateaux constantinois reçoit: 703,36T/an d'Azote et 3,52T/an de Phosphore
- ✓ Le bassin versant de Chott Melrhir reçoit: 1875,61T/an d'Azote et 9,38T/an de Phosphore.
- ✓ Le bassin versant de Medjerdah reçoit: 127,12/an d'Azote et 0,64T/an de Phosphore

3. la pollution par les engrais

Le rôle de l'agriculture dans le processus d'eutrophisation des milieux aquatiques a été souvent sous estimé en comparaison aux sources ponctuelles qui sont plus répandues et plus contrôlables (Sadani, 2005). Le fonctionnement des bassins versants et les agro systèmes induit plus ou moins inéluctablement un accroissement des pertes de sols (Dorioz, 1998; Yan et al, 2001; Stalnacke et al, 2004).

En plus de leur usage anarchique, les quantités d'engrais utilisées dans la région n'ont pas cessé ces dernières années surtout avec le lancement des nouveaux programmes de soutien principalement en vue d'intensification des céréales (tab. 11).

Tableau 12. Quantités d'engrais de fond et de couverture utilisées dans la Wilaya de Khenchela

Type De Produits	Quantités Livrées Aux Producteurs
Sulfate de Potasse 50%	155
N.P.K 12-18-18/11-15-15	13246
P.K 0-20-25	1071
T.S.P.Super Phosphates 45-46%	2762

Source DSA Khenchela(Mars 2015)

Ces apports en engrais se font généralement en deux temps

- une fumure de fond lors du labour (Octobre- Novembre pour les céréales et Février pour la luzerne)
- Une fumure de couverture à base principalement d'azote pour les céréales en Février-Mars.

Tableau 13. Les différents types d'engrais utilisés dans la région de Khenchela

Engrais de fond	Engrais de couverture
NPK (15/15/15)	UREE (46 %)
TSP (45 %)	Sulfate d'ammonium (33 %)

Les principaux types d'engrais employés dans la région sont NPK surtout 15/15/15 pour les cultures maraîchères, le TSP 45% et l'Urée 46 %.

Théoriquement, la période critique en matière de pollution devrait se situer donc à l'automne en concomitance avec une pluviométrie importante.

Il est difficile de quantifier exactement les quantités d'engrais transférées au milieu récepteur du fait de leur caractère diffus et le manque d'études spécifiques aux sols des régions.

L'importance relative de ses pertes dépend de plusieurs facteurs comme la topographie, le système agricole, le type de culture, le climat (précipitation) et les caractéristiques des sols En effet, dans les régions à climat aride et semi-aride, les phénomènes d'érosion et de lessivage sont généralement plus intenses et entraînent des pertes considérables en MES et en nutriments par rapport aux régions à climat tempéré (Cherifi, 2001).

Selon les valeurs guides de la littérature rapportées par Beneton (1984), (01 % pour P et 10 % pour le N) les quantités d'azote et de phosphore qui atteindraient le réseau hydrique présentés dans le tableau 14.

Tableau 14. Pertes potentielles en phosphore (P₂O₅) et en Azote liées à l'agriculture

Commune	en Azote (qx/an)	en Phosphore (qx/an)
Apports	1589,52	3841,38
Pertes	953,712	38,4138

A base de l'étude faite par l'Agence des Bassins Hydrogéographique qui a dégagé une carte de pollution des eaux superficielles, l'ensemble des données et résultats des teneurs des polluants Chimiques enregistrés mettent en relief le risque de pollution notamment par l'ammonium, le phosphate, les nitrates et les nitrites.

Autres produits chimiques ont été utilisés dans la wilaya de Khenchela et sont donnés au tableau (15)

Tableau 15. Produits phytosanitaires utilisés dans la région de Khenchela

Produits phytosanitaires	unité	Qté
1-solides		
-Fongicides	Kg	730
-Herbicides	Kg	960
-Insecticides	Kg	564
-Nematicides	Kg	115
-Divers	Kg	
2-liquides	L	
-Fongicides	L	1075
-Herbicides	L	6223
-Insecticides	L	1670
-Nematicides	L	100
-Divers	L	410

Source DSA Khenchela(Mars 2015)

Ces quantités rejoins le milieu récepteur de la Wilaya de Khenchela.

Chapitre 2. Etude de quelques paramètres physicochimique (Cas de station d'épuration de Baghai)

Les analyses de cette étude sont effectuées à la STEP Baghai, où elles entres dans le cadre de suivi quotidien de qualité des eaux usées brute (A l'entrée de la station) et épurées (A la sortie de la station). Les résultats d'analyses sont donnés dans le tableau (16)

Tableau 16. Analyse physicochimiques des eaux usées et épurées de la STEP de Khenchela

paramètres	MES (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)	DCO(mg/l)	N-NO ₂ (mg/l)	N-NO ₃ (mg /l)	PO ₄ (mg/l)	O ₂ D (mg/l)	Sal (mg/l)	Ce (us/cm)	T(°c)	pH
Entrée STEP (Eau brute)	192	289	338,6	2,28	4,89	4,3	1,12	2	1814	13,68	7,57
Sortie STEP(eau épurée)	19	27,5	58,2	1,98	3,57	3	2,34	1,73	1620	12,99	7,2
Taux d'élimination (%)	90,10	90,48	82,81	13,16	26,99	30,23	-108,93	15,61	10,69	5,04	4,89

A partir du tableau (16), nous constatons une diminution remarquable en ce qui concerne les demandes biologique et chimique en oxygène avec des taux de 90,48 et 82,81 % respectivement, réduisant ainsi les demandes à des valeurs subissés aux normes algériennes (entre 35et 40 mg/l pour la DBO et entre 120 et 130 mg/l pour la DCO). Nous remarquons également un taux élevé d'élimination de matières en suspension dépassant 90%, et réduisant ainsi les MES à 19 mg/l et qu'est une valeur sous la norme (35 à 40 mg/l). l'oxygène dessous, par contre, représente une augmentation dépassant les 100% cela peut être expliqué par la diminution des deux demandes en oxygène.

Chapitre 3. Gestion des déchets solides

1. Présentation du Centre d'enfouissement technique (CET) de Khenchela

Mise en service en Décembre 2010, CET Khenchela assure sa mission de prestataire de service environnementale à l'égard des communes et de ces clients divers. Les CET Baghai, Chechar, Babar et Ain Touila ; ou les déchets ménagers et assimilés sont enfouis et traités conformément à la réglementation en vigueur. L'année 2014 est marquée par l'ouverture des centres d'enfouissement techniques des communes Ain Touila , Babar et Chechar

Durant l'année **2014** le CET Khenchela a réceptionné une quantité de **37 454.02 T** des déchets à savoir :

- ✓ CET Baghai → **31 051.84 T**
- ✓ CET Ain touila → **1 792.32 T**
- ✓ CET Babar → **1 272.10 T**
- ✓ CET Chechar → **3 337.76 T**

Le Contrôle de la Qualité des déchets au Centre d'Enfouissement technique de Baghai, Chechar , Ain touila et Babar ne se limite pas au contrôle de camion au pont de bascule, un deuxième contrôle s'effectue aussi au niveau du casier.

