



République Algérienne Démocratique et Populaire



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université abbaslagherrou de Khenchela

Institut des Sciences de la Nature et de la Vie

MÈMOIRE

Pour l'obtention du

DIPLÔME DE MASTER EN GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

OPTION : GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

Caractérisation des eaux de la vallée d'Oued Ain Mimoun

Par

CHENAG FATMA

LAKHNECH ZAIMA

Directeur de mémoire :

MAZOUZ LAKHDAR

(université de Khenchela)

Devant le Jury

- DELLA YASMINA

(université de Khenchela)

- DALLY NAWAL (université de Khenchela)

2013/2014

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ بِالْخَطِّ الْكَلْبِيِّ

Dédicace

**Pour qui inonder dans une mer d'amour et de compassion, pour qui est palpitation de ma vie a été un baume et chirurgiens, à qui je suis et m'a laissé, et j'ai préféré quitter sans un adieu, pour lui rappeler, je vais rester Je n'oublierai jamais son amour en dépit de tous les maux,
Pour l'esprit de "chère maman" - Dieu ait son âme et ses paradis de l'âme -**

Pour inculquer l'esprit de persévérance à payer très cher pour ce moment et de récolter les fruits de la lutte avec moi, "Cher papa"

Parmi eux goûté le goût de l'amour, l'harmonie et partagé avec eux les fardeaux de la vie et les préoccupations, de leur promettre de support dans la vie de mes frères, "Yazid", "Ibrahim", "Hicham", "Lotfi", "Mohammed"

Pour joyau protégé ma sœur chers "Wassila"

Pour la satisfaire des yeux de ma chère sœur, "Atika" et son mari Karim "EzzedineHouassi" et mon neveu "Louay", "Nidal"

Pour moi, l'honneur d'appartenir à leur ma famille, "Chennak" et "Bouchami"

Pour ma maitre M^{elle} DELLA.Y

Pour qui héberger de mon cœur et ma joie et ma tristesse pour les fleurs les plus douces dans le jardin de ma vie, mon amour : "MALAKI", "NAWAL", "NADIA", "WAHIDA", "WIDAD", "MARIEM", "2 KAWTHAR", "ASSIA", "2 HOUDA"

Pour qui assembler d'entre eux au hasard et leur enseigna le sens de la vie, l'amitié et l'amour de mes amis: «Mes sœurs dans l'école de l'UGEL» et «copains chemin d'étude "

Et à tous ceux que j'aime

Pour tous ceux qui dédie fruits mon effort humble.

FATI

Dédicace :

*Je remercie « ALLAH » le tout grand Et le tout puissant pour m'avoir
donné la volonté, la patience et le courage pour finir mon étude
universitaire et réaliser ce Modeste travail, fruit de plusieurs années
d'études.*

Je dédie ce travail à ma chère famille :

*A mes très chers parents qui m'ont donné un magnifique modèle de
labeur et de persévérance...qu'ils trouvent ici l'expression de mon
L grand amour.*

A mes chers frères et mes chers sœurs.

A mes oncles, mes tantes, mes cousins, mes cousines et toute la famille.

*A mes amies sans exception chaqu'un par son nom en
particulier :Saraet sabah et amina et nadjet.*

A tous les étudiants de biologie

zaïma

REMERCIEMENTS

Au terme de cette étude, nous remercions avant tout le dieu qui m'a permis de réaliser ce présent travail.

Nous tiens à exprimer mes plus vifs remerciements à Mr MAZOUZ L, notre encadreur, pour sa bienveillance, ces précieux conseils et ces encouragements incessants durant toute la période de la réalisation de ce travail.

Ma profonde reconnaissance à M^{lle} DELLA Y pour l'honneur qu'il me fait de présider le Jury de soutenance et d'examiner le présent travail.

Nos reconnaissances aussi à M. BAKHA Abd Elhani Directeur de laboratoire LACLAP Ain M'Lila, Algérie, qui m'a autorisé à faire la partie expérimentale de cette recherche et M^{elle} Dally N, qui ont bien voulu faire-part de jury et examiner ce travail, et tous les professeurs, maîtres de conférences et maîtres assistants de notre institut (le corps professoral), Pour les conseils et orientations qui me sont d'une aide précieuse.

J'adresse également mes plus vifs remerciements à tous mes collègues de promotion (master Génie de l'environnement 2014) pour leur soutien et leur encouragement.

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

Liste des tableaux:

tableaux n°	Titre	Page
01	Les principales différences entre les eaux souterraines et les eaux de surfaces	06
02	Organisation administrative de la wilaya de Khenchela	13
03	Évolution démographique de la wilaya de Khenchela (1966-2009)	16
04	Densité de la population par commune	17
05	Répartition générale des terres agricoles	31
06	Températures moyennes mensuelles de station de Khenchela 1998/2013	33
07	Variation des températures moyennes -maximales et minimales- mensuelles à la station de Khenchela (1998/2013)	34
08	les précipitations moyennes mensuelles de la wilaya de Khenchela (1998/2013)	36
09	Méthodes et laboratoires d'analyse des éléments chimiques	49
10	Les Résultats D'analyses	52
11	Les Résultats D'analyses de <i>certaines éléments</i>	52
12	Les Résultats D'analyses des ML	53

Liste des figures :

Figure n°	Titre	Page
01	carte de la Situation géographique de la Wilaya de Khenchela	12
02	Carte administrative de la wilaya de Khenchela.	14
03	Évolution démographique de la wilaya de Khenchela (1966-2009)	16
04	Carte de relief de la Wilaya de Khenchela	19
05	Carte de typologie des communes suivant le relief de la wilaya de Khenchela	21
06	Carte des altitudes de la wilaya de Khenchela	24
07	Carte des pentes de la wilaya de Khenchela	26
08	La géologie de la région de Khenchela	28
09	Répartition des terres agricoles dans la wilaya de Khenchela	31
10	Variation des températures moyennes mensuelles à la station de Khenchela (1998/2013)	33
11	Variation des températures moyennes -maximales et minimales- mensuelles à la station de Khenchela (1998/2013)	34
12	les précipitations moyennes mensuelles de la wilaya de Khenchela (1998/2013)	36
13	Diagramme Ombrothermique de Gaussen de la wilaya de Khenchela (1998-2013)	38
14	localisation géographique d'Aïn Mimoun	43
15	Vue général du taillis dans le massif O. yagoub	45
16	la végétation entoures de l'oued Ain Mimoun	46
17	filtration des échantillons	50
18	Le spectrophotomètre UV-Visible et ses réactifs	50
19	techniques du prélèvement de l'eau	51
20	Oued Ain Mimoun	55

SOMMAIRE :

REMERCIEMENT

DEDICACE

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

Introduction générale

INTRODUCTION 01

Partie bibliographique

Chapitre I : Les eaux souterraines et les eaux de surfaces

1/ Les eaux souterraines et les eaux de surfaces03

1.1- Les eaux souterraines03

A-Originé03

B- Potabilité03

1.2- Les eaux de surface04

A- L'origine des eaux de surface04

B- La potabilité des eaux de surface04

1.2.1 -Caractérisation des eaux de surface05

A- Provenance05

B- Qualité des eaux de surfaces05

1.3- Les rivières07

1.3.1- La forme des rivières07

1.3.2- La vie des rivières08

1.3.3- Une préoccupation partagée09

Chapitre II : Normes de pollution des eaux superficielles

2/ les Normes de pollution des eaux superficielles par certains éléments10

2.1- L'Azote Ammoniacal10

2.2- Les Nitrites10

2.3- Les Nitrates10

2.4- Les Phosphates	11
2.5- Les sulfates	11
2.6- Les métaux lourds	11

Chapitre III: Présentation de la zone d'étude

3/ Présentation de la zone d'étude	12
3.1- Cadre général de la région de kenchela	12
3.1.1- Situation géographique	12
3.1.2- Cadre administratif	13
3.1.3- Population	15
3.1.4- Le milieu physique	18
3.1.5- Le relief	18
3.1.6- Typologie des communes de la wilaya suivant le relief	20
3.1.7- L'orographie	22
A- L'altitude	22
B- Répartition générale des classes d'altitude par commune	23
C- La pente	25
3.1.8- Approche géologique générale	27
3.1.9- Approche géomorphologique générale	29
3.1.10- L'hydrogéologie	29
3.1.11- Les activités industrielles et commerciales	30
A- Le potentiel industriel	30
B- L'agriculture	30
3.1.12- La Végétation	32
3.1.13- Étude des facteurs climatiques	32
A- La température	32
B- La précipitation	35

3.1.14- Géomorphologie	40
3.1.15- PEDOLOGIE	40
3.1.16- Hydrographie	41
3.1.17- Hydrogéologie	41
3.2- cadre générale de la régions Ain Mimoun	42
3.2.1- Situation et caractéristiques de la zone d'étude	42
3.2.2- Le climat	44
3.2.3 La végétation	45

Chapitre IV: Matériels et Méthodes

4/ Matériels et Méthodes	47
4.1- Introduction	47
4.2- Methodologie	47
4.2.1- Prélèvement de l'eau	47
4.2.2- Mesure physico-chimique	47
A- Mesure de potentiel d'hydrogène (PH)	47
B- Mesure de la conductivité électrique(CE)	48
4.2.3- Analyses chimiques au laboratoire	48

Chapitre V : Résultats et Discussions

5/ Résultats des analyses	52
---------------------------------	----

CONCLUSION GENERALE

Conclusion	55
REFERENCES	56
RESUME	61

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GÉNÉRAL

Introduction:

L'histoire géologique de la terre débute il y a quelque 4,6 milliards d'années et les plus vieilles roches sédimentaire ont 3,8 milliards d'années (Groenland).puisque la présence d'eau est requise pour la formation de roches sédimentaires, nous pouvons sans risque affirmer qu'il y a de l'eau sur la terre depuis au moins 3,8 milliards d'années (*Berner et Berner, 1996*). L'origine de cette eau fait toutefois l'objet de débats, mais tous s'entendent pour dire qu'elle est intimement liée à l'origine de la terre.

La principale hypothèse quant à l'origine de l'eau repose sur le volcanisme particulièrement actif qui a suivi la formation initiale de la terre (*kasting, 1993.*). La croûte terrestre abrite des quantités négligeables d'eau. En revanche, on sait que certaines météorites contiennent jusqu'à 20% d'eau. Il est donc probable que des corps célestes de ce type soient entrés en collision avec la jeune terre et qu'ils aient fusionné avec elle. L'intense activité volcanique du début aurait alors relâché ces grandes quantités de vapeur d'eau, mais également du dioxyde de carbone (gaz carbonique), de l'azote, de l'ammoniac et du méthane. Ces gaz ont formé une atmosphère qui, après lentement refroidie, a favorisé l'accumulation d'eau en surface par condensation de la vapeur. Cette atmosphère s'est probablement stabilisée il y a environ 4,5 milliards d'années, bien que le bombardement de la terre ait perduré jusqu'à il y a 3.8 milliards d'années, et que certaines météorites aient pu apporter de l'eau additionnelle par la suite. La vie sur la terre est apparue il y a 3.5 milliards d'années.

En preuve à cette hypothèse, l'eau contribue à 0.031 % de la masse de la terre, mais 16 fois plus pour les météorites. Il reste à cette eau initialement véhiculée par ces corps célestes à remonter en surface de la terre. Or, il est également estimé que l'activité volcanique terrestre au cours des quatre derniers milliards d'années a relâché dans l'atmosphère 100 fois le volume d'eau actuellement disponible sur la terre, recyclant la même eau plusieurs fois. (*François Anctil, 2008*)

La quantité d'eau disponible à la surface de la terre serait à peu près constante depuis ces temps anciens. La terre est peu disposée à perdre de l'eau dans l'espace, car la structure thermique de l'atmosphère est telle que la vapeur d'eau est pratiquement inexistante au-delà de 15 km de sa surface, à la suite de la condensation de la vapeur et de la précipitation. En contrepartie, le processus de libération d'eau depuis les profondeurs de la terre serait maintenant négligeable, du moins à l'échelle des civilisations.

L'eau est la matière première la plus importante sur notre planète, pour les êtres humains, les animaux, les plantes et les micros organismes. Pratiquement tous les phénomènes vitaux de la biosphère sont liés à la disponibilité de l'eau. L'eau n'est donc pas uniquement espace vital, vecteur énergétique ou moyen de transport, mais également un élément essentiel pour tout genre de production. (*Sadrati.A 2013*)



L'importance de l'eau dans l'économie humaine ne cesse de croître et l'approvisionnement en eau douce devient ainsi de plus en plus difficile, tant en raison de l'accroissement de la population et de son niveau de vie que du développement accéléré des techniques industrielles modernes. Sous la pression des besoins considérables de la civilisation moderne, on est passé de l'emploi des eaux de source et de nappe, à une utilisation de plus en plus poussée des eaux de surface. Parallèlement se sont développées les recherches des eaux souterraines, les méthodes de recyclage, et maintenant on se préoccupe de plus en plus du dessalement de l'eau de mer. Simultanément, les causes de pollution se sont étendues ; celle-ci est devenue plus massive, plus variée, plus insidieuse, ce qui a fait écrire que « le temps des rivières est fini, celui des égouts commence ». (*Jean Rodier, 2005*).

INTRODUCTION GÉNÉRAL

L'eau est le moteur de la vie, c'est la substance la plus abondante à la surface de la terre, l'élément le plus indispensable pour fixer en un lieu toute population. C'est aussi un facteur prépondérant pour toute activité socio-économique, mais sa répartition superficielle est inégale et sa quantité peut être rare dans certains endroits, comme les zones arides et semi-arides ce qui aboutit à la consommation des eaux souterraines, dans ces endroits la qualité des eaux souterraines va se dégrader, d'une part par leur diverses utilisations qui rendent leur domaine de plus en plus vital et les nappes souterraines de plus en plus vulnérables à la pollution, d'autre part par les facteurs naturels, telles que les formations géologiques ou la sécheresse qui caractérise ces endroits , ce qui accentuera les contraintes sur cette ressource. (Rechachi.H,2011).

L'alimentation en eau de bonne qualité sanitaire constitue une priorité mondiale, les besoins en eau de consommation publique vont en augmentant, compte tenu du taux de croissance démographique qui n'est pas stationnaire et de l'évolution des exigences de la vie actuelle. Des centaines de millions de personnes sont alimentées par des eaux qui ne satisfont ni aux recommandations de l'OMS ni aux normes nationales et posent des problèmes de santé publique.

L'alimentation publique en eau de consommation réside dans le choix de l'origine de l'eau

-  Eau souterraine (eau de forage)
-  Eau de surface

C'est dans ce contexte que cette étude a été proposée afin de vérifier si les eaux d'oued Ain Mimoun qui sont consommées par une large population sont potables ou non d'autant plus que cet oued est situé à proximité d'une usine de baryte et entouré de terres agricoles où les pratiques polluantes comme la fertilisation sont courantes.

1/ Les eaux souterraines et les eaux de surfaces :

Les réserves disponibles d'eaux naturelles sont constituées des eaux souterraines (infiltration, nappe), des eaux de surface retenues ou en écoulement (barrages, lacs, rivières).

1.1- Les eaux souterraines :

A- Origine :

- La porosité et la structure de terrain déterminent le type de nappe et le mode de circulation souterrain.
- Une nappe peut être libre. Elle est alors alimentée directement par l'infiltration des eaux de ruissellement, le niveau de cette nappe fluctue en fonction de la quantité d'eau retenue.
- Une nappe peut être captive. Elle est alors séparée de la surface du sol par une couche imperméable. Elle est généralement plus profonde.

B- Potabilité:

Les eaux souterraines ont pendant longtemps été synonymes «d'eau propre» et répondant naturellement aux normes de potabilité. Ces eaux sont en effet moins sensibles aux pollutions accidentelles.

1.2-Les eaux de surface :

Ce terme englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents.

L'eau de surface précise qu'une eau, telle que le ruissellement, qui reste à la surface du sol et qui peut être stockée en étangs ou autres ouvrages de retenue. Elle résume la collecte de l'eau souterraine ou d'eau atmosphérique.

L'eau de surface est de l'eau qui s'accumule sur le sol ou dans un cours d'eau, le lit d'une rivière, un lac, une zone humide, une mer ou un océan. (1)

Par définition, les eaux de surface sont tirées des lacs, rivières, chutes d'eau et de la mer. Elles jouent le plus grand rôle de formation de l'hydrosphère sur Terre.

Cette eau de surface est naturellement alimentée par les précipitations et naturellement perdues par l'évaporation et l'infiltration souterraine dans le sol.

Bien qu'il existe d'autres sources d'eaux souterraines, tels que l'eau fossile et l'eau magmatique, les précipitations sont le principal apporteur d'eaux de surface et les eaux souterraines proviennent de cette façon est plutôt appelée eau météorique.(2)

A- L'origine des eaux de surface :

Elles ont pour origine, soit des nappes profondes dont l'émergence constitue de source de ruisseau, de rivière, soit les eaux de ruissellement. Ces eaux se rassemblent en cours d'eau.

Caractérisés par une surface de contact eau-atmosphère toujours en mouvement et une vitesse de circulation appréciable.

Elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (lacs) ou artificielles (retenues, barrages), caractérisées par une surface d'échange eau-atmosphère quasiment immobile, une profondeur qui peut être importante et un temps de séjour appréciable.

B- La potabilité des eaux de surface :

Les eaux de surface sont rarement potables sans aucun traitement, les eaux de surface sont généralement polluées bactériologiquement. De plus elles peuvent présenter plusieurs pollutions :

➤ **D'origine urbaine :** les rejets pouvant de la collecte des ERU (métabolismes de l'homme, confort domestique). Après leur traitement en station d'épuration.

➤ **D'origine industrielle :** polluant et micropolluants organiques (hydrocarbures solvants, produits de synthés phénols) ou inorganiques (métaux lourds, ammoniac, produits toxiques).

➤ **D'origine agricole :** engrais et produits pesticides entraînés par les eaux de pluie et ruissellement. Également rejets organiques dus à la présence d'élevages importants.

