

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de JIJEL
Faculté des Sciences
Département de Géologie



Geo. 09/07
1/2

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme :
D'ingénieur d'état en géologie
Option : Géologie de l'ingénieur

Thème

**LES RISQUES DE MOUVEMENT DE TERRAIN
AUX ENVIRONS IMMEDIATS DU
BARRAGE DE TABELLOUT, TEXENNA - JIJEL**

Membre de jury :

- ⚡ Président : Bouzenoune, A.
- ⚡ Examineur : Remmoum, k.
- ⚡ Encadreur : Tekkouk, M.

Présenté par :

- ⚡ BENZIANE ALI
- ⚡ BOUABIUSA FAROUK

Promotion 2007



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



Remerciements

*Nous tenons à remercier avant tout Dieu qui nous a
Donné la force et la volonté pour faire ce modeste travail.*

*Nous remercions Mr TEKOUK M pour avoir
Proposé ce sujet et de nous avoir assisté le long de la laboration de ce
Travail aussi nous tenons à lui exprimer notre reconnaissance et
gratitude.*

Nous remercions tous les membres du jury pour l'honneur qu'ils

Nous ont accordé en jugeant le présent travail.

*nous ne terminons pas sans avoir exprimé notre vifs
remerciements à tous les enseignants qui ont contribué à notre
formation.*

*Enfin, nous remercions toutes les personnes qui nous ont aidé de
loin ou de près même par le simple mot d'encouragement.*

Dédicaces

Je souhaite dédier ce modeste travail synonyme de concrétisation de tous mes efforts fournis ces dernières années :

A qui le destin n'a pas permis d'assister à ma consécration, à la mémoire de la plus chère à mes yeux, à ma mère.

A la chandelle de ma vie, mon très chère père. Qu'il trouve ici l'expression de mes sentiments les plus profonds pour le confort moral qu'il m'a assuré tout au long de mes études.

A mes frères et sœurs et à toute ma famille.

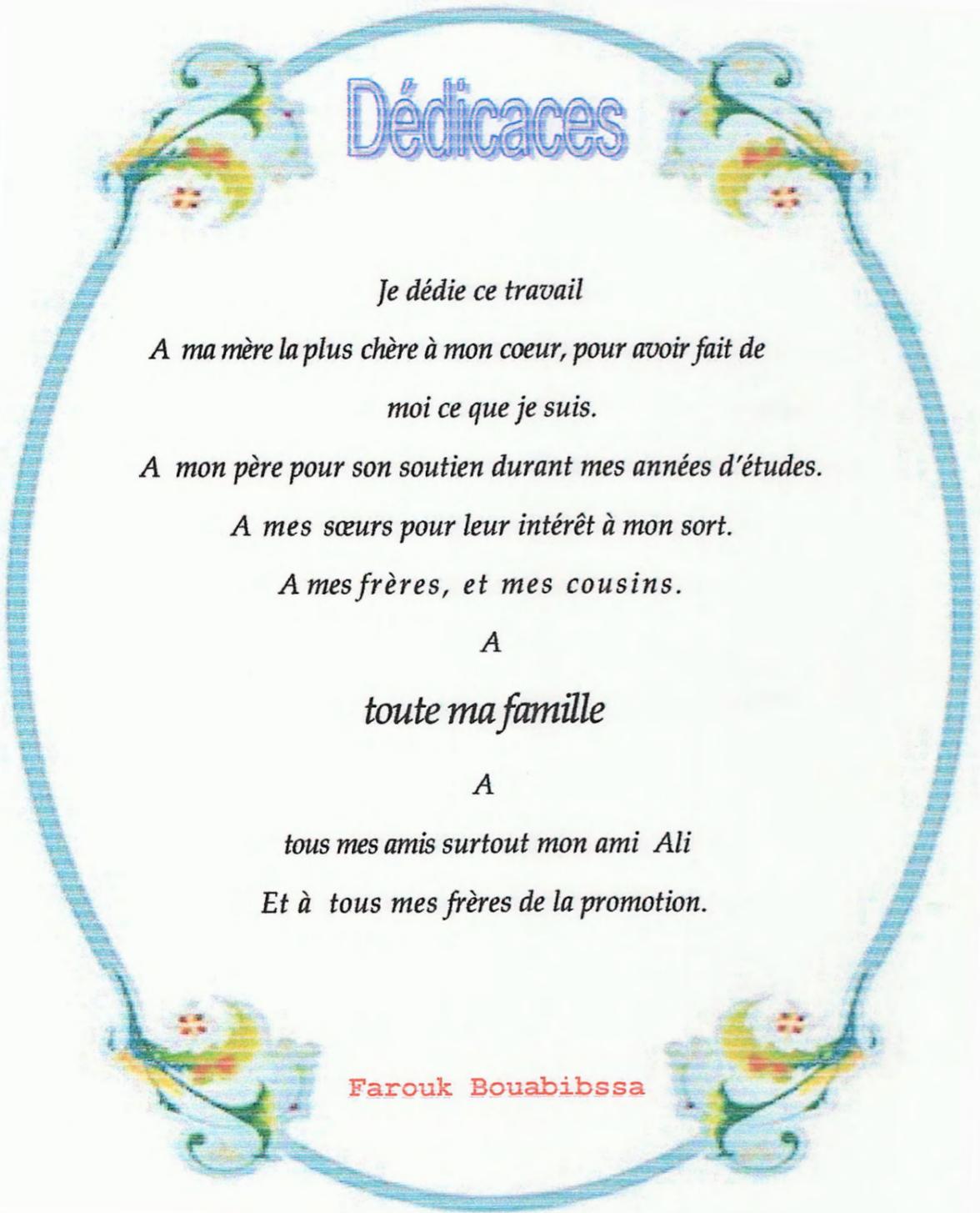
*A mes fidèles amis
à qui je souhaite beaucoup de réussite et de prospérité.*