Les déchets pesés au niveau du poste de contrôle sont transportés par les camions vers le casier, puis déversés sur une aire de tri compacté. Après un tri d'environ 10 minutes par les Agents de tri, les déchets sont poussés à l'aide du chargeur sur chenille jusqu'au secteur de mise en place, étalés en couches fines et pré-compactés par plusieurs passages successifs du véhicule. A l'aide des bulldozers, les déchets déversés sont assemblés dans des alvéoles de 20x20 m. L'exploitation de casier s'effectue en deux phases selon huit (6) alvéoles disposés en deux (2) étages.



Figure 15. Déchets déversés et assemblés dans des alvéoles

Contrôle de la densité (compactage des déchets) est l'opération la plus importante dans l'exploitation, elle a pour but d'économiser le volume de stocke des déchets et favoriser la fermentation des déchets, elle permet aussi de minimiser les odeurs, les risques d'incendie et la prolifération de nuisibles.



Figure 16. Compactage des déchets

Fourniture et mise en place de matériau pour la couverture

A l'aide d'un chargeur pneumatique, la couverture est réalisée presque chaque deux semaine suivant un plans en respectant la hauteur des déchets, après le compactage. La couche supérieur de l'alvéole est recouverte avec du matériau approprié et disponible (TUFF) d'une épaisseur de 20 cm.

Les couches sont couvertes avec de la terre pour éviter :

- ✓ L'envol des déchets;
- ✓ La poussière;
- ✓ Les mauvaises odeurs;
- ✓ La Prolifération des animaux errants.



Figure 17. Couverture journalière du casier

Aménagement, entretien des éventuelles modifications des voies de circulation

Des travaux d'aménagements ont été faits sur les voies de circulation dans le casier. Des voies de circulation ont été réalisées sur le tour de casier et jusqu'au point de déchargement pour éviter l'encombrement des camions. Ce qui a permis d'élargir le contour du casier à 10 m afin d'améliorer la circulation des camions.

2. les déchets réceptionnés par les quatre Centres

Le CET poursuit sa mission de prestataire de service à l'égard des collectivités locales et les neuf (09) Communes conventionnées avec le CET à savoir Khenchela , El Mahmel, El Hamma , N'sigha , Baghai , M'toussa, Ain touila, Babar et Chechar et les Clients divers. La quantité des déchets réceptionnés des quatre centres allait jusqu'à **40 777.14 T**.

3. CET de Baghai

Les valeurs de déchets réceptionnés durant l'année 2014 montrent que la quantité des déchets réceptionnés depuis le début du mois de Janvier 2014 est très variable, et elles passent de 2188,78 T au mois de Février à 3563,92 T au mois de juillet où elle atteint sa valeur maximale, avec une moyenne annuelle de 3004.32 T /mois.

La saison sèche est la période où la réception des déchets est la plus élevée avec une moyenne de **130T/jour**. (Fig. 18)

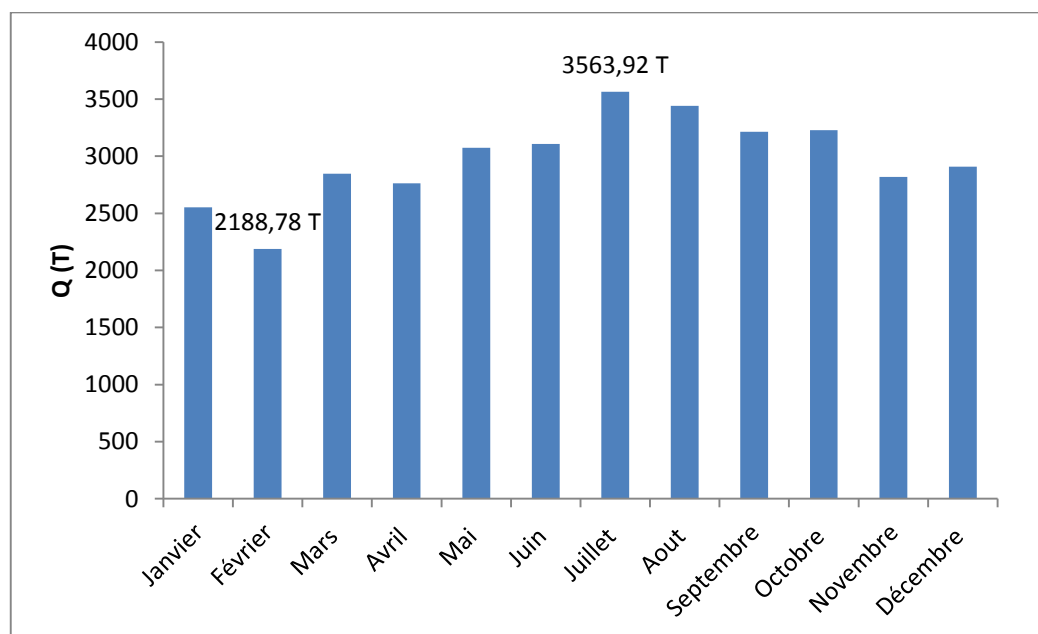


Figure 18. Histogramme représentant l'évolution mensuelle des déchets durant l'année 2014

4. Comparaison de la quantité réceptionnée entre les années 2011, 2012, 2013 et 2014

Selon le rapport établi par les services du Centre d'Enfouissement Technique de Khenchela en 2014, durant l'année 2012, La quantité des déchets réceptionnés était de l'ordre de **29991,17 T**, ce qu'il représente plus de 100% (**avec 26% de plus**) de la quantité réceptionnés durant l'année 2011 (**21241,3 T**). Entre l'année 2011 et 2012 La quantité des déchets réceptionnés chaque mois durant est presque similaire, seulement la période de Janvier-Mai où la réception des déchets par le CET était limité entre 7h00 et 18h00 pour l'année 2011 (fig.19).

En 2013 La quantité des déchets déversés est toujours en hausse; elle atteint **31710,22 T** avec une augmentation de **11%** par rapport à l'année 2012 et **37%** par rapport à l'année 2011. Nous avons enregistré une moyenne journalière de 100 tonnes, soit 2909,04 t/mois avec 70 rotations/jour des camions de ramassage, qui arrivent de six communes de la wilaya : Khenchela ; N'sigha, Elhamma, Elmahmel, Baghai et M'toussa et les divers clients. En 2014 la quantité des déchets a augmenté à **33051,84 T** donc presque **08%** par rapport à l'année 2013.