1.2.1 -Caractérisation des eaux de surface :**A-Provenance :**

- des cours d'eau courantes (fleuves, rivières, oueds)
- des lacs naturels, barrages, retenues collinaires

B-Qualité des eaux de surfaces :

✓ Elles sont caractérisées par une teneur en matières en suspension plus ou moins élevée de différentes origines :

- minérale (argile, limons)
- végétale (algues, phytoplanctons, débris de bois, feuilles mortes)
- animale (zooplancton)
- décharges sauvages (débris solides flottants, plastiques)

✓ en outre elles sont plus sensibles à la pollution engendrée par :

- les rejets d'eaux usées domestiques (azote, détergents, phosphore, microorganismes, virus)
- les rejets liquides des élevages d'animaux (azote, microorganismes, virus)
- les eaux de ruissellement entraînant (des engrais, des pesticides agricoles)
- les eaux de ruissellement des décharges
- les rejets accidentels (hydrocarbures et autres)
- les eaux résiduaires industrielles (métaux lourds, composées organiques de synthèse, radioactivité)

✓ elles ont la particularité suivante :

- les goûts dus aux actinomycètes, à la vase, aux algues
- les odeurs dues aux algues, poissons, plantes
- la couleur due à l'argile, les algues

Tableau n° 01: Les principales différences entre les eaux souterraines et les eaux de surfaces

Caractéristique	eaux de surfaces	eaux souterraines
Température	Variable suivant saisons	Relativement constante
Turbidité, MES (vrais ou colloïdales)	Variable, parfois élevée	Faible ou nulle (sauf en terrain karstique)
Couleur	Liée surtout aux MES (argiles, algues...) sauf dans les eaux très douces et acides (acides humiques)	Liée surtout aux matières en solution (acides humiques par exemple)
Minéralisation globale	Variable en fonction des terrains, des précipitations, des rejets...	Sensiblement constante en général nettement plus élevée que dans les eaux de surface de la même région
Fe Mn divalente (à l'état dissous)	Généralement absent, sauf en profondeur des pièces d'eau en état d'eutrophisation	Généralement présents
CO ₂ agressif	Généralement absent	Souvent présent en grandes quantité
O ₂ dissous	Le plus souvent au voisinage de la saturation. Absent dans le cas d'eaux très polluées	Absent la plupart du temps
H ₂ S	Généralement absent	Souvent présent
NH ₄	Présent seulement dans les eaux polluées	Présent fréquemment
Nitrates	Peu abondants en général	Teneur parfois élevée
Silice	Teneur en général modérée	Teneur souvent élevée
Micropolluants minéraux et organiques	Présent dans les eaux de pays développés, mais susceptibles de disparaître rapidement après suppression de la source	Généralement absent, mais une pollution accidentelle subsiste beaucoup plus longtemps
Éléments vivants	Bactéries (dont certaines pathogènes), virus, plancton (animale et végétale)	Ferrobactéries fréquentes
solvants chlorés	Rarement présent	Souvent présent
Caractère eutrophie	Fréquent accentué par les températures élevée	Non

1.3- Les rivières :

L'eau est le principal agent climatique de l'incessant remodelage du paysage terrestre. Dès que le cycle de l'eau est entré en fonction, il y a plus de 3.8 milliards d'années, les sédiments générés par l'altération des roches ont été déplacés et redistribués par les rivières qui, sans relâche, accomplissent leur tâche première de charrier, vers la mer, l'eau et les sédiments des continents. La forme de la plupart des vallées a ainsi été déterminée ou fortement influencée par l'eau qui y a circulé. L'eau courante aplanit les collines par érosion et comble les vallées par dépôt des sédiments qu'elle véhicule.

Les sédiments sont d'abord mis en mouvement par l'impact des gouttes d'eau contre le sol, ce qui a pour effet de détacher des particules et de les projeter sur quelques millimètres. Celles-ci sont alors prêtes pour un voyage qui les amènera peut-être jusqu'à la mer. Un écoulement en surface des sols (il y a ruissellement lorsque l'intensité de la précipitation dépasse la capacité d'infiltration) est toutefois requis pour que débute ce périple vers le bas, ce qui aura pour effet de former des sillons sur le versant des sols meubles qui, en convergeant, formeront des rigoles, puis des ravins. Ultimement, ces éphémères chemins de ruissellement se fondent dans le réseau de drainage, la rivière emportant en ses flots des sédiments arrachés à la surface du bassin versant.

L'emplacement, la taille et le caractère des rivières sont dictés par la compétition entre les processus qui engendrent les montagnes et ceux qui les mettent en pièces. Les montagnes s'élèvent à la suite d'interactions entre les plaques tectoniques tandis que la circulation incessante de l'eau les aplanit, une rivalité qui remonte à la formation de la Terre et à l'apparition de l'eau. Au-delà des variations locales associées au climat et à la géologie deux événements ont significativement modifié le cours des choses. Tout d'abord, l'apparition de plantes vasculaires (plantes terrestres typiques, constituées de tiges, de feuilles et de racines) il y a environ 400 millions d'années a augmenté la résistance à l'érosion : leurs feuilles protègent le sol de l'impact des gouttes d'eau de pluie et leurs racines maintiennent en place le sol meuble des versants. Plus récemment, l'ingéniosité de l'homme s'est avérée très efficace à altérer, voire à arrêter, le fonctionnement naturel des cours d'eau. Dans ce cas, l'érosion s'en trouve accrue ou diminuée selon le type d'activités ou 'aménagement effectués. (*François Anctil, 2008*)

1.3.1- La forme des rivières:

Tirée vers le bas par la gravité, l'eau s'écoule vers la mer selon le parcours qui lui offre le moins de résistance. Chaque rivière, de la manière dont elle s'écoule aujourd'hui, est donc le fruit d'un compromis sans cesse renouvelé entre ce phénomène universel et la géologie de territoire qui pose divers obstacles à contourner. Il est même envisageable que les éléments géologiques ayant influencé le développement d'un cours d'eau aient depuis disparu.

La forme la plus répandue de réseau de drainage est qualifiée de dendritique en raison de sa structure qui s'apparente à celle des branches des arbres ou encore des nervures des feuilles. C'est par exemple le cas du plus imposant fleuve au monde, l'Amazone, qui draine une surface de 6 150 000 km² et produit à son embouchure un débit moyen de 212 500 m³/s, ou encore de fleuve Mississippi qui charrie jusqu'à son delta quelque 350 millions de tonnes de particules par année.

Le climat et géologie déterminent le régime hydrologique des rivières : le volume d'eau courante produit par les précipitations. Les bassins versants d'une même région climatique et géologique se distinguent alors par leurs superficies. Il existe une relation quasi linéaire entre la superficie d'un bassin versant et le débit moyen. Une superficie deux fois plus grande mène à un débit presque deux fois plus intense. La forme du bassin versant et de son réseau de drainage influence également la répartition temporelle du volume d'eau courante générée. (*François Ancill, 2008*)

1.3.2-La vie des rivières:

La première dimension d'un cours d'eau a déjà été énoncée : un continuum longitudinal du torrent jusqu'au fleuve la seconde dimension est latérale. Les cours d'eau interagissent avec le milieu riverain et captent latéralement l'eau et les sédiments du bassin versant. La troisième dimension est verticale. On nomme zone hyporhéale la couche plus ou moins épaisse de sol où l'eau courante fusionne avec l'eau souterraine. La dimension verticale inclut également les échanges d'énergie et de masse avec l'atmosphère, notamment l'oxygène. Finalement, la quatrième dimension d'une rivière est temporelle. La rivière toujours changeante est la partie la plus visible d'une ressource en mouvement.

La végétation riveraine joue également un rôle déterminant sur la qualité physicochimique de l'eau courante. Les végétaux génèrent des déchets organiques qui tombent directement dans le cours d'eau ou qui sont transportés par les mécanismes d'érosion des sols. Ils réduisent la charge en sels dissous des eaux qui s'écoulent vers le cours d'eau en consommant les éléments nutritifs nécessaires à leur croissance. Ils encouragent l'infiltration de l'eau de pluie, la recharge de l'aquifère et la stabilisation des berges. Finalement, en milieu aride, leur consommation en eau diminue le débit de manière notable.

Les rivières tirent leur chaleur du rayonnement solaire, du contact avec l'atmosphère et, dans une moindre mesure, du contact avec le sol. Elles perdent leur chaleur par rayonnement lors de l'évaporation et par contact avec l'atmosphère et le sol. La température de l'eau courante varie ainsi au gré des heures, des jours, des saisons et des années, et le métabolisme des organismes aquatiques en fait tout autant. En milieu tempéré, la présence de végétation riveraine intervient aussi sur le régime thermique des biefs d'ordres inférieurs lorsque le feuillage fait écran aux rayons du soleil, ce qui a pour effet de réduire le maximum journalier et l'amplitude des fluctuations journalières. Par contre, la végétation riveraine est influencée sur la température des cours d'eau plus large ou encore pour les climats où les végétaux sont trop petits ou trop clairsemés pour offrir une ombre substantielle.

La respiration est un mécanisme qui assure la conversion de matière organique et d'oxygène en dioxyde de carbone et en énergie pour le métabolisme. Or, l'oxygène est environ trente fois moins disponible dans l'eau que dans l'air, notamment parce que sa concentration maximale est régie par la température. Les organismes aquatiques se concurrencent donc les uns les autres pour l'oxygène dissous. Une compétition souvent inégale puisque la tolérance à de faibles concentrations diffère entre les espèces. La disponibilité en oxygène influence donc directement la composition des écosystèmes aquatiques. En fait, puisque les organismes aquatiques consomment sans relâche de l'oxygène, c'est le taux de renouvellement qui importe vraiment. Bien que les plantes produisent de l'oxygène lors de la photosynthèse, la principale source est atmosphérique puisque les eaux souterraines en sont pratiquement dépourvues. L'oxygène présent dans l'air se diffuse dans l'eau courante depuis la surface et est distribué jusqu'au fond par l'incessant brassage que confèrent les écoulements turbulents. L'efficacité de ce mécanisme dépend d'ailleurs de l'intensité du brassage. (*François Ancill, 2008*)

1.3.3- Une préoccupation partagée :

L'eau s'écoule de manière unidirectionnelle sous l'action de la gravité. Le rejet de substances dans un cours d'eau est donc sans conséquences pour le pollueur, tant que personne plus en amont n'imita son geste. Or, nous l'avons vu, la multiplication de ce comportement a tôt fait de surtaxer le pouvoir auto épurateur des cours d'eau, ce qui résulte en une perte d'usages pour les populations riveraines, en un déséquilibre de l'écosystème aquatique et en la détérioration des sources d'eau potable.

Dès 1972, les États-Unis d'Amérique se sont dotés d'un cadre légal fédéral pour la restauration et la protection de l'intégrité physique, chimique et biologique de ses eaux : le *Clean Water Act* (*États-Unis d'Amérique, 1972.*). Il revient alors aux agences locales d'établir un état des lieux et d'élaborer un plan d'intervention si des normes minimales de qualité ne sont pas respectées. Cette loi repose largement sur le concept de la « charge totale journalière maximale » qui spécifie, pour chaque polluant localement identifié comme problématique, la quantité maximale qui peut chaque jour atteindre le cours d'eau sans que cela ne cause préjudice aux usages identifiés. Pour ce faire, l'agence doit compiler un bilan détaillé de toutes les sources de pollution sur le territoire drainé par le cours d'eau, inclure une marge de sécurité pour compenser le manque de connaissances et tenir compte des fluctuations saisonnières. Cette loi impose dans les faits une philosophie de gestion par bassin versant et devient participative lorsque des cibles de réduction de pollution doivent être identifiées. Les efforts initiaux de mise en œuvre du *Clean Water Act* ont porté sur le traitement des eaux usées urbaines et industrielles : des sources de pollution facilement identifiables et pour lesquelles des technologies de traitement ont été développées. Il reste toutefois beaucoup à faire quant aux autres sources de pollution, tels les champs cultivés, les pâturages et les routes, dont le caractère diffus complique la mise en place d'un plan d'intervention.

Au même moment, les européens ont aussi consenti de nombreux efforts à la restauration et à la protection de leurs eaux. Le caractère transfrontalier de leurs fleuves exige une coopération internationale soutenue, voire une harmonisation des normes et des philosophies d'intervention. En ce sens, l'union européenne a adopté en 2000 la directive-cadre (*Union européenne, 2000*) 2000/60/CE qui fixe des objectifs stipulant que toutes les eaux européennes, tant en surface que souterraines, doivent afficher un « bon état » d'ici 2015. Un grand chantier est donc lancé pour élaborer et appliquer des programmes communs d'action pour chaque bassin fluvial européen, tout en garantissant la participation de tous les intervenants qui le souhaitent. Il s'agit, bien entendu, d'un processus itératif qui repose sur l'observation continue, l'élaboration de stratégies environnementales et économiques, la consultation participative et l'application des programmes d'action. Parmi les propositions avant-gardistes de cette directive-cadre, notons le principe de précaution qui incite à la prudence quant à l'identification d'effets potentiellement négatifs découlant de produits méconnus et qui encourage une évaluation scientifique du risque. Finalement, l'Union européenne se montre très soucieuse d'un prix raisonnable pour l'eau et énonce, dans cet esprit, le principe du pollueur-payeur.

La directive-cadre européenne sur l'eau inspire les dirigeants d'autres régions du monde. Par exemple, le Québec a adopté en 2002 une politique nationale de l'eau (*Québec, 2002.*) qui prône également une gestion participative par bassin versant

II/les Normes de pollution des eaux superficielles par certains éléments :

Les concentrations en nitrites (NO^{2-}), nitrates (NO^{3-}), ammoniac (NH^3) et ammonium (NH^{4+}), phosphates (PO^{3-}), azote (N) et phosphore (P) sont dès lors des paramètres importants pour le suivi de la qualité des eaux de surface.

Les eaux naturelles non polluées contiennent généralement peu de nitrates. Les nitrates présents dans l'eau peuvent provenir de sources soit indirectes soit directes. Lors du rejet d'azote organique (protéines, acides aminés, urée...), les molécules sont tout d'abord transformées en ammonium (NH^{4+}) qui est ensuite oxydé en nitrites puis en nitrates sous l'action de bactéries nitrifiantes. Ces processus d'oxydation, également appelés « Nitrification », sont très sensibles à la présence de matières toxiques (métaux, pesticides) et aux températures basses. Des concentrations élevées en nitrites témoignent souvent de la présence de matières toxiques. Les nitrites sont surtout nuisibles pour les jeunes poissons. On considère que la situation est très critique à partir d'une concentration de plus de 3 mg NO^{2-}/L (Lisec 2004).

2.1-L'Azote Ammoniacal :

Cet élément existe en faible proportion inférieure à 0,1mg/l d'azote ammoniacal dans les eaux naturelles. Dans les eaux superficielles, il provient de la matière organique azotée, et des échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère (Chapman et al, 1996).

Dans la plupart des eaux courantes, le PH est compris entre 6.5 et 8.5 et la plus grande partie de l'azote ammoniacal se trouve donc sous forme d'ion ammonium. Cette forme est relativement peu toxique. Par contre, la même quantité d'azote ammoniacal à des PH élevés peut avoir des conséquences graves pour la rivière car la forme non ionisée est très toxique pour la faune et la flore. Les ions ammonium des eaux superficielles peuvent avoir une origine naturelle par la décomposition des déchets végétaux et animaux. Ils se transforment assez rapidement en nitrites et en nitrates par oxydation, donc la teneur en azote ammoniacal dans les eaux superficielles est normalement faible (< 0.2 mg.l⁻¹). (Franck Rejsek, 2002).

2.2-Les Nitrites :

La présence de nitrite d'origine naturelle est très rare. Ils sont répandus dans le sol, les eaux et les plantes mais en quantité relativement faible. Dans les eaux de surface, leur teneur est général inférieure à 1 mg.l⁻¹. (Franck Rejsek, 2002).

2.3-Les Nitrates :

Ils proviennent généralement de la décomposition de la matière organique par oxydation bactérienne des nitrites et constituent ainsi l'ultime produit de la nitrification. En milieu naturel, sa concentration dépasse rarement 0,45 mg/l. Des valeurs supérieures indiquent des rejets d'eaux usées dans les milieux aquatiques superficielles et souterraines, et surtout une utilisation excessive de fertilisants utilisés en agriculture, (Chapman et al, 1996).

Les nitrates se trouvant naturellement dans les eaux proviennent en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant. Leurs concentrations naturelles ne dépassent pas 3mg.l⁻¹ dans les eaux superficielles et quelques mg.l⁻¹ dans les eaux souterraines. (Franck Rejsek, 2002).

2.4-Les Phosphates :

Les Phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol. Des teneurs supérieures à 0.5mg.l^{-1} permettent de suspecter la pollution d'une eau naturelle. Les eaux de surface peuvent être contaminées par les rejets industriels et domestiques ou par le lessivage de terres cultivées renfermant des engrais phosphatés ou traités par certains pesticides. (Franck Rejsek, 2002).

2.5-Les sulfates :

Le soufre est un élément non métallique qui existe à l'état naturel dans les sols et les roches sous forme organique (soufre protéique) et à l'état minéral (sulfures, sulfates et soufre élémentaire). Le soufre se combine à l'oxygène pour donner l'ion sulfate, présent dans certains minéraux : gypse, baryte... La transformation réversible des sulfates en sulfures se fait grâce au cycle du soufre (Peck, 1970; Smith, 1974).

Les eaux de surface contiennent des teneurs très variables de sulfates. Leur concentration est généralement comprise entre 2,2 et 58 mg/l (Meybeck et al, 1996).

2.6 -Les métaux lourds :

Le suivi des concentrations en métaux lourds (densité $>$ à 5 g/cm^3) est particulièrement important vu leur toxicité et leur capacité de bioaccumulation le long des chaînes alimentaires. Contrairement aux polluants organiques, les métaux ne peuvent pas être dégradés biologiquement ou chimiquement.

Les concentrations en cuivre, nickel, chrome, plomb, zinc, cadmium, arsenic sont régulièrement mesurées. Les métaux lourds caractérisent certains types de pollution, comme par exemple :

La présence de cuivre et de nickel signe des rejets provenant d'industries de traitement de surface des métaux ; le chrome dénonce la présence d'une tannerie ; le plomb est lié à des pollutions diffuses (apports dus aux transports routiers et à l'existence de sites industriels désaffectés) ; le zinc est évacué par des industries qui pratiquent la galvanisation ou la préparation d'alliages tels que le laiton et le bronze, il est également libéré lors du contact entre les eaux de ruissellement et les matériaux galvanisés (toitures métalliques, gouttières) ; le cadmium peut notamment être rejeté par des usines de galvanoplastie et des industries chimiques de textiles et de teintures.