A mon Amis frère Farouk Bouabibssa

A tous mes camarades de la troisième promotion de géologie de l'ingénieur.

Aux gens qui m'aiment et m'estiment...

Ali Benziane



Dédicaces

Je dédie ce travail

*A ma mère la plus chère à mon coeur, pour avoir fait de
moi ce que je suis.*

A mon père pour son soutien durant mes années d'études.

A mes sœurs pour leur intérêt à mon sort.

A mes frères, et mes cousins.

A

toute ma famille

A

tous mes amis surtout mon ami Ali

Et à tous mes frères de la promotion.

Farouk Bouabibssa

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| Introduction générale | 1 |
| CHAPITRE I : GENERALITE | |
| I.1-Situation géographique..... | 2 |
| I.2-Réseau hydrographique..... | 4 |
| I.3-Climat | 4 |
| I.4-Agriculture et végétation | 4 |
| CHAPITRE II : ETUDE GEOLOGIQUE | |
| II.1-Cadre géologique régional..... | 5 |
| II.1.1-Introduction | 5 |
| II.1.2-Le domaine interne | 6 |
| II.1.2.1-Le socle kabyle | 6 |
| II.1.2.2-La couverture sédimentaire | 6 |
| II.1.2.2.1-La dorsale Kabyle ou chaîne calcaire | 6 |
| II.1.2.2.2- L'Oligo Miocène Kabyle (OMK) | 7 |
| II.1.2.2.3- l'Olistostrome | 7 |
| II.1.3-La Branche sud méditerranéenne (domaine externe) | 7 |
| II.1.3.1-Le Domaine des flyschs | 7 |
| II.1.3.1.1-Le Flysch Maurétanien | 7 |
| II.1.3.1.2-Le Flysch Massylien | 8 |
| II.1.3.1.3- Le Flysch Numidien | 8 |
| II.1.3.2- Les Formations telliennes et de l'avant pays | 8 |
| II.1.3.2.1- Les Formations telliennes | 8 |
| II.1.3.2.2- Les Formations de l'avant pays | 8 |
| II.1.4- Les Formations post-nappes | 9 |
| II.1.5 - Les roches magmatiques | 9 |
| II.2-Cadre géologique local. | 9 |
| II.2.1-Les formations quaternaires | 10 |
| II.2.2- Le miocène supérieur (Pontien) | 10 |
| II.2.3-Le miocène inférieur (Burdigalien) | 10 |
| II.2.4-Le numidien | 11 |
| II.2.5-Les flyschs maurétaniens | 11 |
| II.2.6-Les flyschs Massiliens | 11 |
| II.2.7-L'Oligo-miocène kabyle | 11 |
| II.2.8-Les formations cristallophylliennes du socle kabyle | 11 |
| II.3-Géologie du site | 12 |
| II.3.1-Les formations quaternaires | 12 |
| II.3.2-Les formations tertiaires | 12 |
| II.3.3-Les formations secondaires. | 12 |
| II.3.4-Les formations primaires | 13 |
| II.4- Les différentes familles de failles | 17 |
| II.5- Sismologie | 17 |
| II.6- classes des secousses ressenties dans la région..... | 18 |
| CHAPITRE III : CARACTERISTIQUES GEOMORPHOLOGIQUES | |
| III.1- Introduction..... | 18 |
| III.2- Délimitation du bassin versant inférieure de l'oued Djendjen..... | 18 |
| III.3- Paramètres géométriques du bassin versant inférieure de l'oued djendjen | 18 |
| III.3.1- Superficie | 18 |
| III.3.2- Périmètre..... | 18 |
| III.3.3- Indice de forme ou compacité (indice de gravéliuis) | 19 |
| III.3.4- Rectangle équivalent | 19 |
| III.3.5- Longueur du talweg principal (Lp) | 20 |