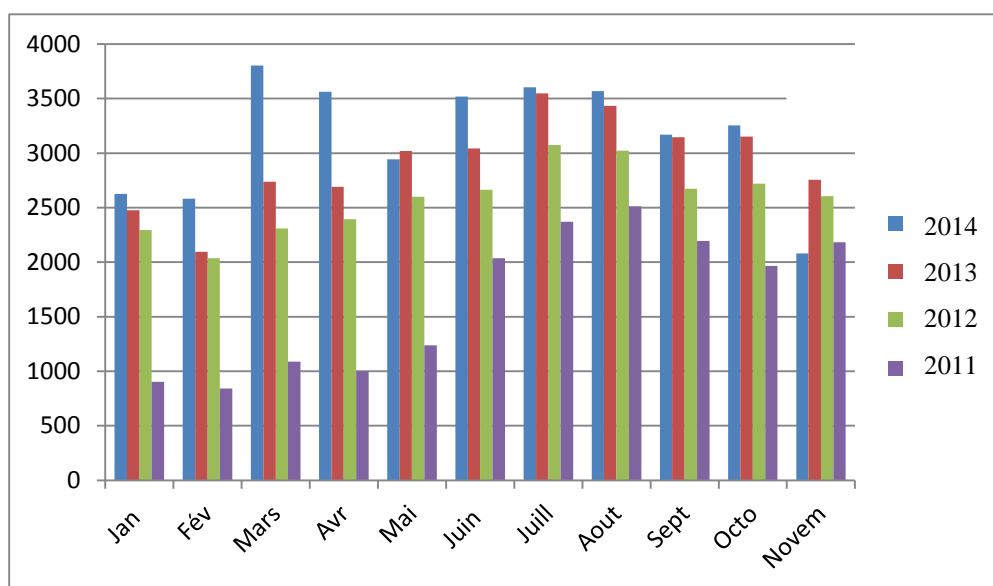


Figure 19. Histogramme de comparaison de la quantité mensuelle réceptionnée entre l'année 2011, 2012, 2013 et 2014

5. Classement des communes par apport aux quantités réceptionnées au CET Baghai

En exprimant la quantité des déchets réceptionnés par commune durant l'année 2014, on constate que Khenchela et Elmahmel restent les deux communes qui ont les taux les plus élevés de déchets avec **25713,21 T (79,4%)** et **3322,66 T (10,66%)**, respectivement.

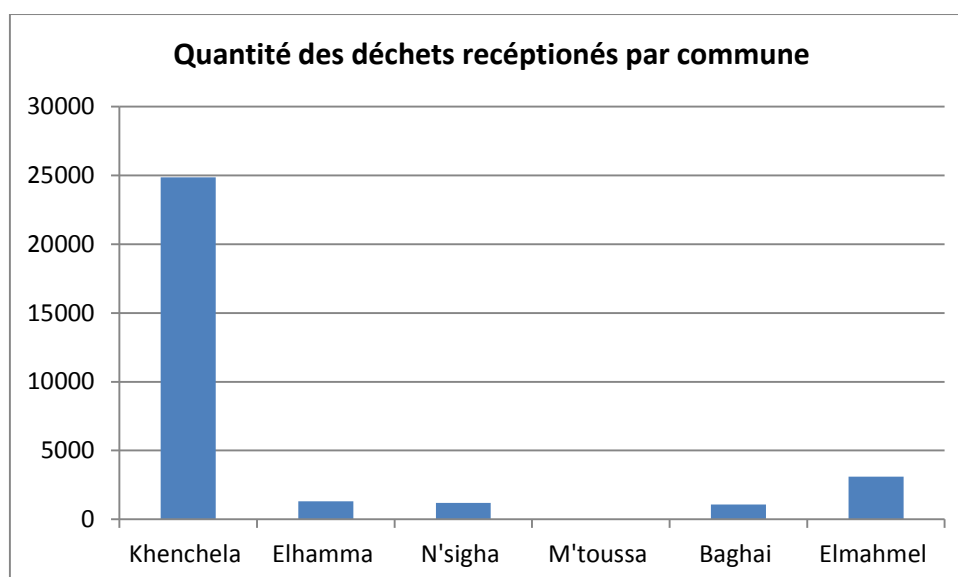


Figure 20. Quantités des déchets réceptionnés par communes

6. Tonnage et taux de couverture des CET Baghai, Chechar, Babar et Ain Touila

Le CET Khenchela accompagne les neuf communes dans la mission de traitement des déchets ménagers et leur contrôle conformément à un cahier des charges de gestion des centres et en fonction d'une convention réglementant les droits d'accès au CET entre le client (la commune) et le prestataire (le CET) . .

Les centres d'enfouissement couvrent **67%** de la population de la Wilaya de Khenchela. La quantité des déchets réceptionnés est très variable au cours de l'année 2014. En faisant la comparaison des données réelles avec les prévisions nous avons enregistré une insuffisance dans les quantités des déchets réceptionnés ou le taux de couverture atteint une moyenne de **50%** seulement.

Tableau 17. Tonnage et taux de couverture des CET Baghai, Chechar, Babar et Ain Touila

Communes	population	Tonnage réel	Tonnage théorique	Taux de recouvrement
Khenchela	120 710	26486.41	31867.44	83,11 %
Baghai	7 340	1132.98	1937.76	58,47 %
N'Sigha	10 160	1293.4	2682.24	48,22 %
Chechar	30 075	3422.16	7939.8	43,10 %
El Hamma	13 258	1375,34	3500,12	39,29 %
Ain Touila	18 360	1809,16	4847,04	37,33 %
El Mahmel	41 500	3335,67	10956	30,45 %
Babar	36 784	1326.9	9710.96	13,66 %
M'toussa	6 474	00	1709.14	0,00 %
Total	284 661	40 182.02	75 150.5	49,15%

(*)Recensement DPAT (2012)

7. Etat de l'environnement

Contrôle des odeurs

Durant l'année 2013 CET Khenchela a renforcé ses capacités en matière d'hygiène et sécurité. Le contrôle de l'état de l'environnement s'effectue quotidiennement et suivant un programme établi par la commission d'hygiène et sécurité. En 2013 le CET a acquis des nouvelles techniques et matériaux homologués par l'organisation mondiale de la santé, utilisés pour la désinfection et la neutralisation des odeurs et biogaz, à savoir :

THERMONEBULISATEUR K-30 et K-10 utilisés pour le traitement des grandes surfaces avec une quantité minimum de solution à base de pesticide tout en ayant le moins de travail possible et en étant le moins nocif pour l'environnement.