Les métaux lourds se dissolvent très bien dans une eau acide (pH faible). Dans des eaux neutres ou basiques, ils précipitent et s'accumulent principalement dans la phase solide (boues). L'analyse de ces boues permet ainsi d'obtenir une vue de l'ensemble des déversements en métaux lourds qui ont eu lieu, tant en nature qu'en quantité. La toxicité du zinc, influencée par la dureté de l'eau, son contenu en oxygène et la température, concerne surtout les plantes et les algues. La toxicité du cuivre pour le milieu aquatique est fortement dépendante de l'alcalinité, du pH et de la présence de matières organiques. De manière générale, les salmonidés (saumons, truites) sont très sensibles au cuivre et au zinc.

Les variations du débit des eaux de surface ont des répercussions considérables sur la qualité de l'eau. Lorsque les débits baissent alors que les rejets et les prélèvements restent constants, les polluants se concentrent et la qualité de l'eau diminue. Lors des orages, les débits des cours d'eau augmentent sensiblement mais la qualité baisse. Les dépôts de boues et de saletés accumulées dans les conduites sont évacués par la forte pression d'eau et par ailleurs, les eaux de ruissellement sont chargées de polluants provenant du lessivage des terres et du réseau routier (pollution diffuse). Les particules ainsi mises en suspension affectent la transparence de l'eau et adsorbent certaines substances toxiques telles que les composés organiques et les métaux lourds. (IBGE, 2005)

3.1- Cadre général de la région de khenchela :

3.1.1- Situation géographique :

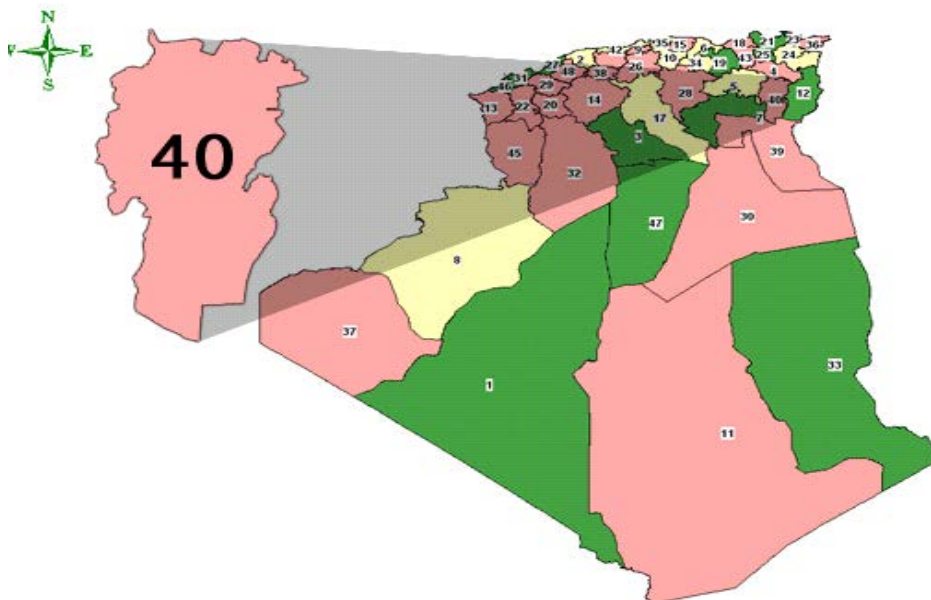
La wilaya de Khenchela est située au Nord-est de l'Algérie, au Sud-est du constantinois, et au contrefort du mont des Aurès entre $34^{\circ} 06' 36''$ et $35^{\circ} 41' 21''$ latitudes Nord ; et entre $06^{\circ} 34' 12''$ et $07^{\circ} 35' 56''$ de longitudes Est. Sa superficie est de $9715,6\text{km}^2$ (khabthane ,2010)

la wilaya de Khenchela, s'étend sur une superficie de $9715,6\text{km}^2$. Elle est composée de 21 communes et 08 daïras ; et confine avec les wilayas de :

- ✓ Oum El Bouaghi au Nord
- ✓ El Oued au Sud
- ✓ Tebessa à l'Est
- ✓ Batna à l'Ouest
- ✓ Biskra au Sud-ouest.

De par sa position géographique ; la wilaya de Khenchela qui non seulement est limitée par cinq (05) Wilayas ; dont les liens demeurent très étroits dans tous les domaines de l'activité économique et sociale ; elle constitue également un trait d'union non moins appréciable entre le Nord/ Est et le Suddu pays. (Figure N°1)

Elle se trouve ainsi, située aux portes des grandes villes du Sud ; et non éloignée des villes métropoles du Nord.



(Source : DPAT, 2010)

Figure N°01 : carte de la Situation géographique de la Wilaya de Khenchela.

3.1.2- Cadre administratif :

La wilaya de Khenchela est issue de la refonte territoriale de 1984(DHWK, 1984). Elle était rattachée entre 1977 et 1984 à trois wilayas différentes :

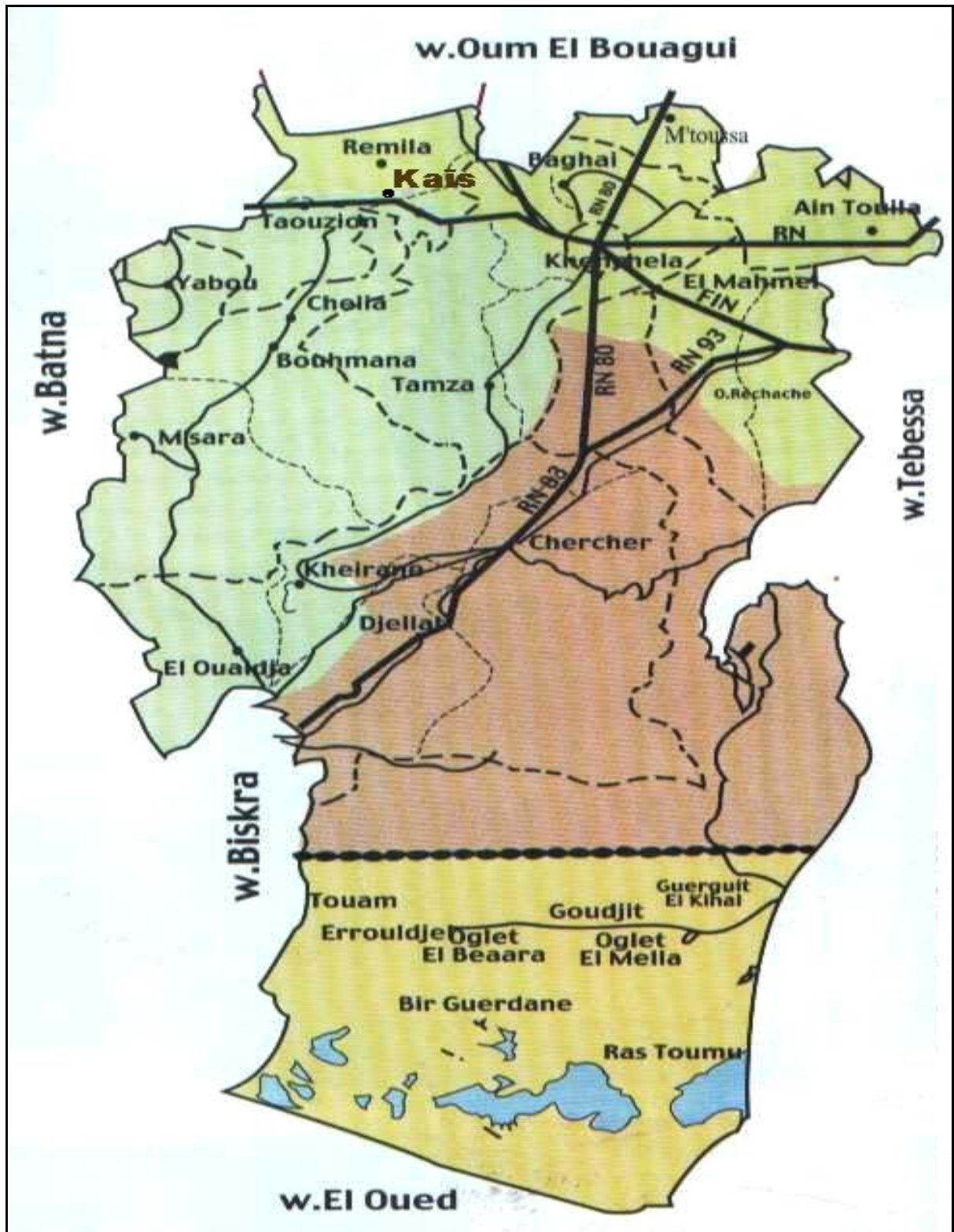
- ✓ Oum El Bouaghi pour l'EX Daïra de Khenchela
- ✓ Tebessa pour la Daïra de Chechar
- ✓ Batna pour la Daïra de Kais.

Actuellement le territoire de la wilaya est composé de 21 communes regroupées en huit (08) Daïra (dont 05 Daïra créent en 1990). (Tableau°02) et (Figure N°02)

Tab n°02 : Organisation administrative de la wilaya de Khenchela

DAIRA	Commune	DAIRA	COMMUNE
Khenchela	Khenchela	Bouhmama	Bouhmama
	Kais		Yabous
	Taouzient(Fais)		Chelia
	Remila		M'sara
Ain Touilla	Ain Touilla	Chechar	Chechar
	M'toussa		Djellal
El Hamma	El Hamma		
	N'sigha		El Ouldja
	Tamza	OuledRechache	El Mahmel
	Baghai		Zoui
		Babar	Babar

(Source: DEWK, 2009)



(Source PAW ; 2009)

Figure N°02: Carte administrative de la wilaya de Khenchela.

3.1.3- Population :

Sur le plan démographique ; la wilaya de Khenchela abrite une population évaluée à 399 200 habitants, ce qui correspond à une densité de peuplement de 41 habitants au km², une densité faible comparée à la densité moyenne (85 habitants au km²).

La wilaya de Khenchela a connu un très fort accroissement démographique au cours de ces quatre dernières décennies, sa population a été multipliée par trois. En effet, sa population totale est passée de 128 169 habitants en 1966 (date du premier recensement de population de l'Algérie indépendante) à 399 200 habitants en 2009, et sa densité de peuplement pour la même période est passée de 13 à 41 habitants au km².

Le taux annuel moyen (TAM) de la croissance démographique de la wilaya suit en général la tendance observée au niveau national, c'est-à-dire un boom démographique qui a connu son apogée dans les années 60-70 (3.96%) et une courbe descendante depuis pour atteindre aujourd'hui un seuil raisonnable de 1.6% an. (RGPH, 2009). (Tableau N°3 et Figure N° 3).



Densité de la population par commune :

Au plan social, il est révélé au niveau de l'occupation de l'espace de la wilaya une inégale répartition des densités des populations qui est traduit par une forte concentration au niveau des pôles urbains, à savoir Khenchela ; Kaïs ; Mahmal (Tableau n°3).

Tableau N°03 : Évolution démographique de la wilaya de Khenchela (1966-2009)

Années	Population	Densité Hab. /km ²
1966	128.169	13
1977	189.026	20
1987	246.541	26
1998	327.917	34
2008	384.146	40
2009	399.200	41

Source :(DPAT, 2010)

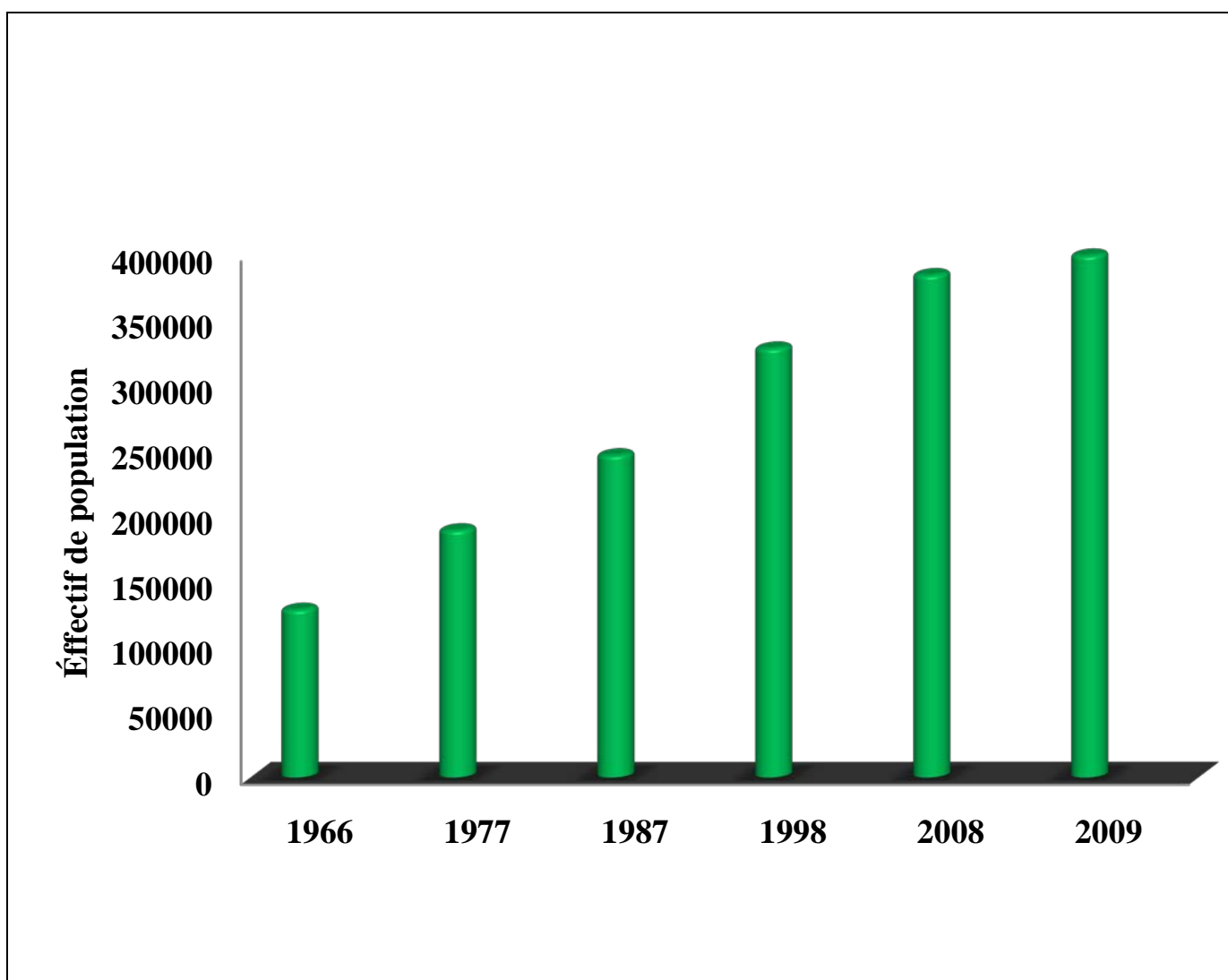


Figure N°3 : Évolution démographique de la wilaya de Khenchela (1966-2009)

Tableau N°04 : Densité de la population par commune

Communes	Surface (km ²)	Population totale	Densité
KHENCHELA	32	112.830	3.526
El Hamma	168	12.480	74
N'sigha	163	9.590	59
Baghai	136	6.930	51
Tamza	385	8.820	23
T, D, El Hamma	852	37.820	44
Ain Touilla	302	17.390	58
M'toussa	118	6.150	52
T, D, Ain Touilla	420	23.540	56
Kais	56	35.540	635
Taouzient(Fais)	167	11.070	66
Remila	243	5.765	24
T, D, Kais	466	52.375	112
Bouhmama	409	11.020	27
yabous	157	10.750	68
Chelia	152	7.145	34
M'sara	570	4.260	7
T, D, Bouhmama	1.288	31.175	24
Chechar	822	28.330	31
Djellal	378	3.160	8
Kheirane	400	5.930	15
El Ouldja	366	3.160	
T, D, Chechar	2.066	40.580	20
OuledRechache	285	25.680	90
El Mahmel	371	39.590	107
T, D,O. Rechache	656	67.370	100
Babar	3.935	35.510	9

Source : (DPAT, 2010)

3.1.4- Le milieu physique :

La wilaya de Khenchela se distingue par ses milieux physiques et naturels très diversifiés et à facettes multiples, alliant entre :

- ✓ Paysages telliens (zones de haute montagne, bien arrosées et bien boisées à paysages verdoyants), monts des Aurès occupant la partie Ouest de la wilaya.
- ✓ Paysages des hautes plaines (hautes plaines céréalières semi-arides) pour la partie Nord de la wilaya.
- ✓ Paysages steppiques et sahariens composés : de monts totalement dénudés et érodés (monts des Némemchas à l'Est), d'oasis (Siar, Khirane et El Ouldja) et de basses plaines (El Meita et Ouazerne). (CENEAP, 2009 ; PAW, 2009).

Elle est caractérisée par sa vocation agro-sylve-pastorale ou la superficie agricole représente 22%, les forêts 12% et la steppe représente 49% de la superficie totale (Anonyme, 2001).

3.1.5- Le relief :

Le relief de la wilaya de Khenchela, est composé de quatre (04) grands ensembles géographiques. (Figure n°4)

➤ Les montagnes :

On les rencontre essentiellement dans la zone Ouest de la wilaya (les Aurès); dans la zone centrale (les monts des Nememchas) et au Nord - Est (Ain Touilla).

➤ Les plateaux :

Ils sont situés au Nord-Est (plateau d'OuledRechache) et s'étendent sur les communes de Mahmal et d'OuledRechache.