| | |
|---|----|
| III.4- Paramètre de relief | 22 |
| III.4.1- Les pentes : valeurs et répartition spatiale | 22 |
| III.4.2- Courbes hypsométriques | 24 |
| III.4.2.1- Courbe hypsométrique et diagramme des fréquences des altitudes du bassin versant inférieur de l'oued djendjen | 25 |
| III.4.2.2- Les courbes hypsométriques de l'oued MISSA et oued TABELLOUT..... | 27 |
| III.4.3- Altitude moyenne (H moy) | 29 |
| III.4.4- Altitude maximale (Hmax) et Altitude minimale (Hmin) | 29 |
| III.4.5- La dénivelée utile (Du) | 29 |
| III.4.6- Indice de pente globale (I _g) | 30 |
| III.4.7- Dénivelé spécifique (D _s)..... | 30 |
| III.5- Paramètres morphologiques | 31 |
| III.4.1- La densité de drainage (Dd) | 31 |
| III.4.2- Temps de concentration (T _c) | 32 |
| III.4.3- Vitesse d'écoulement de l'eau (V _e) | 33 |
| CAPITRE IV : ETUDE HYDROCLIMATOLOGIQUE | |
| IV.1 Introduction | 33 |
| IV.2- Aperçu climatique | 33 |
| IV.3-Analyse des caractéristiques climatiques | 33 |
| IV.3.1- Pluviométrie moyenne mensuelles et saisonnières..... | 34 |
| IV.3.2 -Température | 38 |
| IV.3.3- Graphe ombro –thermique | 39 |
| IV.3.4-Bilan hydrologique | 40 |
| IV.3.4.1-Calcul de l'évapotranspiration | 41 |
| IV.3.4.1.1-Evapotranspiration potentielle (ETP) | 41 |
| IV.3.4.1.2 -Calcul de l'évapotranspiration réelle | 42 |
| IV.3.4.2-Interprétation du bilan hydrologique selon Thornthwaite | 43 |
| IV.3.5-Intensité des chutes de pluie..... | 44 |
| IV.3.6-Les précipitations solides..... | 46 |
| IV.3.6.1- Utilité | 46 |
| IV.3.6.2-Données disponibles..... | 46 |
| IV.3.6.2.1-Répartition géographique de la neige et de l'enneigement (Tekkouk .M 2005)..... | 46 |
| IV.3.6.2.2-Fusion de la neige..... | 47 |
| IV.3.6.2.3-La gelée blanche..... | 47 |
| IV.3.6.2.4-Le sirocco | 49 |
| IV.3.7- Calcul des apports liquides | 50 |
| IV.3.7.1-Formule de samie | 51 |
| IV.3.7.2-Formule de turc | 51 |
| IV.3.7.3-Formule algérienne | 51 |
| IV.3.7.4- Formule de moulet – Gautier..... | 52 |
| IV.4-Conclusion | 53 |
| CHAPITRE V : ETUDE HYDROGÉOLOGIQUE | |
| V.1-Introduction | 54 |
| V.2-Hydrologie | 54 |
| V.2.1-L'écoulement dans le bassin versant de l'Oued Djendjen | 54 |
| V.2.1.1-Variations temporo-spatiales de l'écoulement | 55 |
| V.2.1.2 .Modules absolus et spécifiques | 55 |
| V.2.1.3 -Bilan hydrologique et déficit d'écoulement. | 57 |
| V.3-Hydrogéologie | 58 |
| V.3.1-Les grands ensembles lithologiques | 58 |
| V.3.2-Perméabilité des différentes formations lithologiques et des formations superficielles..... | 59 |
| V.3.3 -Unités hydrogéologiques | 59 |
| V.3.4 -Relation entre les deux systèmes..... | 60 |
| V.4-Conclusion | 60 |

CHAPITRE VI : LES RISQUES DE MOUVEMENT DE TERRAIN.