NOFAR-2 anticoagulant utilisé pour l'irradiation tous types de rongeurs (rats, souris...)

DELTAMETHRIN TERMINATOR 25 PW- K-30

EC , une nouvelle formulation pour la lutte contre la leishmaniose et le paludisme.

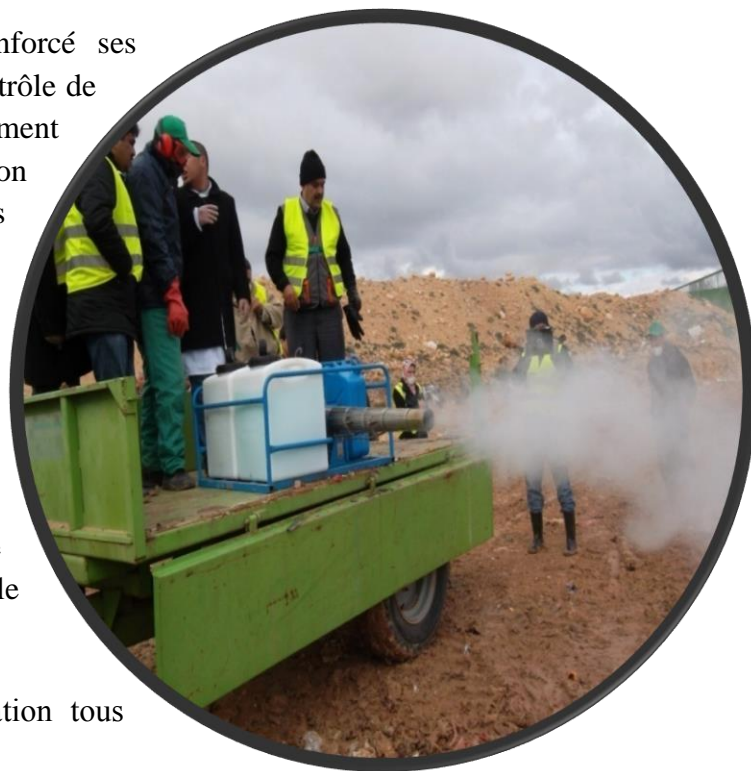


Figure 21. THERMONEBULISATEUR

Contrôle des lixiviats produites pour les quatre CET

Les lixiviats produits par le casier, sont collectés dans des drains puis dirigés vers les bassins de décantation. Les lixiviats issus du casier en cours d'exploitation sont collectés et stockés dans des bassins étanchés et constitués d'un géo-membrane résistante aux attaques des substances présentes dans les lixiviats.

En 2013, CET Khenchela a renouvelé la convention avec l'observatoire national de l'environnement et du développement durable. Le volume des lixiviats produits et collectés par les bassins varie au cours de l'année 2013 suivant les saisons, il est plus élevé durant le mois de janvier à cause des retombées des pluies et de neige, les quantités des lixiviats diminuent durant la saison sèche en été à cause de l'évaporation des bassins. Le système de drainage des lixiviats vers les bassins de décantation fonctionne et il n'y a pas de fuites des lixiviats vers l'environnement voisinant du site, et des analyses physico-chimiques sont réalisées périodiquement pour contrôler les lixiviats.

8. Caractérisation des déchets

Depuis l'année 2010 et jusqu'au 31 décembre 2013, le CET Khenchela a réceptionné une quantité de **97291,13 tonnes** des déchets ménagers et assimilés.

Il est important de connaître la composition des déchets ménagers pour permettre, entre autre, un meilleur choix de matériel de collecte et une évaluation des gisements en matériaux récupérables.

Tableau18. Nature et tonnage des produits dans le CET

Produits	Tonnage	Taux
Matière Organique	62266,32	64%
Plastique	16539,49	17%
Papier et carton	12647,85	13%
Textile	3405,19	3,5%
Verre	486,46	0,5%
Bois	486,46	0,5%
Métaux	972,91	1%
Autre	486,46	0,5%
TOTAL	97291,13	100%

9. Valorisation du Composte

En 2013 le CET a continué sa politique en matière de valorisation des produits recyclable. le CET à réceptionné les déchets du vieux stock de blé et de l'orge) qui provient de la coopérative des céréales des légumes secs Khenchela

La quantité de composte récupéré durant l'année 2013 est de **22,02 tonne**.

La quantité des déchargements (**442,48 tonne**) a été stockée à l'intérieur du CET pour une fermentation naturelle.

Activités de gestion et d'entretien

- ✓ La préparation de sol en retournent la terre et la mettre à niveau.
- ✓ Plantation des arbres et de gazon.
- ✓ L'arrosage quotidien de toute les plantes.
- ✓ Le désherbage des massifs à la main pour limité la concurrence des plantes invasives.

Conclusion

Khenchela compte tenu de la position géographique et des conditions climatiques est l'exemple même des villes algériennes devant faire face à l'insuffisance et à la pollution de ces eaux superficielles et souterraines. Devant cette situation, la mobilisation des quantités d'eau importantes et la préservation de leur qualité, deviennent un enjeu très important pour le développement local et la satisfaction des demandes qui ne cessent de croître, surtout que la région connaît un accroissement démographique important, un essor économique florissant tous azimuts et une augmentation des surfaces irriguées conjuguées à une sécheresse persistante.

L'étude climatique de la région de Khenchela a révélée l'irrégularité mensuelle des précipitations avec des variations interannuelles importantes et une forte irrégularité saisonnière et interannuelle des écoulements.

Notre travail a révélé l'existence de quelques sources de pollution comme la pollution agricole liée surtout à l'élevage des animaux concentré surtout dans la partie Sud de la Wilaya, ajoutant ainsi 1875,61 Tonnes /an d'Azote et 9,38 Tonne/an de Phosphore au milieu récepteur, l'activité agricole est liée également à l'emploi des engrais chimiques, qui rajoute

953,712 qx/an d'azote et 38,4138 qx/an de phosphore, ce qui confirme les résultats d'étude faite par l'Agence des Bassins Hydrogéographique qui a dégagé une carte de pollution des eaux superficielles, l'ensemble des données et résultats des teneurs des polluants Chimiques enregistrés mettent en relief le risque de pollution notamment par l'ammonium, le phosphate, les nitrates et les nitrites. La pollution domestique est présente également, et elle est, à l'inverse de la pollution agricole, concentré dans la partie Nord de la Wilaya avec un pourcentage qui dépasse le 53% des dotations des eaux usées de la Wilaya.