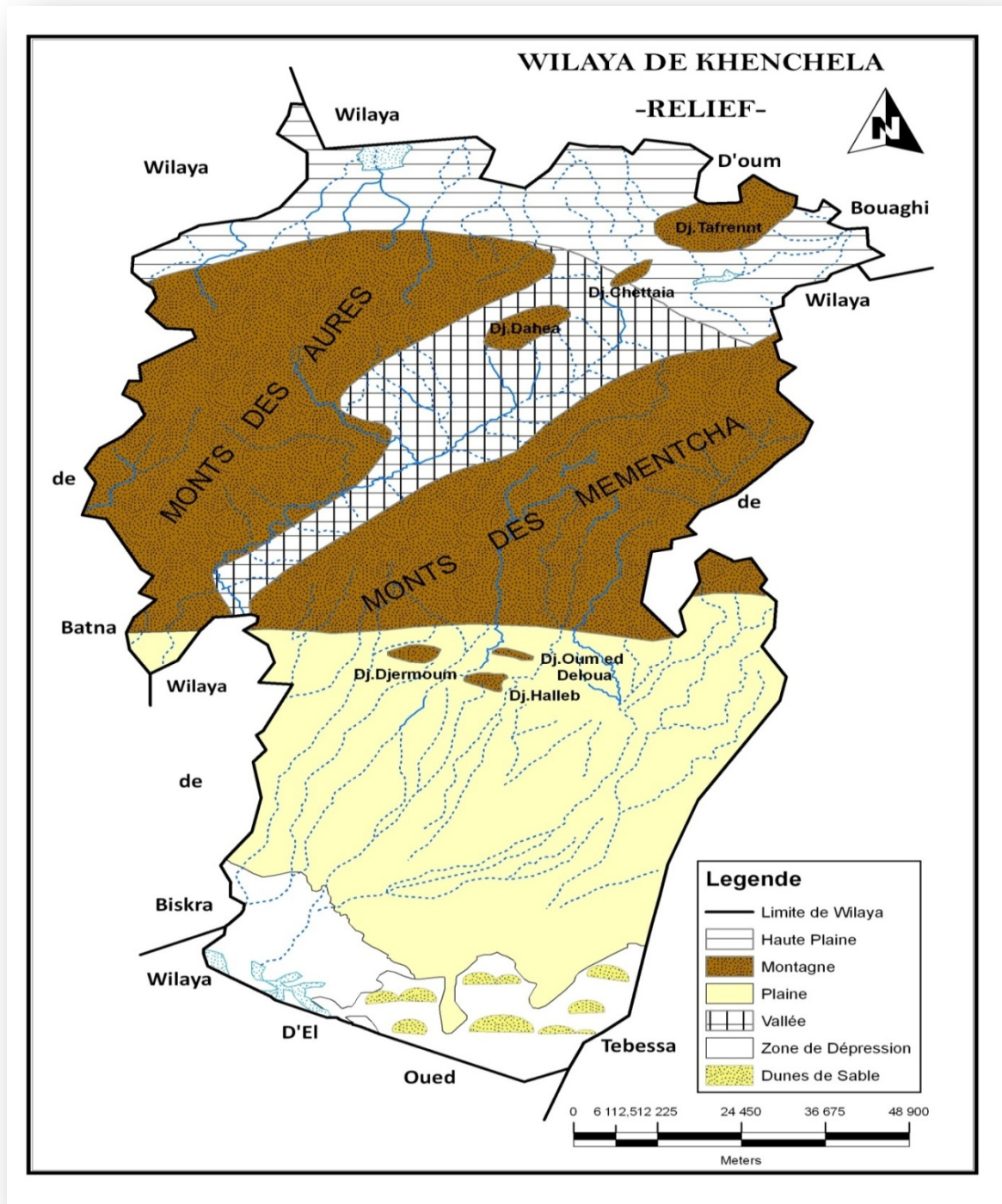
➤ Les plaines :

Situées au Nord et Nord -Ouest de la wilaya, elles comprennent Remila, Bouhmama et M'toussa.

Il est à noter que ces deux derniers ensembles sont parfois appelés les hautes plaines.

➤ Les parcours steppiques et les dépressions :

Ils sont situés dans la partie méridionale de la wilaya. Ils se caractérisent par des terres sablonneuses et par la présence des chotts. Ces derniers constituent ainsi le point de convergence exutoire des oueds drainant le Sud de la wilaya.



Source : (DPAT, 2010)

Figure N°04 : Carte de relief de la Wilaya de Khenchela

3.1.6- Typologie des communes de la wilaya suivant le relief :

Le croisement des deux facteurs du relief (la pente et l'altitude) a permis d'établir une typologie des communes de la wilaya en fonction du caractère dominant du relief (DEW, 2009).

Les classes identifiées sont au nombre de quatre (04):

➤ Les communes des plaines : réparties en deux sous classes : les plaines du Sud de la wilaya (basses plaines sahariennes) et les plaines du Nord (hautes plaines)

➤ Les communes des plaines et piémonts : qui sont généralement des communes où prédomine une topographie plane associée à une pente modérée ou inversement. Le caractère dominant est mis en évidence en le plaçant en premier dans la dénomination.

➤ Les communes des plaines- piémonts et montagnes : Ce sont généralement des communes qui se distinguent par un relief étagé, mais le caractère de plaine est important.

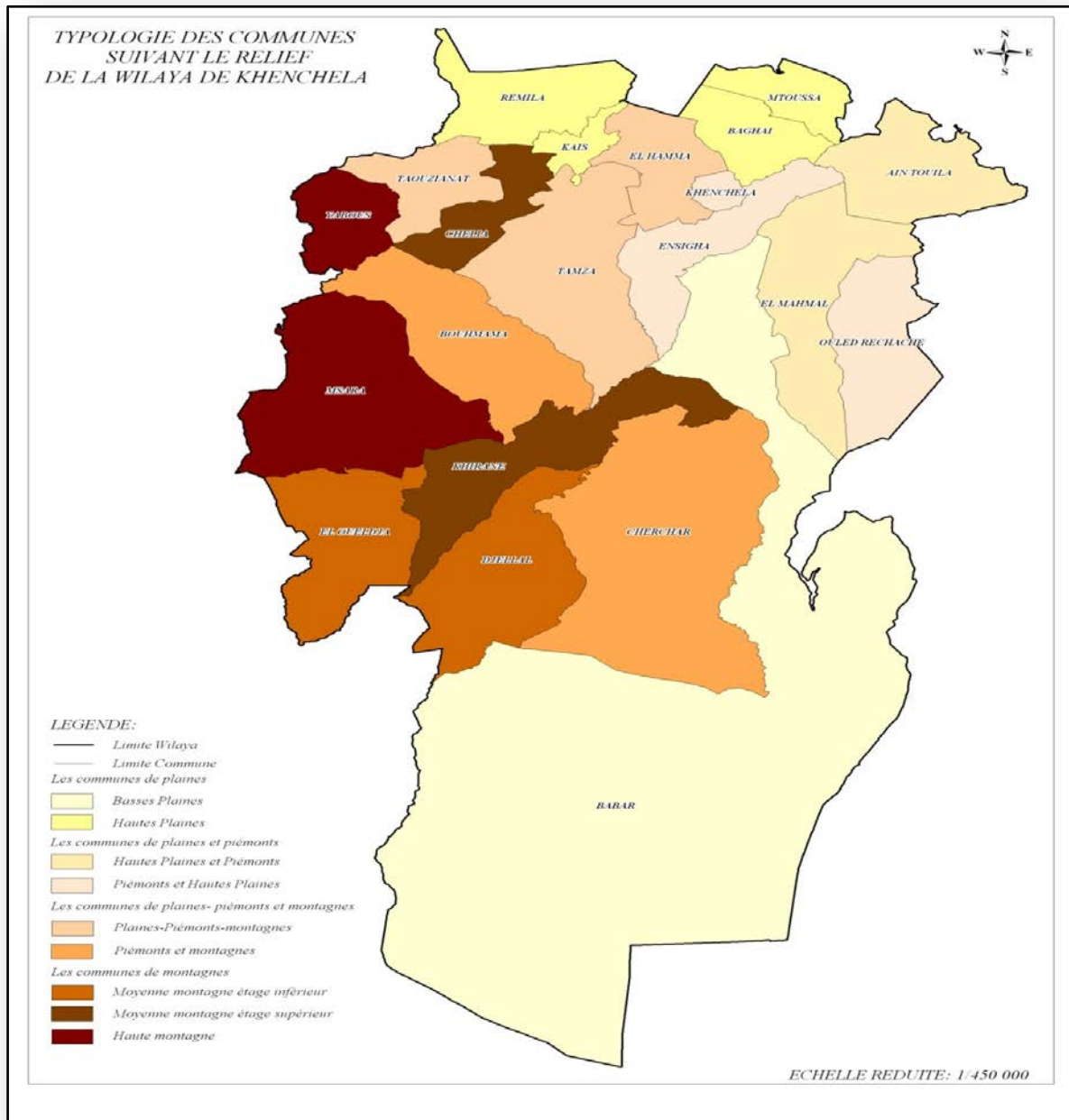
➤ Les communes des montagnes : qui sont situées à des altitudes moyennes variables, mais qui se distinguent toutes par une pente dominante excessivement marquée. Dans cette catégorie, on trouve trois sous-classes :

✚ les communes de moyenne altitude étage inférieur (zones des vallées altitude moyenne dominante 400 à 800 m).

✚ les communes de moyenne altitude étage supérieur (altitude dominante 800 à 1200m).

✚ les communes de haute montagne (altitude moyenne dominante de plus de 1200m)

Les caractéristiques du relief de chaque commune sont présentées dans La Figure N°05.



Source : (DEW, 2009)

Figure N°05 : Carte de typologie des communes suivant le relief de la wilaya de Khenchela

3.1.7- L'orographie :

A- L'altitude :

La wilaya de Khenchela se caractérise par une très forte dénivellation. En effet l'altitude oscille entre moins 26mètres au dessous du niveau de la mer (Chott Melghigh au Sud-Est de la wilaya) et 2169mètres au dessus du niveau de la mer (Djebel Chélia) sur les monts des Aurès au Nord-Ouest de la wilaya(DEW, 2009).

Globalement, on relève cinq(05) domaines à l'altitude différenciée :

- Le domaine montagneux des Aurès, au Nord-Ouest, qui se distingue par ses altitudes très élevées, où l'on dénombre de nombreux sommets dépassant 1500m : Djebel Chélia (2169m) ; successions de monts atteignant 1623 à 2113m sur la chaîne montagneuse du Djebel Tafrennt ; Djebel Fourhal (1698m)...etc.
- Le domaine montagneux des Nemenchas à l'Est, dont l'altitude oscille entre 600m et 1400m, avec toutefois quelques sommets avoisinant les 1600m (versant Nord d'El OutaGuert). Les monts des Nemenchas se distinguent par leur dénivellation qui s'abaisse brutalement du Nord au Sud.
- Le domaine des hautes plaines au Nord, dont l'altitude oscille généralement entre 800m et 1000m.
- Le domaine des piémonts des Némemchas, dont l'altitude oscille entre 200m et 600m.
- Le domaine des basses plaines sahariennes, dont l'altitude se situe entre moins 26m (bordure de Chott Melghigh) et 200m (piémonts des Nemenchas).

Afin de mieux caractériser cette composante du relief, une carte des classes d'altitudes a été dressée pour le territoire de la wilaya, sur la base de la grille utilisée par le Ministère de l'Aménagement du Territoire de l'Environnement et du Tourisme (MATET) pour le classement des zones de montagnes (Figure N°06)(DEW, 2009).

B- Répartition générale des classes d'altitude par commune :

Cette grille, préconise quatre (04) classes d'altitudes ; définies comme suit :

- La classe d'altitude comprise entre 0 et 400mètres :

Cette classe, qui correspond la zone sud de la wilaya (plaine saharienne), occupe une superficie totale de 363 600ha, soit 37,95 % de la superficie totale de la wilaya.

- La classe d'altitude comprise entre 400 et 800mètres :

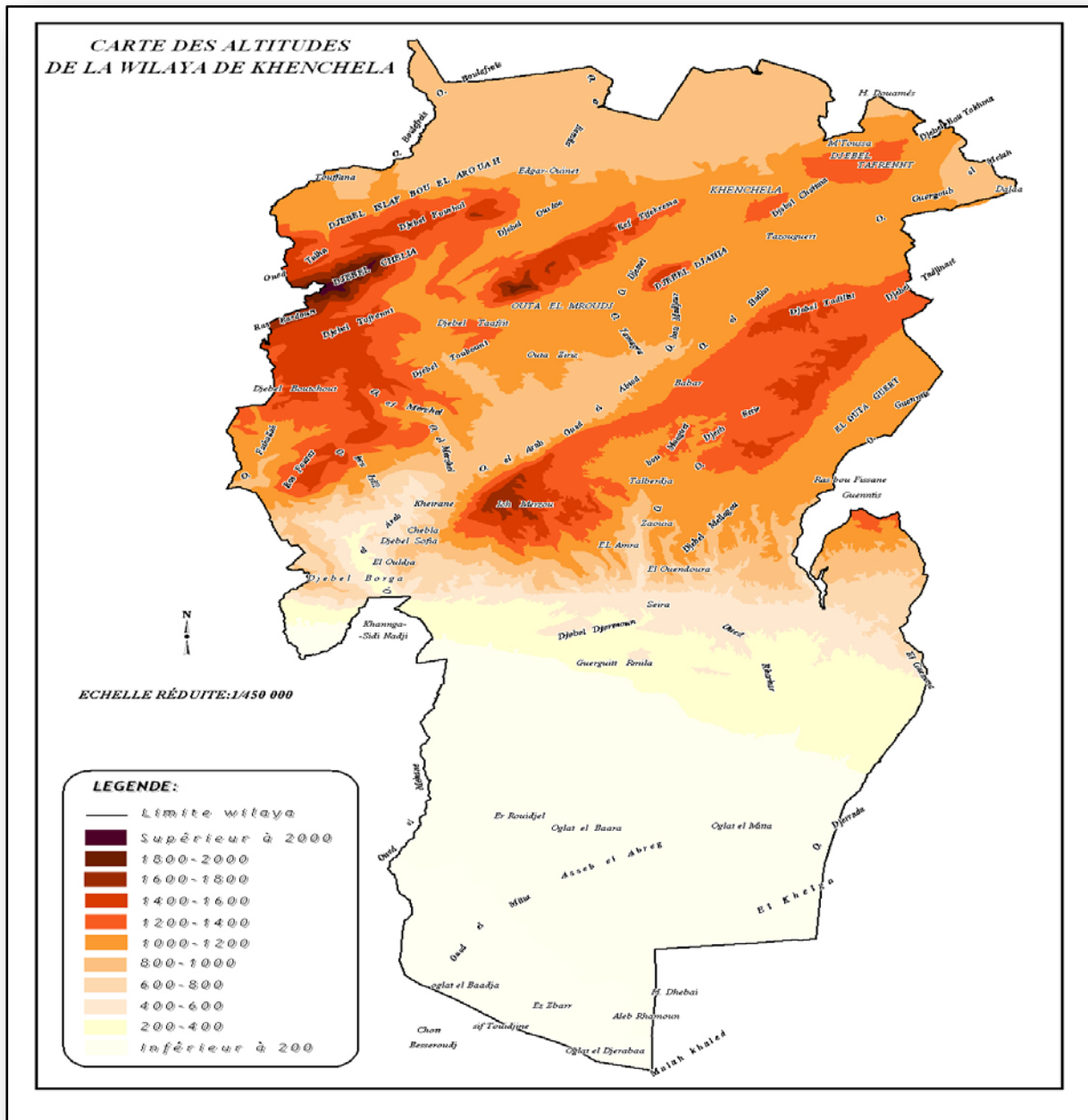
Cette classe, qui correspond à la zone de piémonts des Némemchas, occupe une superficie totale de 183 131ha, soit 19,13 % de la superficie totale de la wilaya.

- La classe d'altitude comprise entre 800 et 1200mètres :

Cette classe, qui correspond en majorité à zone des hautes plaines, occupe une superficie totale de 352 601ha, soit 36,83 % de la superficie totale de la wilaya.

- La classe d'altitude supérieure à 1200mètres :

Cette classe correspond aux zones de haute montagne des Aurès et Némemchas, elle occupe une superficie totale de 58 218ha, soit 6,08 % de la superficie totale de la wilaya. (Figure N°06). (DEW, 2009)



Source : (DEW, 2009)

Figure N°06 : Carte des altitudes de la wilaya de Khenchela

C-La pente :

Comme pour les classes d'altitude, une carte des classes de pente caractérisant le territoire de la wilaya a été dressée, sur la base de la grille retenue par le (MATET) pour le classement des zones des montagnes. Cette grille, qui tient compte de l'utilisation souhaitable des terres, préconise quatre (04) classes : (Figure N°07)

➤ Classe 1 : pente comprise entre 0 et 3,5% :

C'est une classe à topographie relativement très favorable à l'intensification agricole (mécanisation et irrigation) et à la réalisation d'infrastructures techniques, sociales et économiques à moindre coût. Correspond aux hautes plaines du Nord, les vallées et les replats, ainsi que la basse cuvette du Sahara. Elle occupe une superficie totale de 422 500ha, ce qui représente 44,14 % du territoire de la wilaya.

➤ Classe 2 : pente comprise entre 3,5 et 12,5% :

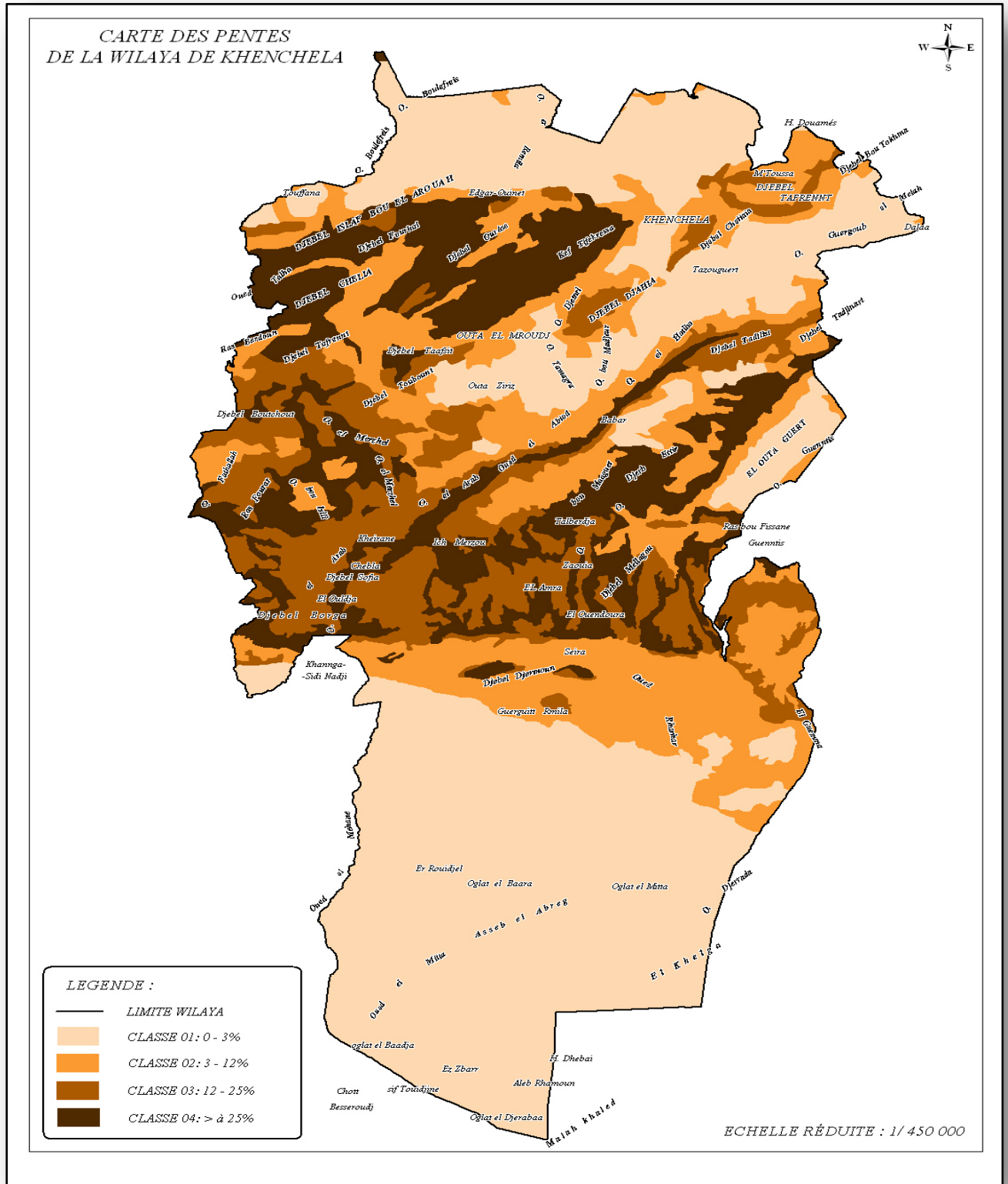
Cette classe présente une pente modérée, sur les sols à structure géologique plus ou moins stable. correspond généralement aux terres de bas piémonts, où l'agriculture reste possible, elle est favorable au développement d'une agriculture intensive à semi intensive (selon l'intensité de la pente) et où l'écoulement des eaux (ruissellement) est important. Elle occupe une superficie totale de 216 977ha, ce qui représente 22,67 % du territoire de la wilaya.