| | |
|--|----|
| VI.1-Introduction | 61 |
| VI.2-Morphologie et dynamique des mouvements de terrain | 61 |
| VI.2.1 Glissements de terrain | 61 |
| VI.2.1.1-Glissements plans ou translationnels | 61 |
| VI.2.1.2-Glissements circulaires | 62 |
| VI.2.2-Fluage | 63 |
| VI.2.3-Coulées boueuses | 63 |
| VI.2.4-Affaissements et effondrements | 64 |
| VI.2.5-Chutes, écroulements et basculements | 64 |
| VI.3-Cinématique des mouvements de terrain | 66 |
| VI.4-Généralités sur les facteurs d'instabilité | 67 |
| VI.4.1'Action et influence de l'eau | 67 |
| VI.4.2-La rupture de l'équilibre | 67 |
| VI.4.3-Action rhéologique de l'eau | 67 |
| VI.4.4-Alimentation en eau des terrains | 67 |
| VI.4.5-Action des écoulements souterrains | 67 |
| VI.4.6-Action de la pesanteur | 68 |
| VI.4.7-Actions sismiques | 68 |
| VI.4.8-Actions anthropiques | 68 |
| VI.5-Risques de mouvements du terrains de futur barrage de Tabellout. | 68 |
| VI.5.1-Repérage des zones instables..... | 68 |
| VI.5.2-Repérage des traits caractéristiques des mouvements..... | 68 |
| VI.5.3-Etablissement de la carte des risques | 70 |
| VI.5.4 -Les zones a risque dans la région de Tabellout..... | 72 |
| VI.5.5-Les zones à probabilité de risque à Tabellout..... | 74 |
| VI.6-Conclusion | 75 |
| Conclusion générale | 76 |

Liste des figures :

| | |
|--|----|
| Fig (I-1) : Situation Géographique de la Région d'étude..... | 2 |
| Fig (II-1) : Schéma structural de la méditerranéenne occidentale (Durand Delga-1969)..... | 2 |
| Fig (II-2) : Esquisse géologique de la Petite Kabylie..... | 10 |
| Fig (II-3) : Extrait de la carte geologique de Tamesguida..... | 14 |
| Fig (II-4) : Coupes géologiques au niveau de site oued Missa –Tabellout..... | 15 |
| Fig (II-5) : Esquisse Tectonique de la région étudié..... | 16 |
| Fig (II-6) : Contexte sismotectonique de la région Jijel – Bougie – C.R.A.AG 1971..... | 18 |
| Fig (III 1) : Bassin versant inférieur de Oued Djen-djen..... | 21 |
| Fig (III-2) : La carte des pentes de Tabellout..... | 22 |
| Fig (III-3) : Courbe hypsométrique et diagrammes des fréquences des altitudes du bassin versant de l'Oued Djendjen..... | 25 |
| Fig (III-4) : Les courbes hypsométriques du sous bassin d'oued Missa et de Tabellout..... | 27 |
| Fig (IV-1) : Courbes des précipitations moyennes mensuelles des stations TAHER et TEXENNA..... | 36 |
| Fig (IV-2) : Histogramme des précipitations saisonnières de la station TEXENNA..... | 37 |
| Fig (IV-3) : Histogramme des précipitations saisonnières de la station TAHER..... | 37 |
| Fig (IV-4) : Températures moyennes mensuelles des séries récentes (1995-2006) pour la Station de TAHER et (1997-2006) pour la Station de TEXENNA..... | 39 |
| Fig (IV-5) : Graphe ombro-thermique pour la station de TEXENNA..... | 40 |
| Fig (IV-6) : Graphe de bilan d'eau par la méthode de Thornthwaite..... | 44 |
| Fig (IV-7) : Durée d'enneigement du bassin versant de l'oued Djendjen..... | 46 |
| Fig (IV-8) : Carte pluviométrique de la wilaya de Jijel d'après A.N.R.H.1993..... | 50 |
| Fig (V -1) : Comportement des deux systèmes aquifères (supérieur et inférieur)..... | 61 |
| Fig (VI-1) : Glissement plan..... | 62 |
| Fig (VI-2) : Glissements circulaires simples..... | 63 |
| Fig (VI-3) : Glissements circulaires complexes..... | 63 |
| Fig (VI-4) : Schéma général du mécanisme de fluage..... | 64 |
| Fig (VI-5) : Exemple d'une coulée boueuse | 64 |
| Fig (VI-6) : Effondrement de voûtes karstiques..... | 65 |
| Fig (VI-7) : Exemples d'écroulement rocheux..... | 66 |
| Fig (V-8) : Localisation des zones à risques..... | 70 |
| Fig (V-9) : La carte des risques de Tabellout..... | 72 |
| Fig (V-9) : Photo illustrant les formations triasiques susceptibles de glisser..... | 73 |
| Fig (V-10) : Photo illustrant un glissement du terrain en face de Merdj Abdellah..... | 73 |
| Fig (V-11) : Photo illustrant une désagrégation sur le talus par l'effet de ruissellement..... | 74 |
| Fig (V-12) : Photo illustrant une désagrégation sur le talus par l'effet ruissellement..... | 75 |