Les analyses physicochimiques des eaux usées (à l'entrée de la station d'épuration) et des eaux épurée (à la sortie de la station) indiquent une diminution remarquable en ce qui concerne les demandes biologique et chimique en oxygène avec des taux de 90,48 et 82,81 % respectivement, un taux élevé d'élimination de matières en suspension dépassant 90%, et réduisant ainsi les MES à 19 mg/l et une augmentation d'oxygène dessous qui dépasse les 100%.

En ce qui concerne la gestion des solides la Wilaya de Khenchela dispose 4 centres d'enfouissements techniques, et la ville de Khenchela (Chef lieu) représente le taux de recouvrement le plus élevé avec un pourcentage de 83% . La saison sèche est la période où la réception des déchets est plus élevée avec une moyenne de 130T/jour.

Références

A

Achour S. (2001), Incidence des procédés de chloration, de floculation et d'adsorption sur l'évolution de composés organiques et minéraux des eaux naturelles, Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences Hydrauliques, Université de Tizi-Ouzou, 231 p.

Anonyme (2013). Directives *OMS* pour l'utilisation sans risque des eaux usées, des excréta et des eaux ménagères, volume 2 chapitre 8. pp 121-148

ANPEA (2012). Transport, Manutention, stockage des engrais minéraux solides. Referentiel de bonnes pratiques. Mag. Version 2 Septembre. 157p.

Aouadja M. (2010). La Mobilisation des Eaux de Surface une Alternative pour une Gestion Intégrée des Eaux Dans la Wilaya de Jijel. International Network Environmental Management Conflicts, Santa Catarina – Brasil, 1(1), pp. 165-172.

Arheimer B., Andersson L., Larson M., Lindstrom G., Olsson J. & Pers B.C. (2004). Modelling diffuse nutrient flow in eutrophication control scenarios .*Wat Sci Techno*.Vol.49(3):37-46

Asam O. (1996). Proposition pour un schéma de collecte et de valorisation des déchets de la ville de Ouarzazate , ENDA. Maghreb

Asano T. (1998), Wastewater reclamation and reuse. Water quality management library, 1475 pages.

Ayers, R.S., D.S., Westcot (1985), Water quality for agriculture. Irrigation and Drainage Paper 29. FAO, Rome.

http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/Volume2_Chapter8_fr.pdf

B

Beauchamp J. (2004). Interprétez votre analyse d'eau, eau de rivières de Bretagne Lanveur 56100 Lorient doc net <http://assoc.orange.fr/erb/potable.htm>. 4 p.

Beaux j.f. (1998). L'environnement ed Natahon Wathan . p 153.

Benhafid M.S. et Messahel M. (SD). Ressources En Eau En Algérie : Disponibilité Et Besoins. <http://www.ensh.dz/files/public/41/fran.pdf>

Belaid N. (2010). Evaluation des impacts de l'irrigation par les eaux usées traitées sur les plantes et les sols du périmètre irrigué d'El Hajeb-Sfax: salinisation, accumulation et

phytoabsorption des éléments métalliques. Thèse doctorat en cotutelle université Sefax, Tunisie et université de Limoges, France. 183p.

Beneton J.P. (1984) Eutrophisation des plans d'eau, inventaire des principales sources de substances azotées et phosphorées, étude bibliographique. P. La tribune de ce bedeau pp 506-510.

Bouaicha F. (2009). Etude géophysique et hydrogéologique dans la région de kenchela, cas de kheirane et taouzient, Impact socio-économique. Mémoire Magister en Hydrogéologie. Fac. STGAT. Univ. Mentouri- Constantine.165 p.

Boubelli S. (2009). Identification et mise en évidence des formations hydrogéologiques de la Wilaya de Khenchela (Nord-Est Algérien). Analyse et synthèse de données. Mémoire Magister en Hydrogéologie, Environnementale et Modélisation. Fac. Science de la Terre, Université Badji Mokhtar Annaba. 110 p.

C

Chadi M. (2004). Cadre géologique et structural des séries néritiques crétacées du constantinois. (Algérie Orientale). (Thèse d'Etat, Univ. Mentouri, Constantine, 2004). 211p.

Coiffait, Ph-E. (1992). Un bassin post-nappes dans son cadre structural: l'exemple du bassin de Constantine (Algérie nord-orientale). (Thèse Sciences, Univ. Nancy, 1992) 502p.

C.N.E.S. (2000). Conseil National Economique et Social Avant-projet de rapport, l'eau en Algérie le grand défi de demain. p 100.

D

Dégerment . (1989).Mémento technique de l'eau, 9^{ème} ED. Lavoisier, paris, tome 1,575-581.

Dorioz J. M., Cassel, E. A. Orand A.& Etsenman K, G. (1998). Phosphore storage, Hydro-biological processes; 12: 285-309.

Durand-Delga M. (1955). Etude géologique de l'ouest de la chaîne numidique (Algérie). (Thèse Sciences Paris et Bull. Serv, 1995). 533p.

E

Erhard Cassegrain, A. & Margat, J. (1979) Introduction à l'économie générale de l'eau. BRGM, Orléans, France.

F

Faurie c. erra c. médorie p. devane j. remptime j. l. 2003. écologie, approche scientifique et pratique. 5^{ème} édition lavoisier. 823p.

G

Gacem Y. & Iddou Ack. (2005). Pollution et moyens de traitement des nappes d'eau souterraine. Uni Saida de l'eau pour le développement durable dans le bassin méditerranéen Alger pp 353-361.

Gastony G. (1985). Principes et méthodes de l'hydrogéologie ed DUNOD Université p 236.

Graxlaude G. (1999). L'eau tome i milieu naturel et maitrise Edition INRA 75338 paris cedex 07.p204.

Guay I., Roussel Th., Blais S., Brouillette D., Dufour H., Tremblay H. et Laplante M. (2009). Critères de qualité de l'eau de surface Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec, ISBN 978-2-550-57559-7 (PDF), 506 p.

Guiraud, R. (1973): Evolution post-triasique de l'avant-pays de la chaîne alpine en Algérie d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines. Thèse Doc., Univ. Nice, 270 p.

H

Houha B. (2007) : Etude du fonctionnement hydrogéologique et salin d'un bassin semi-aride. Rémila – Khenchela. Thèse doctorat, Université Badji Mokhtar-Annaba.

K

Kadi A. (1997). La gestion de l'eau en Algérie. Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques, 42(2) Avril pp. 191-197.

Kahoul M., Benarbia W., Alioua A. & Semadi F (2003). Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux usées déversant dans deux plages de l'agglomération d'Annaba Rezgui Rachid (ex: saint cloud) et Rizi Amor(ex: Chappuis) pp 533-536.