➤ Classe 3 : pente comprise entre 12,5 et 25% :

Cette classe présente une pente relativement importante. Correspond aux piémonts à utilisation agro-sylvo-pastorale, l'arboriculture fruitière et autres cultures pérennes fixatrices du sol au détriment des cultures annuelles et notamment les grandes cultures, L'écoulement des eaux est très important, dont les travaux du sol favorisent l'érosion et accélèrent son processus. Elle occupe une superficie totale de 151 712ha, ce qui représente 15,85 % du territoire de la wilaya.

➤ Classe 4 : pente supérieure à 25% :

C'est une classe qui présente une pente excessivement marquée, correspond en général aux territoires de haute montagne. Constituant de ce fait une contrainte majeure pour la pratique des activités agricoles et un handicap pour la réalisation des infrastructures socio-économiques. A ce titre, l'occupation du sol au niveau de cette classe doit privilégier la sylviculture. Elle occupe une superficie totale de 166 061ha, ce qui représente 17,35 % du territoire de la wilaya.



Source : (DEW, 2009)

Figure N°07 : Carte des pentes de la wilaya de Khencchela

3.1.8- Approche géologique générale :

La région de Khenchela est caractérisée par trois (03) zones naturelles qui peuvent être distinguées comme suit :

↪ Au Nord : c'est le bassin miocène de Timgad et de Douffana. C'est une zone plate, steppique qui correspond à la bordure méridionale de la grande dépression de Garat El Taref.

↪ les parties occidentales et centrales constituent la terminaison périclinale Nord/Est de la chaîne des Aurès, région caractérisée par les Diapirs triasiques.

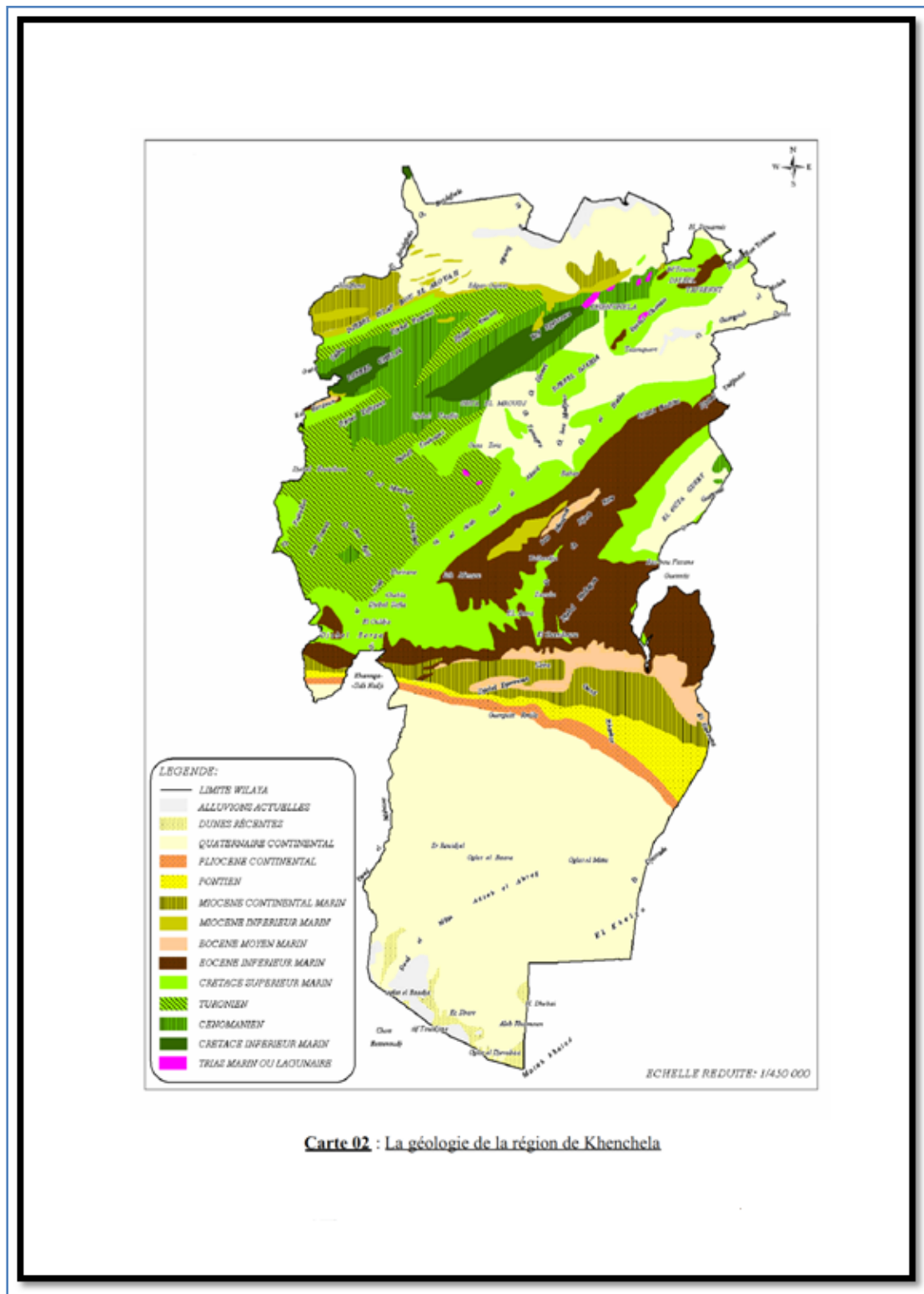
↪ La zone méridionale au Sud constitue les monts des Nememchas ; et plus au Sud, c'est la zone plate qui correspond à la bordure septentrionale du pays des chotts.

Du point de vue tectonique, le territoire de la Wilaya de Khenchela est situé au Nord de la flexure Sud atlasique. Les reliefs montagneux sont très accidentés par des failles. On rencontre deux principales familles :

- La première correspond aux plus grande failles de direction à Nord-Est/ Sud-Ouest.
- La seconde celle des plus petites et dont la direction est de Nord-Ouest/Sud-Est. Ces deux types de failles sont verticaux

Il est à noter que les Diapirs ou dômes triasiques, qui se rencontrent dans la partie orientale, empruntent généralement les zones de failles et de faible résistance pour remonter à la surface du sol et affleurer.

Du point de vue lithologie et pétrographie, on rencontre des calcaires, des marnes, des argiles, des gypses, des sables, des grès et des conglomérats.



Carte 02 : La géologie de la région de Khenchela

Source : (DEW, 2009)

Figure N° 08 : La géologie de la région de Khenchela

3.1.9- Approche géomorphologique générale:

Le territoire de la région de Khenchela est situé dans une zone de transition entre le domaine atlasique, assez plissé au Nord et la plate forme saharienne au Sud.

Le contact entre ces deux domaines est très brutal et est marqué par un grand accident tectonique, appelé « flexure Sud-atlasique ».

Dans la wilaya, on rencontre deux grands ensembles sédimentaires :

- Un ensemble souple affecté par des plis ayant généralement une direction Sud-Ouest/Nord-Est.
- Un ensemble rigide affecté par des failles.

3.1.10- L'hydrogéologie :

L'étude hydrogéologique repose sur l'identification du système aquifère, sa géométrie, ses limites et son alimentation. L'ensemble du système d'écoulement souterrain est défini par la piézométrie des différentes structures et unités géologiques représentées par quatre (04) types de nappes qui constituent le système aquifère de Khenchela :

↪ La nappe superficielle: Il s'agit des nappes phréatiques dont la profondeur moyenne varie de 5 à 30m et sont exploitées essentiellement par des puits.

↪ La nappe des plaines d'effondrement: Comblées par un remplissage d'alluvions importantes alimentées par les précipitations et les oueds qui les traversent. Leurs profondeurs varient de 100 à 200m et son d'âge mi pliocène. Dans ces plaines d'effondrement on peut associer les nappes des calcaires fissurés du Turonien et du Miocène dont la profondeur dépasse les 300m.

↪ La nappe des calcaires fissurés: L'épaisseur de certaines formations carbonatées dépassent les 250m et constituent la nappe des calcaires maestrichtiens.

↪ La nappe des formations continentales : Localisées essentiellement dans la région Sud de la wilaya, leurs profondeurs varient de 200 à 600m.

3.1.11- Les activités industrielles et commerciales:

A- Le potentiel industriel:

L'industrie est faiblement présente dans la wilaya de Khenchela. Les principales unités industrielles ont été créées lors des deux premiers plans quinquennaux et la zone industrielle a été implantée en 1976 par l'URBACO sur une surface cessible de 58,74 ha, entièrement affectée.

Les principales activités industrielles qui émergent au niveau de la wilaya concernent les branches liées à l'ISSMEE et aux textiles.

Les entreprises industrielles qui relèvent du secteur public sont au nombre de 04 dont 02 uniquement sont encore opérationnelles ; elles offrent 385 emplois au total.

Les entreprises industrielles privées sont au nombre de 34 ; elles emploient un effectif total de 400 travailleurs environ.

La branche d'activité «agro-alimentaire » est dominante, et compte 13 unités soit un taux de 48%. L'activité «Matériaux de construction » occupe la seconde position avec 7 unités.

B-L'agriculture :

L'agriculture constitue l'activité économique dominante de la wilaya de Khenchela. Sa vocation, principalement agro-sylvo-pastorale, résulte de la spécificité de son milieu physique, formé d'ensembles naturels d'une grande diversité.

Le potentiel de développement dans ce secteur se situe dans :

- *l'élevage ovin et bovin
- * les petits élevages
- * L'aliment de bétail
- * L'arboriculture
- * Les pépinières agricoles

🚧 Répartition générale des terres :

Le Tableau N°05 et la Figure N°09, met en évidence les aspects suivants :

- ✓ la Superficie Agricole Utile (S.A.U) est relativement par rapport à la superficie agricole totale (S.A.T), elle ne représente 29,93%.
- ✓ Les parcours représentent plus de la moitié de la S.A.T, ce qui est une caractéristique des territoires steppique et saharien.

Tableau N°05 : Répartition générale des terres agricoles

Repartition générale des terres	Superficies (ha)	%
SAU	232 395	29,93
Parcours et pacages	466 943	60,15
Autres	77 012	9,92
Superficie agricole totale	776 350	100

Source : (DSA, 2011)

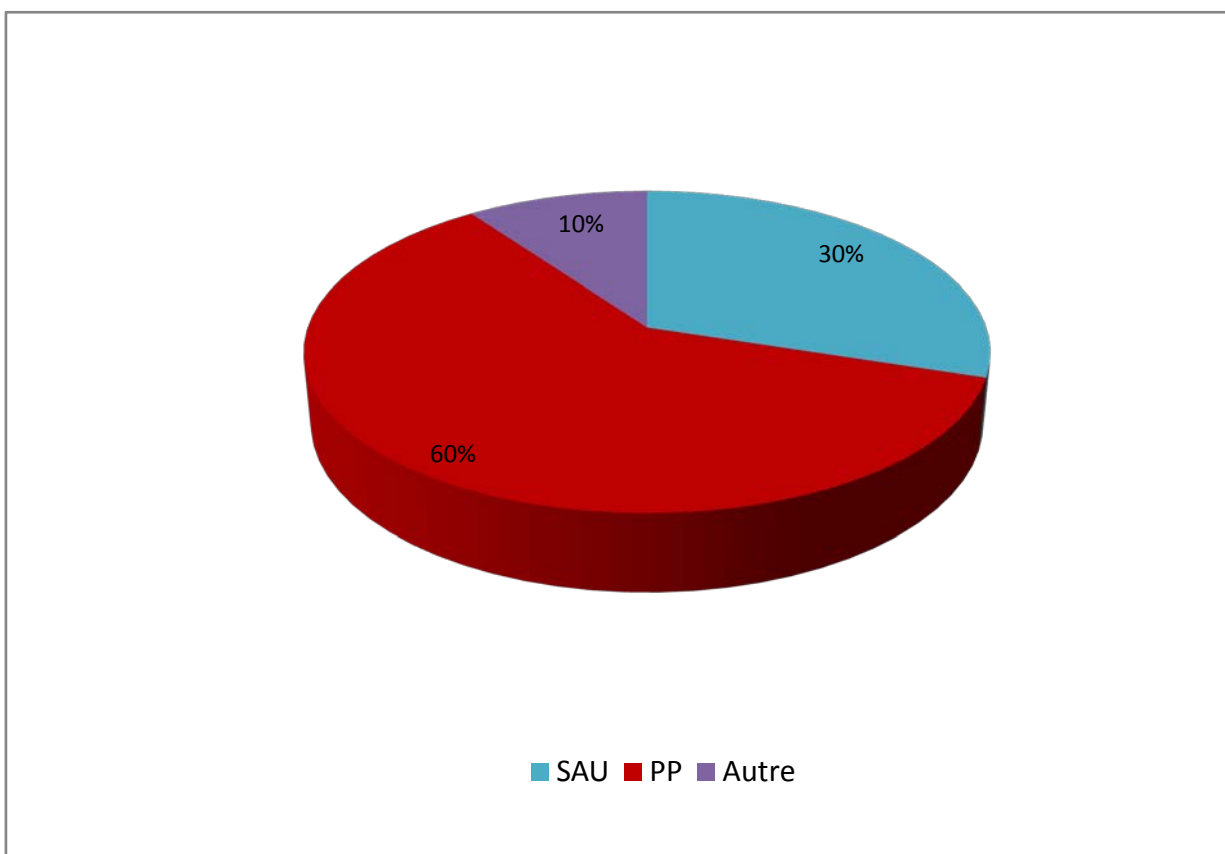


Figure N°09 : Répartition des terres agricoles dans la wilaya de Khenchela

3.1.12- La Végétation :

La couverture végétale de la wilaya est composée de trois (03) strates :

Arbres, arbustes et plantes pérennes. La végétation varie selon les différentes naturelles. Ainsi au niveau des hautes plaines du Nord, on rencontre essentiellement des types de végétation basse ; Armoise ou Chih (*Artemesia herba Alba*), Guetaf (*Atriplex*), salsola, jujubier (*zizyphus*).

La zone centrale peut être divisée en deux (02) parties :

La partie Ouest boisée et la partie Est (Monts des Nememcha) à forêt dégradée.

Parmi les espèces rencontrées, en plus de la strate arbre (pin d'Alep, Cèdre, Chêne vert, Pin noir, Cyprès, Frêne), on rencontre également l'Alfa, l'Armoise, Jujubier, Acacia, Genévrier de Phénicie.

Dans la région Sud, formée par les parcours steppiques et sahariens, les principales espèces rencontrées sont : Tarfa (*Tamarix*), Acacia, Salsola, Guetaf (*Atriplex*) et Spart. (CCF, 2011).

3.1.13- Étude des facteurs climatiques :

Le climat est la composante directe déterminante de la distribution des organismes vivants, et le facteur primordial influant sur l'activité des biocénoses (Dajoz, 1982).

L'hétérogénéité du relief de la wilaya ; implique une extrême diversité des aspects climatiques, les deux paramètres qui caractérisent le climat sont : les températures et les précipitations.

A- La température:

Le paramètre de la température est indispensable à la climatologie, vu qu'il rend compte de son apport d'énergie à la végétation, de son pouvoir évaporateur qu'il exerce sur les surfaces mouillées, et enfin, qu'il est à l'origine du bon fonctionnement du cycle de l'eau.