Liste des Tableaux :

| | |
|--|-----------|
| Tableau (III-1) : les pentes valeurs et répartition spatiale..... | 23 |
| Tableau (III-2) : Représentation des surfaces cumulées par rapport aux altitudes du bassin inférieur de oued Djendjen. | 24 |
| Tableau (III-3) : Représentation des surfaces cumulées par rapport aux altitudes à Oued Missa et à Tabellout..... | 26 |
| Tableau (IV-1) : Coordonnées des stations météorologiques..... | 33 |
| Tableau (IV-2) : Précipitations moyennes mensuelles et saisonnières (TAHER)..... | 34 |
| Tableau (IV-3) : Précipitations moyennes annuelles (TEXENNA)..... | 35 |
| Tableau (IV-4) : Précipitations moyennes mensuelles et saisonnières des stations Texenna et Taher | 36 |
| Tableau (IV-5) : Températures moyennes mensuelles de la station de TEXENNA et TAHER..... | 38 |
| Tableau (IV-6) : Calcul de l'évapotranspiration potentielle selon Thornthwaite à Texenna..... | 42 |
| Tableau (IV-7) : Calcul de l'évapotranspiration selon Thornthwaite à Texenna..... | 43 |
| Tableau (IV-8) : Nombre de jours de pluies « torrentielles »..... | 45 |
| Tableau (IV-9) : Répartition géographique de la neige et de l'enneigement..... | 46 |
| Tableau (IV-10) : Nombre moyen de jours de gelée blanche..... | 48 |
| Tableau (IV-11) : Nombre moyen de jours de Sirocco..... | 49 |
| Tableau (IV-12) : Calcul des apports liquides par différentes formules..... | 52 |
| Tableau (V-1) : Variation des débits spécifiques et absolus de l'amont à l'aval de l'oued Djendjen | 56 |
| Tableau (V-2) : Essai de bilan pour les différents sous bassins..... | 58 |
| Tableau (V-3) : Les formations lithologiques de la région d'étude..... | 58 |
| Tableau (V-4) : Perméabilité des différentes formations de la région d'étude..... | 59 |
| Tableau (VI-1) : Les surfaces de séparation avec le substratum en place..... | 65 |
| Tableau (VI-2) : Vitesses des mouvements de terrain..... | 66 |

INTRODUCTION

GENERALE

Depuis plus d'un siècle les géologues, géomorphologues, et plus récemment, les mécaniciens des sols ont tenté par divers moyens, de comprendre les mécanismes et les processus qui génèrent les glissements de terrain et, plus largement, les mouvements de terrain. Ces processus initialement naturels sont devenus au fil du dernier siècle de plus en plus liés aux activités anthropiques. Chaque site potentiellement instable pose des problèmes spécifiques, ce qui rend la généralisation et la classification des mouvements de terrain difficiles. Ainsi, on trouve de nombreux ouvrages et articles qui traitent de l'analyse des mouvements de terrain, avec des outils et des méthodes de recherche de plus en plus évolués. On se trouve alors confronté à des problèmes variables où, soit l'étude que l'on entreprend va permettre d'approfondir la connaissance des phénomènes d'instabilités, soit le secteur d'étude est vierge de reconnaissance, soit on va expérimenter de nouveaux outils de prospection et d'analyse.

Quoi qu'il en soit l'étude des instabilités peut être résumée à quelques simples questions : peut-on distinguer les secteurs stables des secteurs instables ? Est-il possible de prédire l'instant où il aura rupture ponctuelle d'une masse reconnue instable ? Quels sont les facteurs qui favorisent les instabilités ? Quels moyens peut-on mettre en oeuvre pour étudier et comprendre les instabilités potentielles ?

Les problèmes et questions apparentés à cette étude développées dans ce mémoire sont liés aux instabilités de versant dans le secteur montagneux de Tabelloute.

Dans le premier chapitre, on présente la lithologie des différents substratums rencontrés, ainsi que celle des formations quaternaires ce qui permet de faire des grands traits structuraux.

Cette étude géologique est couplée avec des études géomorphologique, hydroclimatologique, hydrogéologique et hydrologique de sous bassin inférieur de Oued djen-jen, qui porte à la fois sur les glissements de terrains et sur les formations triasiques et quaternaires.

La troisième partie, qui est développée dans le chapitre (V) permet d'étudier, l'ensemble des facteurs, et les causes de l'instabilité de terrains ; et aussi la localisation des zones instables sur la carte topographique de Tamezguida au 1/50 000 avec des photos prises sur site.

CHAPITRE I

GENERALITE

I.1-Situation géographique :

La commune de **Texenna** s'étend sur une superficie de **148,08 km**, elle est située au sud du chef lieu de la wilaya de Jijel, elle est limitée :

- Au Nord par la commune du Kaous.
- Au Sud par les commune Erraguen, Beni yagiss.
- Al'Est par les commune de Oidjana et Selma.
- A l'Ouest par les commune d'El Aouana.

Le secteur étudié fait parti de l'Oued Djendjen, appartient au bassin côtier de Jijel, situé au Nord – Est de l'Algérie, il s'étend sur une superficie près de **222Km²**.

Il est limité au Nord par la commune de Texenna, au Sud-Est par la commune de djimla, et au Sud-Ouest par la commune de Beni yagiss.