L

Laffitte, R. (1939): Etude géologique de l'Aurès. Publ. Serv. Carte géol. Algérie, Alger, Alger, 2ème sér. Bull. n° 15.

M

Martin J.M. & Meybeck M. (1979). Elemental mass balance of material carried by major world rivers, *marine Chemistry* 7 pp 173-206

Meybeck M. & Helmer R (1989). The quality of rivers, From pristine stage to global pollution *plaeogeogr, palaeoclimtol , palaeaeocol (Global Planet , Change Sect)* 75, 283-309.

Moffat A.S. (1998). Global nitrogen overload problem grows cricital *Science*. 279: 988-989.

O

OMS (2006), WHO guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater, volume II, *Wastewater use in agriculture*, p 222

P

Peasey A., Blumenthal U., Mara D., Ruiz-Palacios G., (2000), A review of policy and standards for wastewater reuse in agriculture: a Latin American perspective. WELL Study, <http://www.iboro.ac.uk/well/>.

Qadir M., Sharma B.R., Bruggeman A., Choukr-Allah R., Karajeh F. (2007), Nonconventional water resources and opportunities for water augmentation to achieve food security in water scarce countries. *Agricultural water management* 87, 2 – 22

R

Ramade F. (2000). *Dictionnaire encyclopédique des pollutions*, ed edisciences international Paris 690 p.

Rejsek F. (2002). *Analyse des eaux, aspects réglementaires et techniques*. Scérén TEC &DOC. CRDP aquitaine. 358 p.

Rodier J., Bernard L., Nicole M., et coll. (2009). *L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer*. 9^{ème} édition. DUNOD Paris, 1383p

Rouissat B. (2010). *La gestion des ressources en eau en Algérie: Situation, défis et apport de l'approche systémique* ».p 15.

<http://fseg.univ-tlemcen.dz/rev%2010%20en%20pdf/ROUISSAT%20Bouchrit.pdf>

S

Sadani M. (2005). *Impact des ressources de pollution sur la qualité des ressources en eau en milieu aride: Cas du bassin versant du lac de barrage Mansour Eddahbi* Thèse Doctorat Unv cadia ayyad Marrakech Maroc. p 175.

Savary P. (2001). Guide des analyses de la qualité de l'eau Ed Dossier d'experts technique .pp 25.

Sersoub DJ. (2012). Aménagement et Sauvegarde de la Biodiversité de la Vallée d'Oued Boussellem -Sétif- Mémoire Magister, Université Ferhat Abbes Sétif. 122 p.

Sheikh B., Cooper R.C., Israel K.E. (1999), Hygienic evaluation of reclaimed water used to irrigate food crops – a case study. *Water Science and Technology*, 40 (4-5) : 261-267.

Shout H., Derouiche A., Bouaïcha F. (2010) Geophysical Study of Deep Aquifers in the South-East of Constantine (Case Study of the Region Khenchela-Aures). *International Network Environmental Management Conflicts*, Santa Catarina – Brasil, 1(1), jan./jun. 2010.pp. 76-84,

Stalnacke, P. Vandsemb, Vassiljev, A. Grimvall, A. & Jolankai, G, 2004. Changes in nutrient levels in some eastern european rivers in response to large-scale changes in agriculture. *Wat. Sci. techuo*. Vol. 49 (3): 29-36.

T

Tarits, C., Benoit, M. Corolf, M., Rechauld, J.P., Rold, J., Thonon, P. Tisseau, C. & Wirtz B. (2002). *Géologie de l'environnement* ed. DUNOD p 198

V

Villa, J.M. (1980): *La chaîne alpine d'Algérie Orientale et des confins Algéro-Tunisiens*. Thèse. Sciences, Pierre et Marie Curie, Paris VI, 450 p.

Annexes

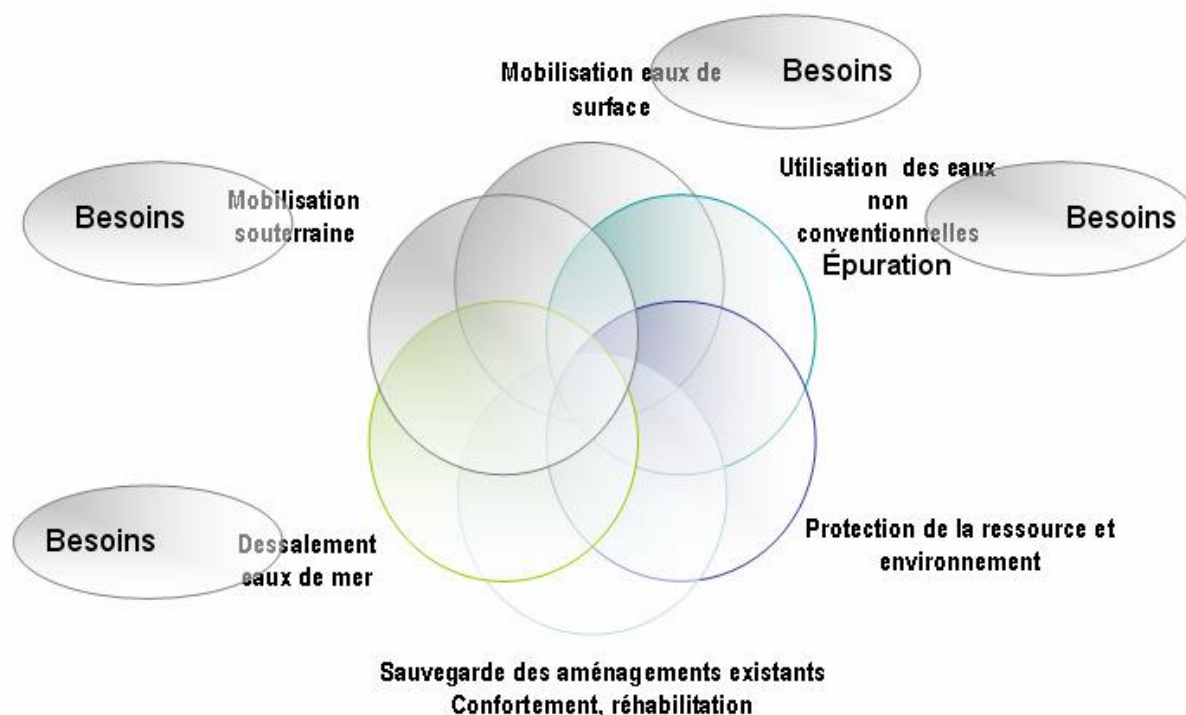


Figure 1. Le développement dans le secteur des ressources en eau dans une approche systémique

Aspects réglementaires et juridiques de l'Algérie

La réglementation algérienne est assez succincte concernant la réutilisation des eaux usées épurées. Les textes de la loi n° 05/12 du 04 Août 2005 relative à l'eau sont :

Art. 2.- Les objectifs assignés à l'utilisation, à la gestion et au développement durable des ressources en eau visent à assurer :

-la préservation de la salubrité publique et la protection des ressources en eau et des milieux aquatiques contre les risques de pollution à travers la collecte et l'épuration des eaux usées domestiques et industrielles ainsi que des eaux pluviales et de ruissellement dans les zones urbaines.