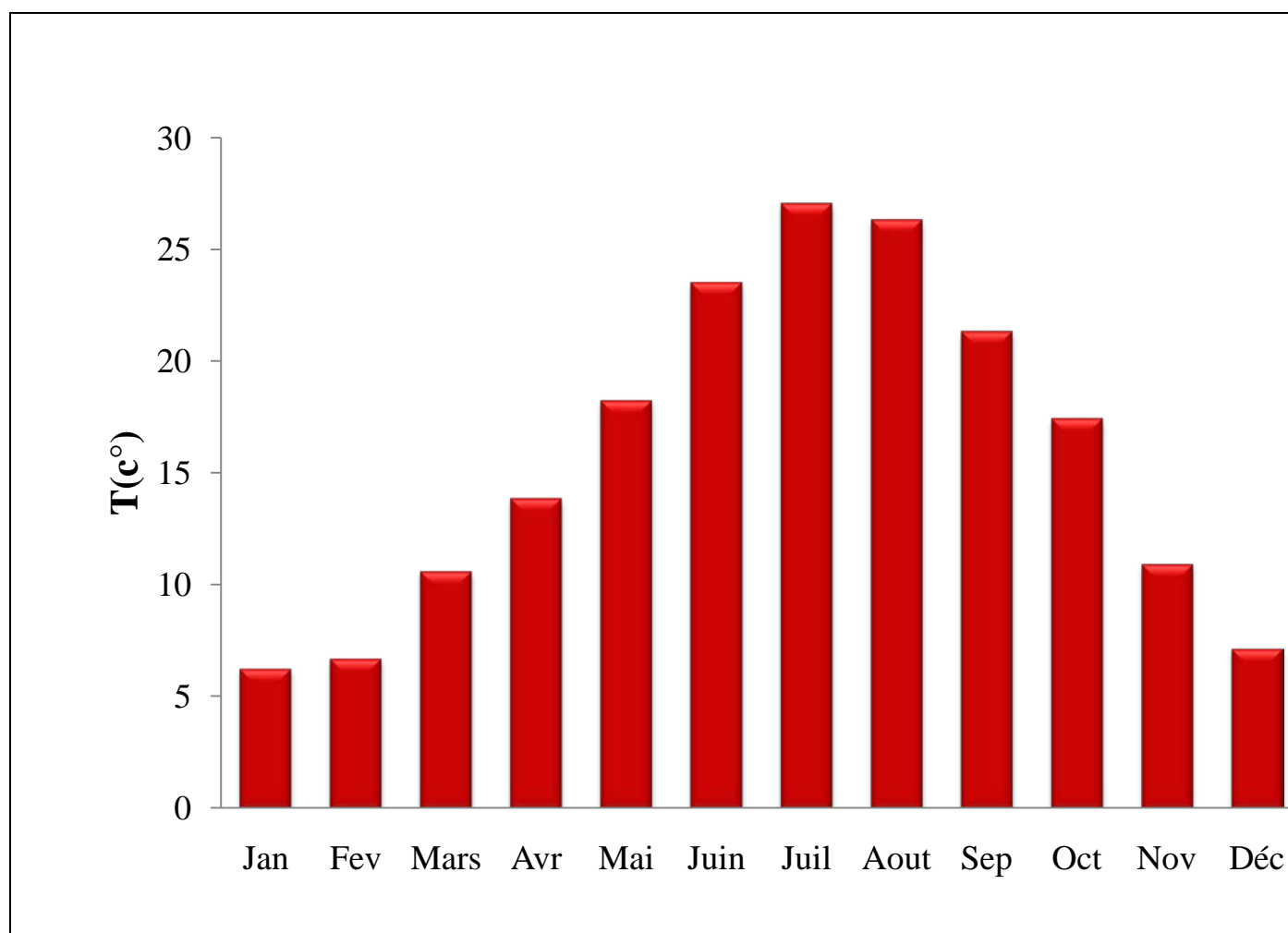
La température est l'un des éléments important pour la caractérisation du climat (Ramade, 1984). En effet la température joue un rôle important dans la répartition des êtres vivant, leurs aires de répartition sont souvent déterminées par ce paramètre qu'est considéré comme facteur limitant (Dajoz, 1985).

Les températures collectées durant la période allant de 1998 à 2013 sont présentées dans le Tableau N°06.

**Tableau N°06 : Températures moyennes mensuelles de station de
Khenchela1998/2013**

MOIS	Jan	Fév.	Mars	Avl	Mai	Jun	Juit	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.
Moyennesm ensuelle	6.28	6.73	10.63	13.87	18.25	23.53	27.06	26.33	21.34	17.45	10.95	7.17

Source :(SMK, 2014)



**Figure N°10 : Variation des températures moyennes mensuelles à la station de
Khenchela (1998/2013)**

Tableau N°07 : Variation des températures moyennes -maximales et minimales-mensuelles à la station de Khenchela (1998/2013)

Moyenne Max (M)	09.95	12.06	15.16	19. 51	23.32	30.14	33. 51	31.81	27.06	22.11	15.63	10.87
Moyenne Min (m)	2.59	3.23	4.65	8. 17	12.69	15. 29	14.51	13.83	14.05	11.36	6. 96	3.31

Source : (SMK, 2014)

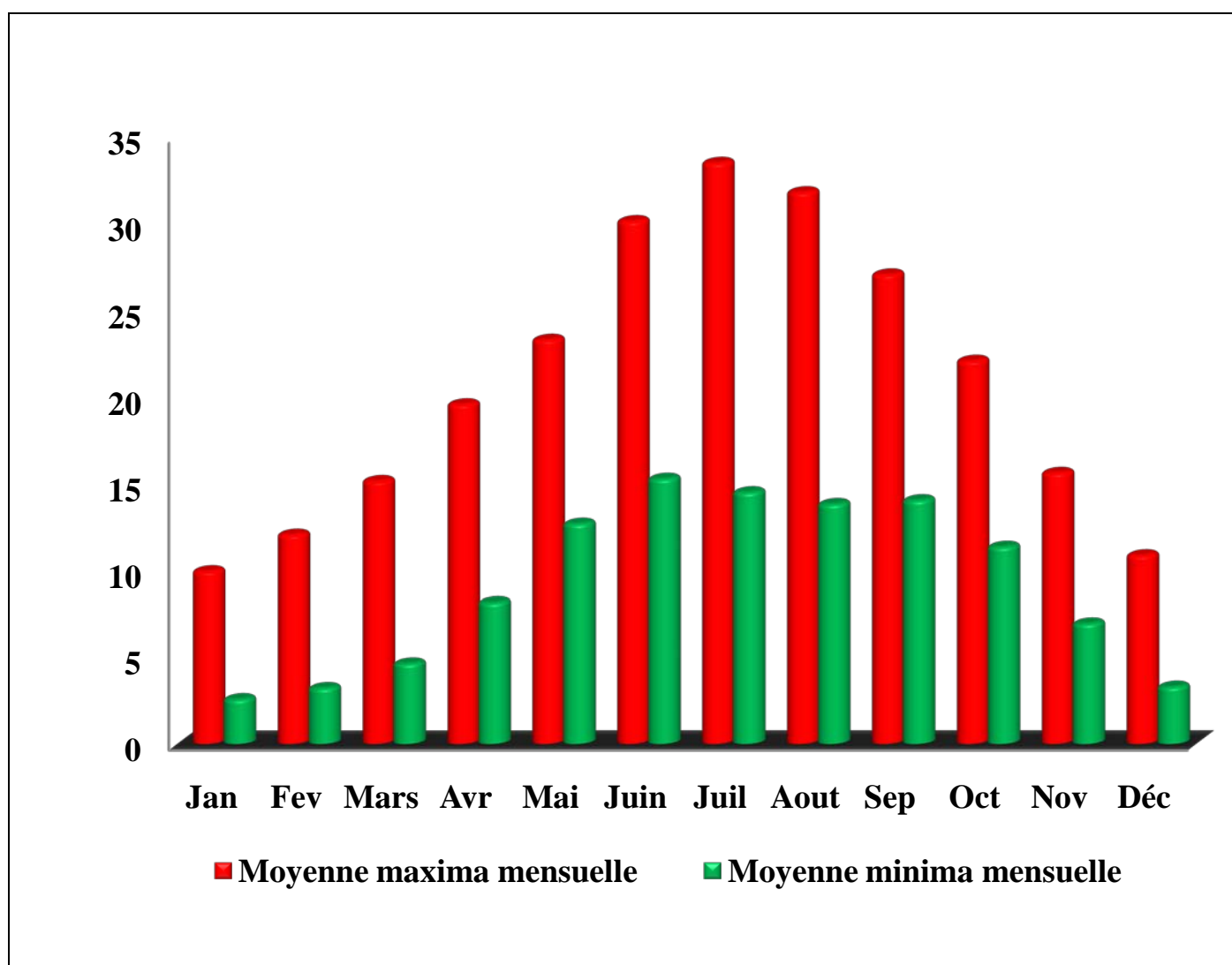


Figure N°11 : Variation des températures moyennes -maximales et minimales-mensuelles à la station de Khenchela (1998/2013)

Les données de température indiquent que la wilaya de Khenchela est caractérisée par le mois de janvier le plus froid avec un moyenne de 7.02 C^0 alors que le mois de Jun correspond le mois le plus chaud de moyenne 22.66C^0 .

B- La précipitation :

Les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale dans l'alternance de la saison des pluies et la saison sèche, qui joue un rôle régulateur des activités biologiques (Ramade, 1984).

Nous englobons, sous le terme de précipitation toutes les eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre, les gouttes qui constituent la pluviométrie, grossissent dans certaines conditions et acquièrent un poids ne pouvant rester en suspension dans l'air, elles tombent sous forme de pluies.

La répartition des moyennes mensuelles des précipitations de la période de (1998-2013) sont présentées dans le tableau N°08.

Tableau N°08: les précipitations moyennes mensuelles de la wilaya de Khenchela(1998/2013)

mois	Jan	Fév	Mars	Avl	Mai	Jun	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Moyenneme nsuelle (mm)	38.58	25.39	37.43	49.48	68.1	27.25	16.55	36.49	54.55	40.34	37.04	40.50

Source :(SPWK ; 2014)

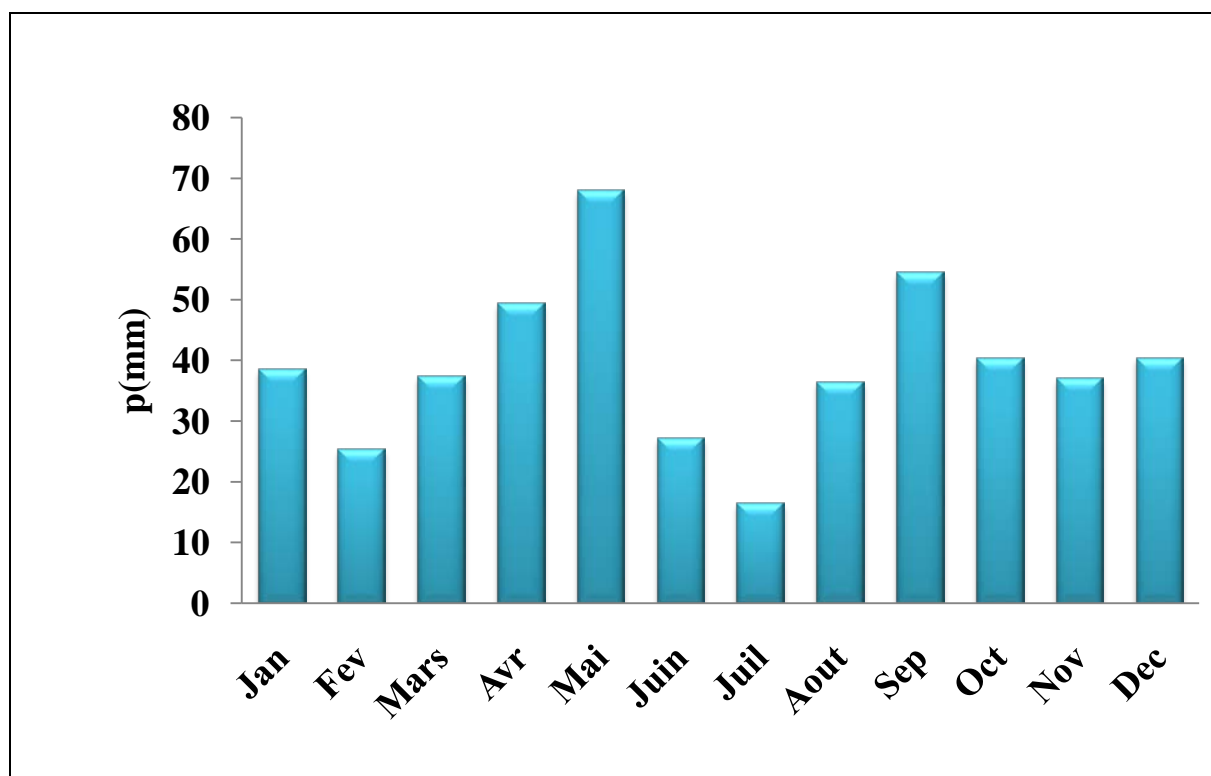


Figure N°12 : les précipitations moyennes mensuelles de la wilaya de Khenchela (1998/2013)

La pluviométrie annuelle est de 471.7 mm. Les précipitations hivernales atteignent le niveau maximum au mois de Mai avec une moyenne de 68.1 mm. Le printemps reste alors la période la plus pluvieuse. Au cours de la période estivale, les précipitations diminuent alors qu'en automne, elles sont plus importantes (Novembre 37.04mm).

Martonne a proposé la classification des climats en fonction des valeurs de l'indice d'aridité. Cet indice permet de préciser le degré de sécheresse de la région, il est calculé en fonction de la température et la précipitation.

L'indice d'aridité (I) est donné comme suit : $I = \frac{P}{T+10}$

I : indice d'aridité

P : moyenne annuelle pluviométrique

T : moyenne annuelle thermique

$$I = \frac{471.7}{15.79+10} = \mathbf{18.29}$$

L'indice (I) est compris entre 10 et 20 ce qu'indique que l'aridité de climat de Khenchela donc le climat est semi aride.

Pour mettre en évidence la période sèche qui a caractérisé notre période d'étude nous avons établi le diagramme ombrothermique de Gaussen.

La période sèche apparaît sur le diagramme lorsque la température est supérieure ou égale à deux fois la pluviométrie.

Pour la wilaya de Khenchela, nous constatons un allongement de la période sèche qui s'étale du mois de Mai au mois d'octobre (figure 4) alors que le climat méditerranéen est caractérisé par une période sèche essentiellement estivale.

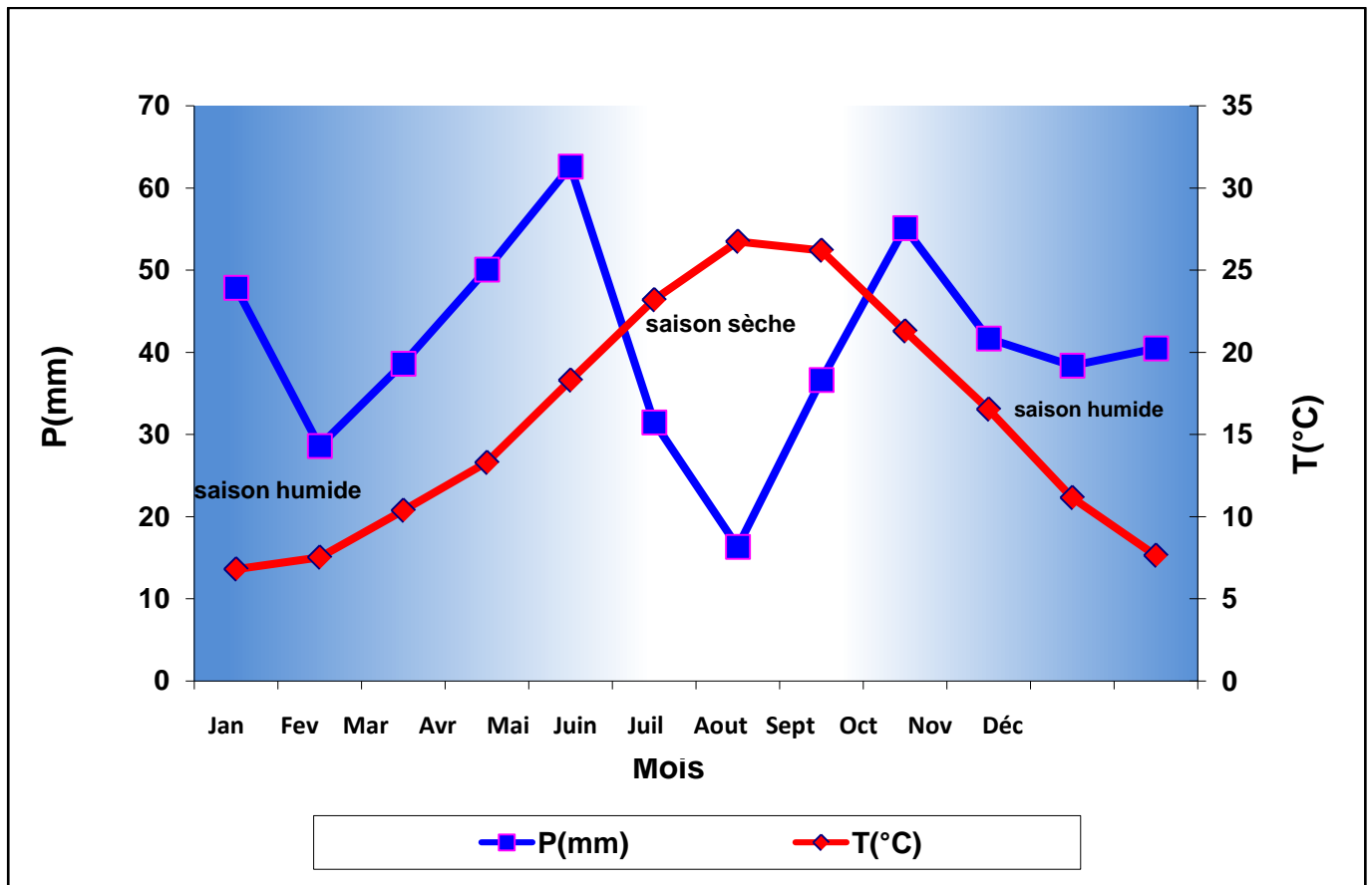


Figure N°13 : Diagramme Ombrothermique de Gausson de la wilaya de Khenchela (1998-2013)

✚ Quotient pluviométrique d'Emberger :

La formule du quotient d'Emberger(Emberger, 1955) s'exprime comme suit :

$$Q = \frac{P}{2\left(\frac{M+m}{2}\right) * (M - m)} * 100$$

Ce quotient a été simplifié par STEWART en 1969 : $Q_2 = 3.43 * \frac{P}{(M-m)}$

P = Pluviométrie en (mm).

M = Moyenne des maximums du mois le plus chaud.

m = moyenne des minimums du mois le plus froid.

$(M+m) / 2$ = Température moyenne.

On a :

P = 471.7 mm.

M = 33.51 C⁰.

m = 2.59 C⁰.

Donc : **Q₂ = 52.32**

Avec un **Q₂ = 52.32** la wilaya de Khenchela se trouve selon le climagramme pluviométrique d'Emberger (figure 13) dans l'étage bioclimatique semi aride à hiver frais.

3.1.14- Géomorphologie :

Le territoire de la wilaya de Khenchela est situé dans une zone de transition entre le domaine atlasique, assez plissé au Nord et la plate forme saharienne au Sud.

Le contact entre ces deux domaines, Nord et Sud atlasique est très brutal ; et est marqué par un grand accident tectonique, appelé «Flexure Sud-atlasique». Cet accident tectonique prend naissance au golfe de Gabes (Tunisie) pour aboutir à Agadir (Maroc) en traversant notre pays et en affectant le Sud de la Daira de Chechar.