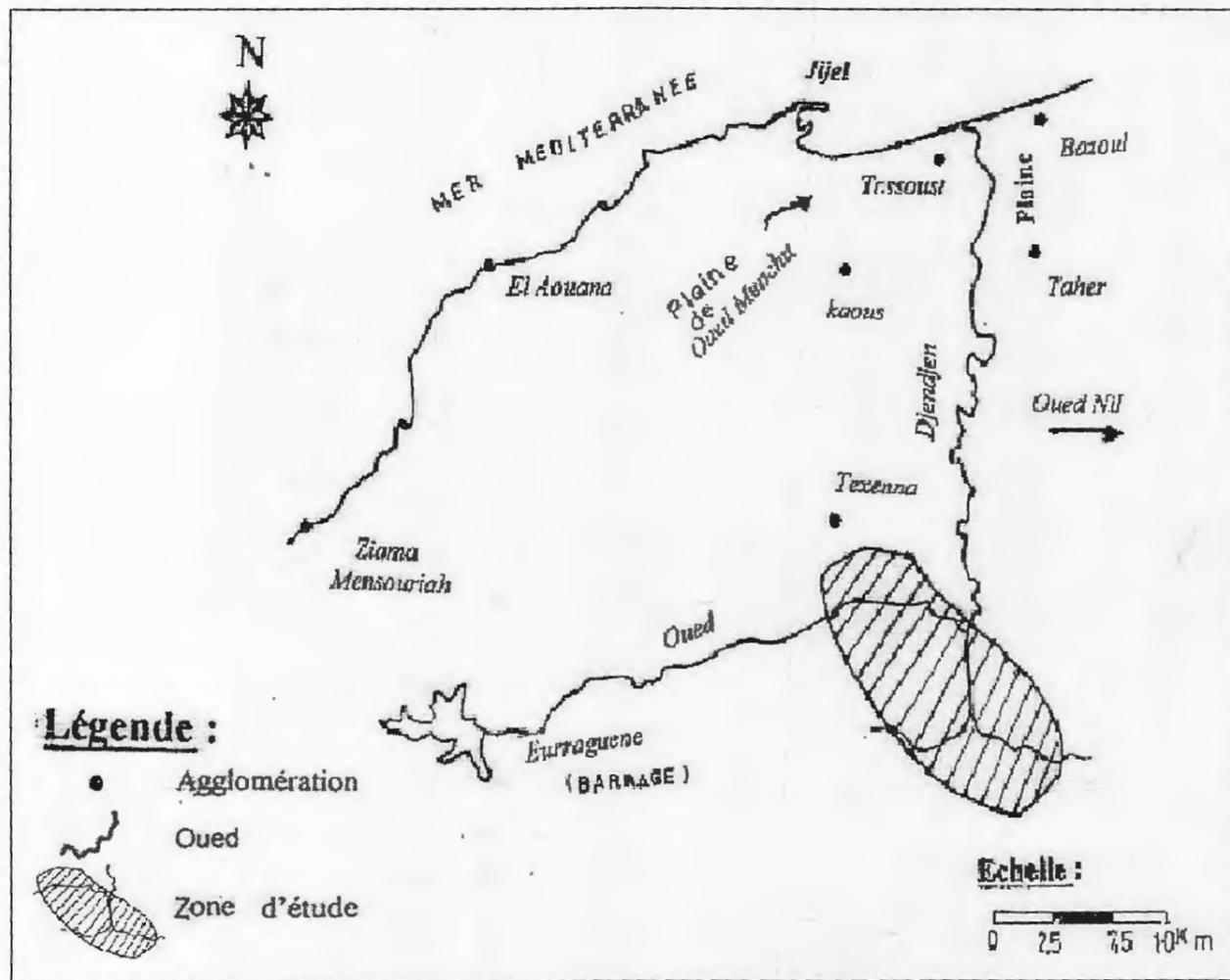


Fig (I-1) : Situation géographique de la région d'étude

Réseau hydrographique :

L'ensemble du bassin versant de l'Oued Djendjen occupe une superficie de **530 Km²**, il est caractérisé par un réseau hydrographique très dense marqué par un drainage assez important des eaux superficielles vers l'Oued d'Erraguene jusqu'à la plaine. Nous citons quelques affluents importants qui sont :

Oued kendoulia, Oued Agoug, Oued Kendra, Oued Missa.

Tous ces affluents rejoignent l'Oued Djendjen qui traverse le bassin d'amont en aval avant de se jeter en mer.

Climat :

Faisant partie de la zone littorale, notre région d'étude est caractérisée par un climat méditerranéen sub humide et tempéré avec un hiver doux.

Cette région est marquée par une importante richesse en ressources hydriques d'origine diverse essentiellement de précipitations fréquentes avec parfois de la grêle, gèles et quelques apparitions de la neige sur les monts de Texenna (les monts les plus élevés dans la région).