Art. 4.- les eaux usées épurées et utilisées dans un but d'utilité publique font partie du domaine public hydraulique naturel.

Art. 43.- conformément aux dispositions des articles 48 à 51 de la loi n° 03-10 du 19vJoumada El-Oula 1424 correspondant au 19 Juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable, les milieux hydriques et les écosystèmes aquatiques doivent être protégés de toute forme de pollution susceptible d'altérer la qualité des eaux et de nuire à leurs différents usages.

Art. 46.- Sont interdits :

-tout déversement ou rejet d'eaux usées e toute nature dans les puits, forages, galerie de Captage, fontaines et abreuvoirs publics, oueds à sec et canaux.

Art. 52.- Les caractéristiques techniques des systèmes d'épuration des eaux usées sont fixées par voie réglementaire en prenant en compte notamment les critères relatifs aux agglomérations, aux possibilités d'utilisation des eaux épurées, aux risques de contamination et de pollution.

Art. 77.- Sont soumises au régime de la concession d'utilisation des ressources en eau, les opérations portant sur la réalisation d'infrastructures destinées à l'utilisation d'eaux usées épurées pour des usages agricoles individuels ou collectifs ou pour des usages industriels.

Art. 82.- Les cahiers de charges portant sur la concession d'utilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation de certaines cultures ou l'arrosage d'espaces vert doit tenir compte des mesures préventives liées aux risques sanitaires et aux impacts sur l'environnement.

Art. 93.- Des aides et soutiens de toute nature peuvent être accordés aux personnes physiques ou morales, de droit public ou privé, qui initient et mettent en œuvre des opérations portant notamment sur l'utilisation des eaux usées épurées en vue de valoriser les eaux traitées.

Art. 130.- L'utilisation des eaux usées brutes pour l'irrigation est interdite. (Journal officiel de la république Algérienne n° 60, 2005).

Tableau 1. La réglementation algérienne

Paramètres	Normes
Physico-chimiques	
Température	Moins de 25° C
PH	6,5 à 8,5
Chlorures	20 à 200 mg
Sulfates	25 à 200 mg
Carbonates et bicarbonates	Moins de 30 mg
Calcium	100 à 200 mg
Magnésium	30 à 50 mg
Dureté totale	100 à 500 mg
Sodium	20 à 150 mg
Potassium	10 à 12 mg
Aluminium	0,2 mg
Substances indésirables	
Nitrate	25 à 50 mg
Nitrite	0,1 mg
Ammonium	0,5 mg
Azote	1 mg
Matière organique	2 à 5 mg
Autres substances	
Fer	0,2 mg

Manganèse	0,05 mg
Cuivre	1 mg
Zinc	5 mg
Phosphore	5 mg
Argent	0,01 mg
Substances toxiques	
Arsenic	0,05 mg
Cadmium	0 ,05mg
Cyanure	0 ,05mg
Chrome	0 ,05mg
Mercuré	0 ,05mg
Nickel	0 ,05mg
Plomb	0 ,05mg

(Benabdeli, 2005).

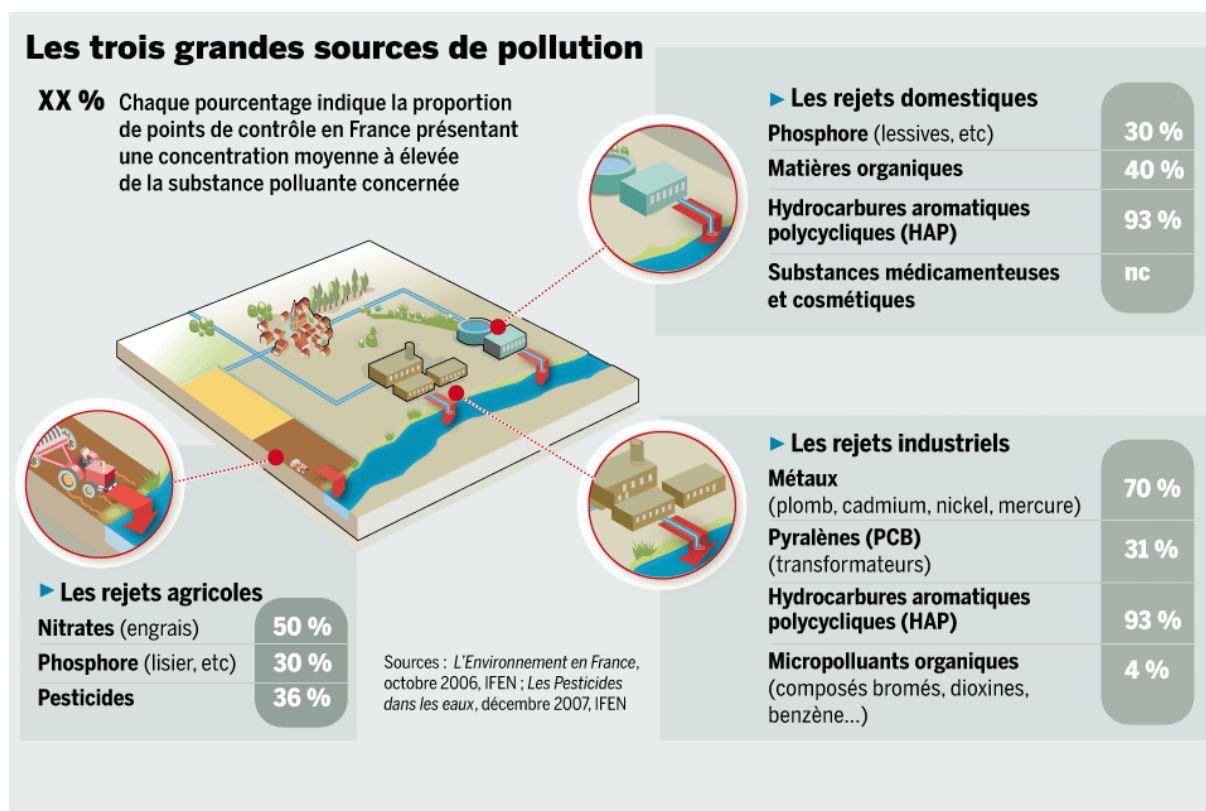


Figure 2. Les principales sources de pollution des eaux de surface

Tableau 2. Valeurs des températures moyennes de la wilaya de Khenchela de 1998 à 2013