Dans la Wilaya, on rencontre deux grands ensembles sédimentaires :

- Un ensemble souple affecté par des plis ayant généralement une direction Sud-ouest /Nord-est.
- Un ensemble rigide affecté par des failles.

3.1.15- PEDOLOGIE :

Les sols de la Wilaya sont en grande partie, pauvres et peu profonds à l'exception des plaines du Nord où le sol est relativement plus profond.

Ainsi, et mis à part quelques rares endroits isolés où la roche mère affleure, on rencontre au niveau des hautes plaines du Nord, là où le réseau hydrographique est très dense, des sols alluviaux profonds, de texture limoneuse ou argileuse. Ces sols peuvent porter des cultures très riches.

La zone des piémonts est formée quant à elle, de sols calciques également très riches.

Au niveau de la zone centrale montagneuse, on rencontre sur les monts des Aurès des sols insaturés humifères (sols formés sur des roches non calcaires et perméables), des sols calcaires humifères (formés sur les roches mères calcifiées). La roche mère affleure en quelques rares endroits isolés.

Le plateau du Mahmel et la vallée de l'Oued El Arabe sont formés de sols calciques ; la roche mère affleure uniquement sur les hauteurs.

Sur les monts des Nememchas et à l'exception d'une bande centrale de direction N.E-S.W formée de sols calciques, la roche mère affleure sur presque toute la sous zone. Ceci explique le degré d'érosion atteint au niveau de cette région.

Quant à la zone Sud de la Wilaya, l'influence désertique sur les sols est apparente ainsi, et mis à part quelques hauteurs où la roche mère affleure, on rencontre des sols éoliens d'ablation (zone des parcours steppiques), des sols basiques (au pays de la céréaliculture par épandage de crues), et surtout des solonchaks (sols dont le teneur en CL est supérieurs à 1.8%) sur la majeure partie de la zone.

L'extrême Sud de la Wilaya se caractérise par des sols éoliens d'accumulation (dunes de sable).

3.1.16- Hydrographie :

La Wilaya est drainée par deux (02) grandes familles d'oued :

Les uns se dirigent vers le Nord pour se déverser généralement dans la dépression du tarf (O.Baghai, O.Kais, O.Boulefraï, O.Tamza etc....)

Les autres, toujours parmi les plus importants (O.El-Abiod, O.El-Arab, O.Mellagou et Bejer) se dirigent vers le Sud pour se déverser dans les chotts.

3.1.17- Hydrogéologie :

Par manque d'informations ou d'études hydrogéologiques, les estimations en eau souterraine, ont été établies par l'ANAT sur la base des caractéristiques de nombreux forages. Trois (03) nappes ont été différenciées ; et ce grâce à leurs profondeurs moyennes :

↙ La nappe phréatique (en moyenne inférieure à 100 m de profondeur) est captée par plusieurs forages répartis à travers la Wilaya (Nord, Est et Sud). Cette nappe alimente plusieurs sources d'intérêt local (Ain El Fedj, Ain Krim, Ain Frenal), le point d'exurgence de ces sources est généralement une faille ou une fracture.

↙ Une nappe moyenne (des grès miocènes) : sa profondeur varie de 100 à 300 m est elle aussi, captée par de nombreux forages à travers la Wilaya.

↙ Une troisième nappe peut être différenciée par sa profondeur qui varie de 300 à 600 m (nappe profonde) ; cette nappe concerne exclusivement le Sud de la Wilaya. (DHWK, 1984).

3.2- cadre générale de la régions Ain Mimoun:

Le patrimoine forestier de la wilaya de khenchela comme une surface totale de 169000has dont 42000has d'Alfa. Cette surface forestier est de composée en forets domaniales à savoir :

- La forêt domaniale de BniMloul ;
- La forêt domaniale de BniOujana ;
- La forêt domaniale d'OuladeYagoub ;
- La forêt domaniale d'OuladeBouderhem.

Notre étude s'accroît sur le foret domaniale d'OuladeYagoub qui couvrir 27305has. Ce foret aménagé depuis 1982 et plan d'aménagement est appliqué entre années (1988-2008). Le nombre de série existant au niveau de cette forêt s'élève à 11 séries.

3.2.1- Situation et caractéristiques de la zone d'étude :

La zone d'AïnMimoun fait partie de la série de Ras Tafer, elle est située à une altitude de 1010m. Elle fait partie du stade semi-aride ; la source existante au niveau d'AïnMimoun est nommée Ain Mimoun, elle est permanente et alimentée par les eaux d'oued Berber et les eaux souterraines de l'oued ighni située dans le début du cèdre zone on existe la Baryte exploitée depuis 1972 par la Sombart.

Les eaux d'Ain Mimoun se déversent dans le barrage de Foum el-Gueiss, actuellement en vase. Le lit d'oued est caractérisé par des zones barrant ce qui reflète l'existence de baryte et influant sur la qualité des eaux.

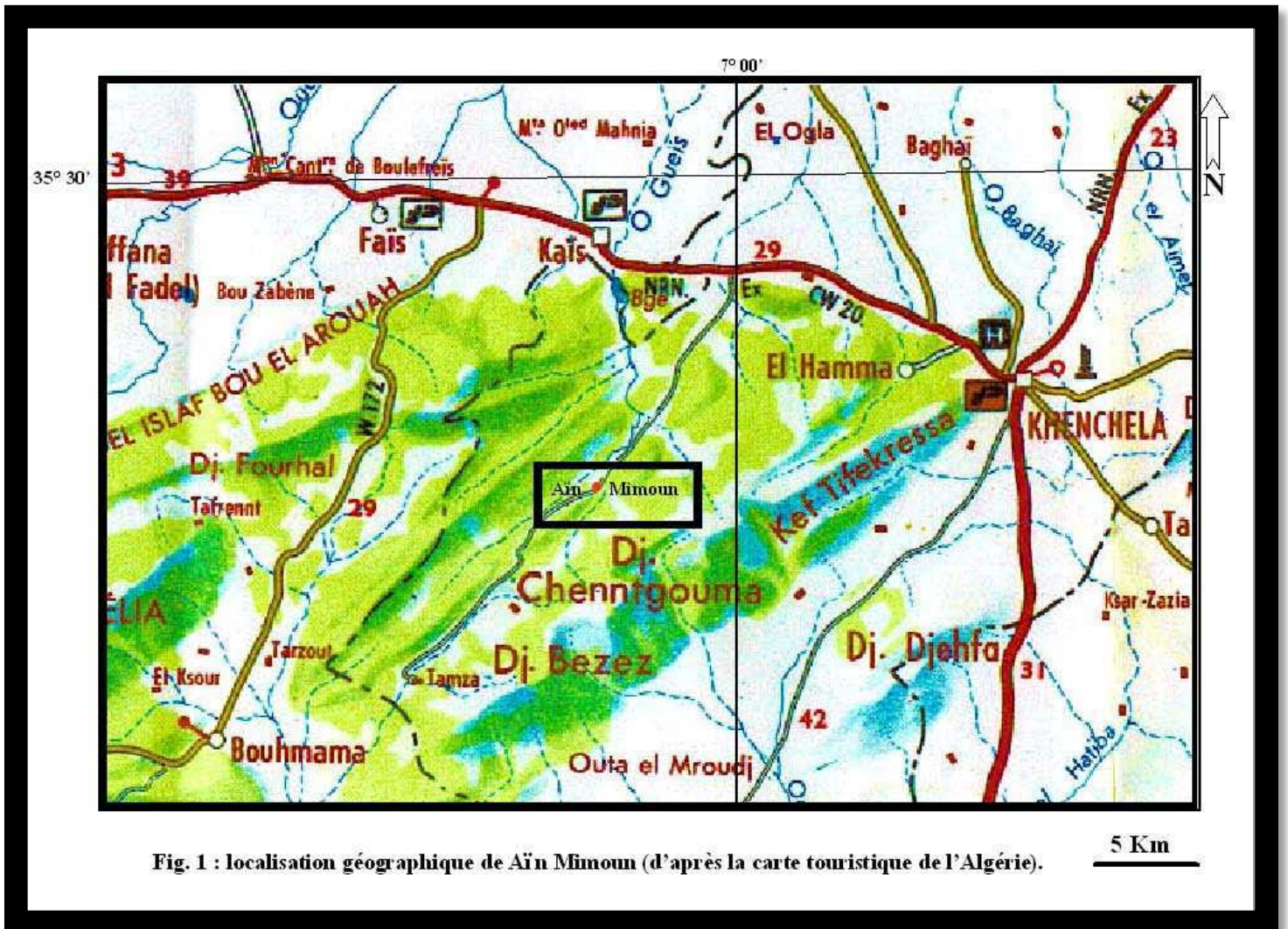


Figure N°14 : localisation géographique d'Aïn Mimoun

3.2.2- Le climat :

Le climat est l'élément le plus important dans la caractérisation de la productivité forestière. Il joue un rôle principal dans le développement des végétaux et de leur distribution.

Le climat de la forêt d'Ouledyagoub est de type méditerranéen continental à caractère semi-aride. Il se distingue par une saison humide et froide située aux mois d'automne et d'hiver et par une saison chaude et sèche durant le printemps et l'été.

Compte tenu des données disponibles enregistrées à la station météorologique d'El-Hamma à 928, 5m d'altitude nous tenterons une synthèse qui situera le cadre bioclimatique dans lequel se développe et évolue le chêne vert de la région.

Ces données peuvent présenter parfois des valeurs qui ne cadrent pas avec les moyennes de la région. Celles-ci sont prises telles qu'elles nous ont été fournies par les services météorologiques. Elles sont donc complétées par celles contenues dans le manuel de Seltzer (1946) qui sont plus fiables et étalées sur des périodes plus longues.

Parmi les facteurs limitant la présence et la répartition des espèces forestières, la température est l'un des éléments les plus déterminants dans la caractérisation de la végétation (BENTOUATI, 2006).

D'après SELTZER (1946), la température baisse avec l'altitude selon un gradient de 0.7 °C pour 100m d'élévation pour les températures moyennes maximales et un gradient de 0.45 °C pour les températures moyennes minimales.

Globalement le massif d'Ouledyagoub évolue dans des limites de températures moyennes annuelles allant de 13,6 à 14,9°C. Le régime thermique est relativement homogène. L'hiver est rigoureux comme en témoignent les données recueillies durant la période 1983-2008 ; que le mois le plus froid est janvier avec une température minimale de 6.85°C, alors que le mois le plus chaud est juillet avec une température maximale moyenne de 26.68°C.

Les précipitations qui tombent sur la région sont assez abondantes à certaines périodes de l'année. Il tombe de la pluie, de la neige et de la grêle qui peut dans certains cas causer des dégâts mécaniques à la végétation.

La pluie influe, par son intensité et sa répartition sur la distribution de la végétation et sur le développement des végétaux. La pluviométrie croît au fur et à mesure qu'on s'élève en altitude et les versants nord sont plus arrosés que les versants sud en Algérie. Dans ce contexte, SELTZER (1946), préconise un gradient pluviométrique altitudinal de 40 mm pour 100 m d'altitude sur les versants exposés au nord et de 20 mm pour les versants sud.

Le Houerou in Abdessemed (1984) donne une augmentation de 20 mm pour la même altitude. Le mois de mai est le plus pluvieux avec 57.37 mm pour la période considérée, alors que le mois de juillet est le plus sec avec 13.53 mm pour cette même période.

Concernant la neige, Les données de SELTZER (1946) indiquent pour la zone d'étude 12 jours d'enneigement. Elle assure au sol de l'eau d'une façon régulière et profonde tout en limitant le phénomène d'érosion causé par les pluies intensives. Elle est surtout hivernale et les sommets peuvent rester enneigés jusqu'à la fin du mois d'avril.

Selon HALIMI (1984), les gelées sont fortement influencées par l'altitude et engendrées par les basses températures (inférieures à 0 °C). Les gelées sont fréquentes et au printemps elles peuvent provoquer de graves dégâts sur les jeunes plantes.

La grêle est un phénomène très connu dans la région des Aurès, surtout au début du printemps où elle peut causer de véritables dégâts aux fleurs et aux jeunes bourgeons.

La région des Aurès est très souvent soumise à de violents orages souvent accompagnés de pluies diluviennes et violentes qui causent par leur intensité et les grandes quantités d'eau qu'ils génèrent le ruissellement et l'érosion des sols nus.

3.2.3 La végétation :

D'après le dernier aménagement effectué par le B.N.E.F (1984), les maquis à dominance de chêne vert occupent une superficie de 15 254.24 ha. En plus de la cédraie et de la pinède de la région, en lisière, une strate arbustive s'individualise en un véritable manteau bien représenté par des espèces xérophiiles et calcicoles. Le Sylvio faciès conduit et contrôlé par des coupes rases a favorisé l'extension et la croissance du chêne vert qui a envahit toute la zone (BENTOUATI. 2006).

Dans les stations fraîches, le chêne vert est très présent sous forme de taillis, on y rencontre aussi le Diss (*Ampelodesmamauritanica*), la filaire (*Phyllariaangustifolia*), le romarin (*Rosmarinusofficinalis*), la globulaire (*Globulariaalypum*) et l'oléastre.



Figure N°15 : Vue général du taillis dans le massif O. yagoub



Figure N°16: la végétation entoures de l'oued Ain Mimoun

4.1-Introduction :

Pour étudier l'eau d'ouedd'Ain Mimoun, nous avons effectué des sorties de reconnaissance du site au cours desquelles nous avons sélectionné les points à étudier. Des mesures physico-chimiques ont été effectuées in situ (le pH, la conductivité électrique (CE), SO_4 , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^- , NH_4^+ , Ba, et les métaux lourds : Cd, Mn, Zn, Cu, Pb, Ni, Cr), les analyses ont été effectuées au laboratoire d'Analyse Environnementales et d'Essais Chimiques sur les Matériaux (Ain M'Lila).

4.2-Methodologie:

4.2.1-Prélèvement de l'eau:

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau.

Nous avons prélevés trois échantillons (échantillon 1 : en aval d'oued, échantillon 2 : en milieu d'oued, échantillon 3 : en extrême d'oued). (Figure N°16)

4.2.2- Mesure physico-chimique:

A-Mesure de potentiel d'hydrogène (PH) :

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau c'est -à-dire de la concentration en ions d'hydrogène (H^+). L'échelle des pH s'étend en pratique de 0 (très acide) à 14 (très alcalin) ; la valeur médiane 7 correspond à une solution neutre à 25°C. Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH faibles (eaux acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, toxique pour les poissons. (IBGE, 2005)

Ce paramètre mesure la concentration des protons H^+ contenus dans l'eau, et donc l'acidité ou l'alcalinité de l'eau sur une échelle logarithmique de 0 à 14. Il influence la plupart des mécanismes chimiques et biologiques dans les eaux. Habituellement, les valeurs du pH se situent entre 6 et 8,5 dans les eaux naturelles (Chapman et al, 1996). Il diminue en présence des teneurs élevées en matière organique et augmente en période d'étiage, lorsque l'évaporation est importante (Meybecketal, 1996).

Le potentiometriqueest l'appareil quinous utilisons pour la mesure du pH.

B-Mesure de la conductivité électrique(CE) :

La conductivité électrique désigne la capacité de l'eau à conduire un courant électrique et elle est déterminée par la teneur en substances dissoutes, la charge ionique, la capacité d'ionisation, la mobilité et la température de l'eau. Par conséquent, elle renseigne sur le degré de minéralisation d'une eau. (E. Derwich et al, 2010),(3)

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est dû à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Elle dépend de la nature de ces ions dissous et de leurs concentrations. La température et la viscosité influent également sur la conductivité car la mobilité des ions augmente avec l'augmentation de la température et diminue avec celle de la viscosité. (Franck Rejsek, 2002).

La conductivité électrique est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. La plupart des sels minéraux en solution sont de bons conducteurs. Par contre, les composés organiques sont de mauvais conducteurs. La conductivité électrique standard s'exprime généralement en milli siemens par mètre (ms/ m) à 20 °C. La conductivité d'une eau naturelle est comprise entre 50 et 1500 $\mu\text{S/cm}$. (IBGE, 2005).

La mesure de la conductivité électrique se fait sur terrain et elle se refait au laboratoire à l'aide d'un conductimètre.

4.2.3- Analyses chimiques au laboratoire

Les analyses des paramètres chimiques des échantillons sont effectuées au niveau du *Laboratoire d'Analyse Environnementales et d'Essais Chimiques sur les Matériaux (Ain M'Lila)*.

Les éléments chimiques majeurs concernés par cette étude analytique sont :

* **Cations** :Ba, NH_4^+ , Cd, Mn, Zn, Cu, Pb, Ni, Cr.

* **Anions**: SO_4^{--} , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^- .

Afin d'obtenir des résultats fiables pour la détermination de la quantité des éléments minéraux majeurs ou mineurs constituant les eaux à étudier, des méthodes conventionnelles sont utilisées :

- La spectrophotométrie.
- AAS PERKINELMER.
- Conductimétrie.
- Turbidimétrie.

Tableau N° 09 : Méthodes et laboratoires d'analyse des éléments chimiques

Méthode d'analyse	Element chimique	Laboratoire
La spectrophotométrie	NO_3^- , NO_2^- , Po_4^- , NH_4^+	L.A.C.I.P. AinM'Lila
Conductimétrique	Ba	
AAS PERKINELMER	Cd, Mn, Zn, Cu, Pb, Ni, Cr	
Turbidimétrique	SO_4^{--}	

En premier lieu, et pour la préparation des échantillons pour l'analyse, l'eau doit être filtrée à l'aide d'un papier filtre N° 1 (Figure N°17) qui élimine la matière en suspension qui est toujours présente dans l'eau naturelle sous forme des particules d'origine minérale, organique ou biologique.