Agriculture et végétation :

La région de d'étude est caractérisée par une activité agricole moyenne qui se développe remarquablement au fil des jours. Elle est basée principalement sur l'exploitation en sec, la production légumineuse, les fourrages et les oliviers.

L'exploitation des forêts de liège a diminué considérablement par rapport aux années précédentes. Malgré une pluviométrie élevée, l'irrigation demeure peu développée dans la région surtout en saison d'été, ceci est dû au manque d'infrastructure de rétention et de distribution de l'eau.

CHAPITRE II

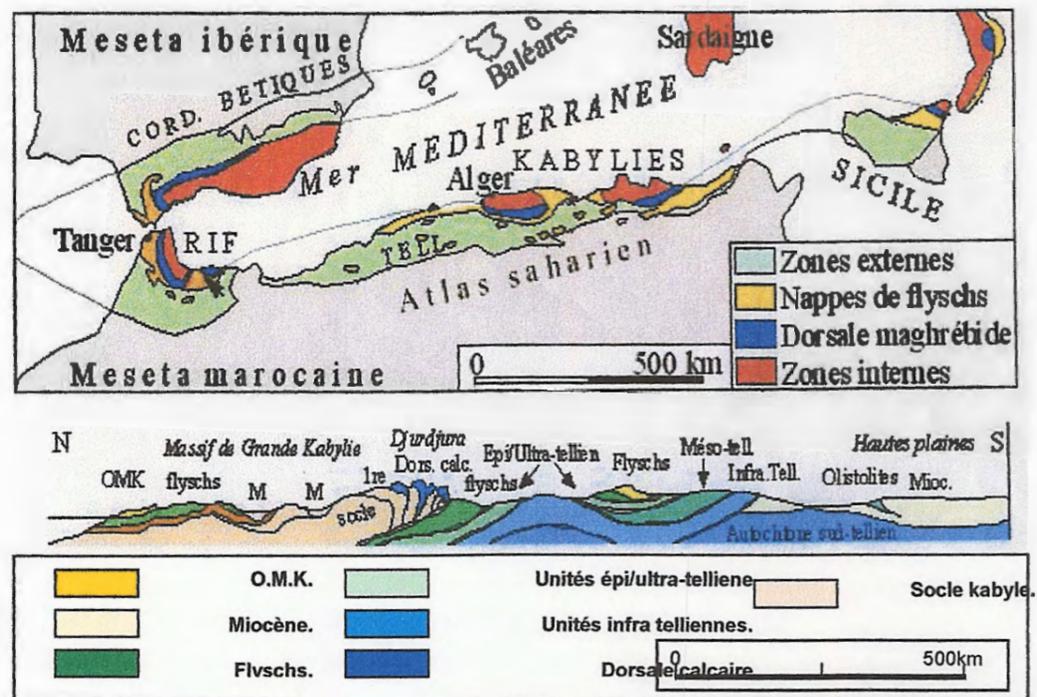
ETUDES GEOLOGIQUES

II.1-Cadre géologique régional.

II.1.1-Introduction :

Le secteur étudié, fait partie de la Petite KABYLIE occidentale de l'Algérie, cette dernière appartient à la branche sud de la chaîne alpine qui s'étend sur environ 2000Km, entre le détroit de Gibraltar à l'Ouest et la Sicile et la Calabre à l'Est. En Algérie, la branche Sud de la chaîne alpine et subdivisées en deux grands domaines (Fig II-1.)

- Le domaine interne : situé au Nord, il comporte les formations cristallophylliennes du socle kabyle et sa couverture sédimentaire. cet ensemble est largement charrié vers le Sud [7]
- Le domaine externe : situe plus au sud, il comporte les formations des flyschs et les formations telliennes. Ces formations telliennes reposent partiellement sur l'autochtone saharien [7]



Fig(II-1) : Schéma structural de la chaîne Alpine de la méditerranée occidentale (D'après Durand Délga, 1969).

II.1.2-Le domaine interne :

Il comporte le socle kabyle et sa couverture sédimentaire

II.1.2.1-Le socle kabyle :

Il est représenté par des formations cristallophylliennes formant trois pointements amygdalaires au Nord de l'Algérie.

Ces pointements sont le massif du Chenaoua à l'ouest d'Alger, le massif de Grande Kabylie au centre et le massif de Petite kabylie à l'est.

Les formations cristallophylliennes du socle kabyle comportent deux grands ensembles

- un ensemble supérieur :

Cet ensemble est formé essentiellement de schistes, de micaschistes et de phyllades.

Cet ensemble est surmonté en discordance par des formations siluriennes ; [7]

Comportant de bas en haut :

- Des schistes noirâtres
- Des psammites
- Des grés calcaires
- Des calcaires a orthocérés.