année	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	moy t
JAN	7	7,05	4,3	7,85	9,9	6,4	6,75	4,15	4,25	8,25	7,2	6,15	7,4	7,775	5,7	7	6,7
FEV	5,95	5,25	8	7,6	9,1	5,65	9,3	4,5	6,4	8,85	8,1	5,85	9,7	5,95	3,3	5,95	6,84
MAR	12,05	10,05	11,4	15,7	11,8	9,6	11,35	10,8	11,15	8,45	10,15	9,15	11,9	9,1	10	12,05	10,9
AVR	15,1	14,45	15,75	13,5	14,3	13,75	12,45	13,15	15,85	12,8	14,7	10,25	14,95	14,2	13,5	15,1	14
MAI	17,65	21,65	20,1	18,15	18,7	18,2	14,9	19,9	20,05	17,75	18,65	16,8	16,2	16,35	18,6	17,65	18,2
JUN	21,6	25,8	22,2	23,6	24,2	24,05	21,15	23,2	24,1	24,95	22,25	22,7	22,7	21,05	26,05	21,6	23,2
JUIL	26,35	26,5	27,1	28,2	26,2	28,6	25,45	27,9	25,5	26,25	28	28,1	26,35	26,8	28,05	26,35	27
AOU	24,75	29,45	26,25	26,4	25	26,9	27,35	25,45	24,9	26,3	26,45	25,95	26,35	26,55	28,55	24,75	26,3
SEP	21,75	20,9	22,1	21,95	20,85	21,2	20,8	20,8	20,35	21,4	21,65	19,95	21,25	23,4	26,05	21,75	21,6
OCT	7	19,15	15,55	20,7	17,55	18,85	20	17,4	19	16,75	16,3	15,45	16,45	15,3	18,7	7	16,3
NOV	9,95	10,15	12,4	11,05	11,55	11,3	9,1	11,6	11,95	10,05	9,15	12,5	11,1	11,5	13,15	9,95	11
DES	6,6	6,6	9,2	6,3	8,75	6,6	6,85	6,1	7,15	6,6	5,8	10,25	8,8	7,45	7,8	6,6	7,34
T	14,65	16,42	16,2	16,75	16,49	15,93	15,45	15,41	15,89	15,7	15,7	15,26	16,1	15,45	16,62	14,65	

Tableau 3. Valeurs des précipitations moyennes de la wilaya de Khenchela de 1998 à 2013

mois	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	MOY P
JAN	6	48,4	10	17,8	9,9	110	29	5,9	88,7	8,1	23,1	145,3	30,1	26,9	26,7	37,4	38,96
FEV	31	14	4,1	15,4	14,9	66	3,9	42	43,1	17,4	7,7	17,8	15	86,8	66,1	22,3	29,22
MAR	61	23	14,6	4,3	12,1	26,2	41,8	35,9	10,5	103,1	24,8	74,9	15,5	98,8	31,5	50	39,25
AVR	59	21	10,3	32,4	26,8	88,8	53,6	36,4	46,7	76,7	14,5	149,6	84	46,3	42,4	37,2	51,61
MAI	57	64	80,9	97,4	22,2	17,6	141,7	14,9	148,7	30,4	102,7	53,4	87,4	128,5	46,4	38,1	70,71
JUN	28	30	60,4	1,4	13,1	41,7	66,2	46,1	11	38,1	5,6	6,7	25,3	57,6	16,2	0,4	27,99
JUIL	0	17	1,2	6,5	27,4	11	5,2	10,8	41,1	12	26,8	20,7	17	28,1	3,4	39,8	16,75
AOU	30	86	9,7	16,5	128,6	5,9	14,5	19,9	47	20,7	57,8	29,7	42,7	15,4	24,4	57,4	37,89
SEP	44	26	47,2	81	28	37,9	24,6	42,2	22,2	122,4	93,7	72,7	70,6	18,1	73,2	134,8	58,66
OCT	34	42	34,7	26,6	20	81,8	15	43,2	36,6	16,8	96,2	17,9	36,7	64,9	25,9	37,4	39,36
NOV	42	89	17,9	38,7	84,5	19	112,5	24,8	11,8	13,4	15,2	3,6	73,2	13,2	27,1	31,7	38,6
DES	21	56	20,8	19,4	29,5	44,3	110,6	46,4	76,2	49,1	48,5	23	31,6	42,9	5	28,6	40,81
MOY P	413	516,4	311,8	357,4	417	550,2	618,6	368,5	583,6	508,2	516,6	615,3	529,1	627,5	388,3	515,1	

Résumé

L'étude à laquelle nous nous sommes intéressés étant, l'identification de quelques sources de pollution des eaux dans la wilaya de Khenchela. Dans ce sens, les statistiques nous révèlent que l'intensité de l'élevage des animaux et l'utilisation irrégulière et non contrôlée des intrants agricoles est localisée dans le sud de la wilaya. Cela pourrait, probablement, être une source de pollution des sols et par voie de conséquence, la pollution des eaux de surface et des nappes souterraines de cette région. Au nord par contre, l'analyse des statistiques nous fait ressortir un pourcentage de 83% de déchets qui sont localisés dans la commune de Khenchela au nord de la wilaya qu'est une source de pollution de l'eau , éventuelle , s'ajoute à ceci les eaux usées traitées, ces dernières constitue un risque majeur de pollution des eaux dans le nord de la wilaya de Khenchela .

Les mots clés : pollution des eaux, eaux usées, déchets solides, Khenchela.

ملخص:

الدراسة التي اهتمنا بها تتمحور حول تحديد بعض مصادر تلوث المياه في ولاية خنشلة. في هذا الإطار كشفت لنا الإحصائيات أن تربية الحيوانات والاستعمال غير المنظم للأسمدة والمبيدات الزراعية وغياب الرقابة عليها، تمركز أساسا في جنوب الولاية لذا من الممكن جدا أن يكون مصدرا لتلوث التربة الذي ينتج عنه مباشرة تلوث مياه السطحية والمياه الجوفية في هذه المنطقة .

على عكس الجهة الشمالية التحاليل الاحصائية اظهرت لنا ان نسبة من النفايات الصلبة والنسبة المرتفعة للمياه المستعملة المتمركزة في بلدية خنشلة شمال الولاية تساهم في تلوث البيئة.

الكلمات المفتاحية تلوث المياه، المياه المستعملة، النفايات الصلبة، خنشلة.