Figure N°17: filtration des échantillons

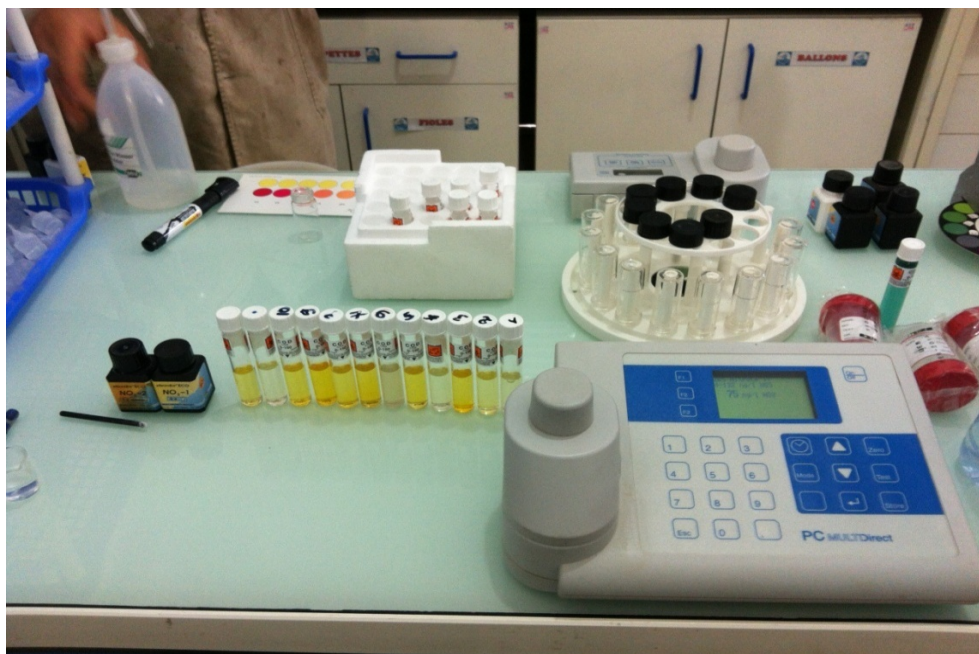


Figure N°18: Le spectrophotomètre UV-Visible et ses réactifs



Figure N° 19: techniques du prélèvement de l'eau

Tableau N° 10 : Les Résultats D'analyses

	1	2	3	moy	Normes OMS
CONDUCTIVITE (μs)	550	455	490	465	50-1500
SEL DISSOUS (mg/l)	262	219	236	239 (0.2 g/l)	0.1 à 0.5 g/l
PH	7.83	7.84	7.74	7.8	6.5-9.5

Pour ces trois premiers paramètres, en l'occurrence conductivité électrique, sels dissous et pH, l'eau d'Ain Mimoun est en adéquation avec les normes OMS pour une eau potable.

Tableau N° 11 : Les Résultats D'analyses de *certaines éléments*

En mg/l	1	2	3	moy	Normes OMS
Nitrate (NO_3^-)	5	7	8	6.66	<3
Nitrite (NO_2^-)	0.15	0.025	0.25	0.065	<1
Phosphate (PO_4^-)	0.6	0.25	0.2	0.35	0.5
Sulfate (SO_4)	27	26	25	26	2.2-50
Ammonium (NH_4^+)	0.1	0.01	0.1	0.07	<0.2
Baryum (Ba)	0.79	0.79	1.03	0.87	0.7

Une eau potable ne doit contenir certaines substances chimiques qu'en quantité limitée : il s'agit en particulier de substances qualifiées d'indésirables ou de toxiques, comme les nitrates et les phosphates, les métaux lourds, ou encore les hydrocarbures et les pesticides, pour lesquelles des " concentrations maximales admissibles " ont été définies. (CNRS, 2014).

Pour ce qui est de notre eau, il est assez remarquable et inquiétant en même temps de relever que le taux de nitrates est de loin supérieur à la norme établie par l'OMS ; il est de 6.66 mg /l alors que la norme doit être inférieure à 3 mg /l.

Si l'on se réfère à l'effet à court et à long terme (lenntech, 2006) 50 et 3 mg/l (exposition à court terme) 0.2 mg/l (exposition à long terme) le constat est encore plus grave.

On note également que l'autre élément qui a réussi à dépasser la norme est bien celui du baryum avec un taux de 0.87 mg /l dépassant les 0.7 mg/l fixé par l'OMS.

Tableau N° 12: Les Résultats D'analyses des ML :

En µg/l	1	2	3	moy	Normes OMS
Cadmium(Cd)	0.25	0.22	0.13	0.2	< 1
Manganèse(Mn)	11	9.3	9.1	9.8	400
Zinc(Zn)	16.3	14.8	14.6	15.23	3000
Cuivre(Cu)	4.2	4.6	4.8		2000
Plomb(Pb)	12.3	9.2	12.6	11.36	10
Nickel(Ni)	0.18	0.15	0.13	0.15	20
Chrome(Cr)	8.1	8	8.2	8.1	50

On appelle métaux lourds les éléments métalliques naturels dont la masse volumique dépasse 5g/cm^3 . Ceux-ci sont présents le plus souvent dans l'environnement sous forme de traces : mercure, plomb, cadmium, cuivre, arsenic, nickel, zinc, cobalt, manganèse. Les plus **toxiques** d'entre eux sont le plomb, le cadmium et le mercure. (Lenntech, 2006)... les effets toxiques des métaux lourds concernent le système nerveux, le sang ou la moelle osseuse. Ils sont généralement cancérigènes (Lenntech, 2006)

Dans notre cas, tous les tous éléments dosés semblent respecter les normes sauf un qui sort du lot c'est celui du plomb qui enregistre un taux de 11.36 supérieur à la norme de 10.

Le plomb est reconnu pour avoir des effets néfastes sur la santé humaine. À de faibles concentrations, il affecte surtout le système nerveux et peut entraîner des effets mineurs sur le développement intellectuel des nourrissons et des enfants de moins de 6 ans. Ces derniers sont plus vulnérables car ils sont en pleine croissance. Il en est de même pour le fœtus des femmes enceintes.

Bien que l'exposition au plomb ait été réduite de façon considérable au cours des dernières décennies, il existe un large consensus en santé publique pour maintenir les efforts visant à la diminuer autant que possible. (4)

Pénétrant dans l'organisme par inhalation ou par voie digestive, le plomb peut aboutir à une intoxication dont les conséquences sont aussi nombreuses qu'insidieuses. Hypofertilité, avortements spontanés, atteintes du système cérébral... Les effets touchent particulièrement les enfants et les femmes enceintes. (5).donc on mesure toute la gravité de la présence en excès d'un tel élément.

Le Plomb est le plus significatif des métaux lourds car il est à la fois toxique et très répandu. Il s'introduit dans l'eau lors de la corrosion des matériaux de plomberie, où il (le plomb) a été utilisé à grande échelle depuis le temps des Romains. En plus, le plomb peut se trouver dans les soudures utilisées pour joindre les tuyaux de cuivre, ainsi que dans les raccords et les robinets en laiton. (6)

Face aux problèmes suscités que peut engendrer la présence en excès de cet élément, son taux dans les eaux superficielles d'Ain Mimoun doit susciter de l'inquiétude.

Sources supposées de pollution des eaux d'Ain Mimoun :

L'analyse des eaux d'Ain Mimoun a révélé la présence au dessus des normes des nitrates, du baryum et du plomb. On peut se poser la question : mais d'où cette eau a pu être contaminée par ces éléments ?

La région où se trouvent ces eaux renferme une usine de baryte qui peut bien expliquer la présence de baryum.

Étant une région agricole, les agriculteurs que nous avons interrogés nous ont confirmé l'utilisation massive d'engrais azotés, ces derniers peuvent être à l'origine de la contamination des eaux superficielles de Ain Mimoun par les nitrates.



Figure N° 20: Oued Ain Mimoun

Partie bibliographique

- ↪ **CHAPITRE I:** Les eaux souterraines et les eaux de surfaces
- ↪ **CHAPITRE II:** Normes de pollution des eaux superficielles

Chapitre I :

Les eaux souterraines et les eaux de surfaces

Chapitre II :

Normes de pollution des eaux superficielles

Partie expérimentale

↪ **CHAPITRE III:** Présentation de la zone d'étude

↪ **CHAPITRE IV:** Matériels et Méthodes

↪ **CHAPITRE V:** Résultats et Discussions

Chapitre III :

Présentation de la zone d'étude

Chapitre IV :

Matériels et Méthodes

Chapitre V :

Résultats et Discussions

Conclusion :

L'étude hydrologique et hydrochimique de La source existante dans la région d'Ain Mimoun dans la wilaya de kenchela, elle est permanente et alimentée par les eaux d'oued Berber et les eaux souterraines de l'oued IGHNI située dans le début du cèdre zone on existe la Baryte exploité depuis 1972 par la Sombart. Dans ce travaille nous avons procédé à l'analyse détaillée des paramètres suivant :

❖ Les eaux de l'oued Ain Mimoun polluées du moment que les concentrations de certain éléments chimiques dépassent les normes admissibles.

❖ L'étude des éléments trace montre que les eaux de la région étudiée sont polluées par certain éléments comme Nitrate (NO_3^-), Plomb(Pb), Baryum (Ba).

L'interprétation des polluées du moment que les concentrations de certain éléments chimiques :

➤ D'extraire la substance utile des rejets d'un côté, et de réhabiliter le site d'Ain Mimoun d'un autre.

➤ C'est Nitrate (NO_3^-) très soluble, et sa présence dans l'eau est liée à des engrais activité agricole.

REFERENCES

LES RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

***Abdessemed K, 1984.** Relation climat-végétation dans le sud constantinois Bult. Soc. Bot. Fr. actuel. Bot. (2/3/4), pp.145-155.

* **Anctil François, 2008.** «L'eau et ses enjeux».

Anctil, F.J. Rousselle et N. Lauzon. 2005. Hydrologie. Cheminement de l'eau. Presses internationales Polytechniques, Montréal, Canada, 330 p.

* **Barry G.S. (1989).** Sodium sulphate. Canadian minerals yearbook – 1988.

Mineral Report, n° 37. Division des ressources minérales, énergie, mines et ressources. Ottawa.

* **Bentouati A, 2006.** Étude de la croissance et de la productivité du pin d'Alep (*Pinus halpensis* Mill) dans le massif d'Ouled yagoub et des Benioudjana. Thèse Doct. Univ. Batna, pp.19-33.

***Berner, E.K. et R.A. Berner, 1996.** Global Environment. Water, Air and Geochemical Cycles. Prentice Hall, Upper Saddle River, États-Unis d'Amérique, 376 p.

* **B.N.E.F, 1984.** Bureau National des Études Forestières. Rapport de synthèse

***CCF, 2011.** Service de statistique ; Conservation des Forêts de la Wilaya de Khenchela, Couverture végétale de la wilaya et données géologiques de la wilaya (2011).

* **Chapman D., Kimstach V. (1996).** Selection of water quality variables.

Water quality assessments : a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman edition, 2nd ed. E & FN Spon, London, pp. 59-126.

***Derwich E** (Université Sidi Mohamed Ben Abdallah, Centre Universitaire Régional d'Interface, Fès, Maroc.), **Benaabidate L, Zian A** (Université Sidi Mohamed Ben Abdallah, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Géologie, Fès, Maroc), **Sadki O** (ONHYM, Rabat), **Belghity D** (Université Ibn Tofail, Faculté des Sciences, Département de Biologie, Kenitra, Maroc). caractérisation physico-chimique des eaux de la nappe alluviale du haut Sebou en aval de sa confluence avec oued Fès.

***DEWK, 2014.** Plan d'aménagement et de développement durable de la wilaya de Khenchela ; Direction de l'environnement de la wilaya de Khenchela (2014).

***DHWK, 1984 :** Schéma Directeur de planification d'aménagement ; Direction de l'hydraulique de la Wilaya de Khenchela 27p.

***DPAT, 2010:** Services des statistiques ; Direction de la Planification et l'Aménagement du Territoire de la wilaya de khenchela ; données statistiques et administrative sur la wilaya.

Références

***DSA, 2011.** Service de statistique ; Direction des Services Agricoles de la wilaya de Khenchela (février 2011) Pp15-31.

***États-Unis d'Amérique, 1972.** Clean Water Act. Consulté en juillet 2007.

***Franck Rejsek 2002.** « Analyse des eaux ».

Norme NF T 90-015 Dosage de l'azote ammoniacal, AFNOR, Paris, 1975.

Standard Methods for the examination of water, 19th edition. Fiche 4-75.

***Franck Rejsek 2002 .** « Analyse des eaux ».

Norme ISO 6777, NF EN 26777, Dosage des nitrites. Méthode par spectrophotométrie d'absorption moléculaire, AFNOR, Paris, 1993.

***Franck Rejsek 2002 .** « Analyse des eaux ».

Norme NF T 90-045, Dosage des nitrates. Méthode spectrométrique avec l'acide sulfosalicylique, AFNOR, Paris, 1989.

Norme NF T 90-012, Dosage des nitrates et des nitrites. Méthode automatique par spectrométrie d'absorption moléculaire, AFNOR, Paris, 1987.

Standard Methods for the examination of water, 19th edition. Fiche 4-85.

DIBENEDETTOD., BREUIL P., POYET J.-P., PETILLOT F., « Analyse des nitrates dans les eaux par spectrophotomètre UV-VIS : la redécouverte d'une vieille technique », TSM n° 3, mars 1996

***Franck Rejsek 2002.** « Analyse des eaux ».

Norme NF EN 1189, Dosage du phosphore. Méthode spectrométrique, AFNOR, Paris, 1997.

Standard Methods for the examination of water, 19th edition. Fiche 4500-P.

***Franck Rejsek 2002.** « Analyse des eaux ».

Norme NF EN 27888 - ISO 7888, Détermination de la conductivité électrique, AFNOR, Paris, 1994.

Norme NF T 90 - 111, Évaluation de la teneur en sels dissous à partir de la détermination de la conductivité électrique, AFNOR, Paris, 1975.

« instruments de mesure dans le contrôle de la qualité des eaux », les cahiers techniques de la fondation de l'eau, Limoges, 1987.

Documents techniques sur la mesure de PH et de la conductivité de RADIOMETER ANALYTICALE S.A.72, rue d'Alsace - 69627 Villeurbanne Cedex.

Références

***Halimi A, 1984.** L'Atlas blidien. Climats et étages végétaux. Offices des publications universitaires, Alger, 523 p.

***IBGE, 2005.** Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des Données de l'Environnement. Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface.

***Kasting, J.F. 1993.** « Earth's Early Atmosphere. » Science 259, 920-926.

***Khabthane H, 2010 :** Contribution à l'étude du comportement éco-physiologique du genre Tamarix dans différents biotopes des zones arides de la région de Khenchela. Mémoire Magister. Université de Constantine. 152 p.

***Le Hourerou H-N. 1959.** Recherches écologiques et floristiques sur la végétation de la Tunisie méridionale, 2 vol, inst. Rech. Sahar ; Alger. Mémoire n °6, vol.1 : 281 p ; vol. 2 : 929 p.

* **Lisec 2004.** “Contrôle van de fysicochemische kwaliteit van de vis waters van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest”, rapport effectué pour le compte de l'IBGE.

* **Meybeck M., Friedrich G., Thomas R., Chapman D. (1996). Rivers.**

Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman edition, 2nd ed. E & FN Spon, London, pp. 59-126.

***PAWK ,2009.** Présentation Administrative de la Wilaya de Khenchela(2009).

* **Peck H.D. (1970).** Sulphur requirements and metabolism of microorganisms.

Proceedings of a symposium on sulphur in nutrium. D.H. muth & J.E.Old fields. Ari Publishing Co. Westpost, CT.

***Québec, 2002.** Politique nationale de l'eau. Ministère de l'environnement, Québec, Canada, 94 p.

* **Rechachi.H, Bekhouche.O.** Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Génie de l'environnement option : Génie de l'environnement. Thème «Synthèse hydro-chimique des eaux de la vallée d'Oued Meskiana». Université Abbès Laghrour- Khenchela; Année universitaire : 2010/2011.

***RGPH, 2009.** Service de statistique. Recensement Générale de Population et d'Habitats.

***Rodier J, Bazin C, Chambon P, Broutin J.P, Champsaur H, Rodi L, 1996.** Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 9ème édition. Edition DUNOD, Paris. 1579p

* **Sadrati.A.** Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master Génie de l'environnement. Thème «Détermination de la salinité et la contamination de la nappe de la Sebka d'El Mahmel». Université Abbès Laghrour- Khenchela; Année universitaire : 2012/2013.

Références

***Seltzer P, 1946.** Le climat de l'Algérie. Institut Météo et physique de Globe. Université d'Alger.129p.

***SMK, 2014 :** Station Météorologique d'el-hamma ; wilaya de Khenchela.

* **SPWK, 2014.** Station Pluviométrique de la Wilaya de Khenchela, données climatologique.

***Union européenne, 2000.** Directive 2000/60/CE établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Journal officiel des Communautés européennes, L 327, 1-72.

Références

LES RÉFÉRENCES ÉLECTRONIQUES :(sites, web)

(1) : <http://www.aquaportail.com/definition-6134-eaux-superficielles.html#ixzz32uDytSBm>

(2) : <http://www.aquaportail.com/definition-6139-eau-de-surface.html#ixzz32uDeJKAH>

(3): <http://www.epa.gov/region5/water/cwa.htm>

(4): Email: elhoussinederwich@yahoo.fr

(5): <http://www.mddep.gouv.qc.ca/Eau/potable/plomb/index.htm>

(6): http://www.doctissimo.fr/html/sante/mag_2000/mag4/sa_1764_chapeau.htm

(7): <http://danamark.com/newsletter/files/dec2007/IssuesofWaterCare-HeavyMetalsinDrinkingWater-French.pdf>.

Résumé

L'étude hydrologique et hydrochimique de Oued Ain mimoun kenchela. L'étude hydrologique montre que La zone d'étude est caractérisée par un climat Semi-aride. L'étude hydrochimique des eaux restent polluées du moment que les concentrations de certain éléments chimiques dépassent les normes admissibles. L'étude des éléments trace montre que les eaux de la région étudiée sont polluées par certain éléments comme Nitrate (NO_3^-), Plomb(Pb),Baryum(Ba) et lui résulte présence mine de baryte de Ain Mimoun et les engrais.

Mots clés : Oued Ain Mimoun, mine de baryte de Ain Mimoun, les engrais, pollution.

ملخص

الدراسة الهيدرولوجية و الهيدروكيميائية لوادي عين ميمون بخنشلة. أكدت لنا بأن هذه الناحية تتميز بمناخ شبه جاف، كما بين لنا ان مياه الوادي ملوثة وهذا نظرا لارتفاع بعض المواد الكيميائية . دراسة العناصر الازوتية تؤكد لنا أن مياه هذه الناحية ملوثة ببعض العناصر كالنترات، الرصاص، البروم، وهو ناتج عن وجود منجم البارييت، وأراضي فلاحية تستعمل فيها الأسمدة.

الكلمات المفتاحية : واد عين ميمون، منجم البارييت، التلوث، الأسمدة.