-un ensemble inférieur :

Gneissique, constitué de para-gneiss, d'ortho-gneiss et de gneiss granulitiques à intercalation de marbres et d'amphibolites.

En Petite Kabyle, les formations cristallophylliennes du socle kabyle sont largement charriées vers le Sud sur les formations de type flysch et les formations telliennes [7].

II.1.2.2-La couverture sédimentaire :**II.1.2.2-1-La dorsale Kabyle ou chaîne calcaire**

C'est une chaîne calcaireuse, recouvre le socle kabyle et représente la zone de transition entre le socle kabyle au nord et les zones telliennes – externes – au sud. Elle est d'âge Jurassique à Eocène.

A l'est de la Petite Kabylie, la dorsale kabyle est marquée par les reliefs de Sidi Marouf, Sidi Dris, et d'el Kentour.

Les séries qu'elle présente, permettent de la subdiviser en [12] :

- Dorsale interne : représentée par une série allant du Permo-Trias au Néocomien qui est surmontée directement par des calcaires biogènes à caractères littoraux de l'Eocène moyen à inférieur.

- Dorsale médiane : caractérisée surtout, par la constance de dépôts marno-calcaires à microfaunes pélagiques du Turonien à Lutétien inférieur, et une lacune stratigraphique du Crétacé moyen.
- Dorsale externe : caractérisée par une série détritique lacuneuse (érosion intense au Cénomaniens) de l'Eocène inférieur, et un Crétacé supérieur (en discordance) des flyschs kabyles (flysch maurétanien).

II.1.2.2.2- L'Oligo Miocène Kabyle (OMK) :

L'oligo miocène kabyle ou la couverture sédimentaire transgressive et discordante du socle kabyle. Daté de l'Oligocène supérieur (Aquitaniens) est constitué de bas en haut :

- Des grés.
- Des conglomérats.
- Des silixites [01] [12].

II.1.2.2.3- Les Olistostromes :

Ce sont des formations tectono-sédimentaires à débris de flyschs intercalés dans des passages de grés micacés. L'âge de ces formations est supposé Aquitaniens [02] [13].

II.1.3-La Branche sud méditerranéen (domaine externe) :

II.1.3.1-Le Domaine des flyschs :

En Algérie, les flyschs occupent une position allochtone, classiquement sont subdivisés en trois types principaux : maurétanien, massylien, et numidien. Ils sont datés du Néocomien à l'Eocène.

II.1.3.1.1-Le Flysch Maurétanien :

Ses formations sont datées du Néocomien au Lutétien, et comportent de bas en haut :

- Une alternance de marnes grises et des turbidités calcaires (un pré flysch calcaire du Turonien).
- Des grés épais (300m) homométriques de l'Albo-aptien.
- Des phtanites rouges et blanches du Cénomaniens.
- Et en fin, au sommet : des grés micacés (Eocène à Oligocène).

II.1.3.1.2-Le Flysch Massylien :

Ou le flysch schisto-gréseux, daté du Néocomien au Lutétien terminal, il est caractérisé par :

- Un ensemble d'argiles et de grés quartzitiques renfermant parfois des calcaires, et localement des niveaux conglomératiques datés de l'Albo -aptien.
- Un ensemble de marnes, calcaires fins (du Varconien), micro brèches, et des conglomérats.
- Un ensemble des calcaires en bancs à microfaunes pélagiques, daté du Turonien – Néocomien.

II.1.3.1.3- Le Flysch Numidien :

Le flysch numidien, occupe généralement une position plus haute dans l'édifice alpine, ce qui causera de présenter une entité géologique a part, et comporte de bas en haut :

- Des argiles numidiennes de couleur variées, et datées de l'oligocène supérieur.
- Des grés numidiens en bancs à dragées de quartz datés de l'aquitainien à Burdigalien inférieur [09].
- Formations supra numidiennes (argiles, marnes à intercalation de silexite ...) datées du Burdigalien.

II.1.3.2- Les Formations telliennes et de l'avant pays :**II.1.3.2.1- Les Formations telliennes :**

Ce sont des formations qui représentent les zones de la paléo marge africaine, et se caractérisent par la prédominance des marnes calcaireuses, qui sont datées du Néocomien au Lutétien [01]. Elles sont constituées par un empilement de trois grandes séries qui sont d'après [08], du sud vers le nord :

- **Une série ultra tellienne** : caractérisée par les formations calcaireuses et marno calcaireuses. Datées du Crétacé à Eocène [08].
- **Une série méso tellienne** : caractérisée par des formations carbonatées du Jurassique [11].
- **Une série péni tellienne (sensu stricto)** : caractérisée par des formations jurassiques et crétacés (calcaires et marno calcaires du néritique).

II.1.3.2.2- Les Formations de l'avant pays :

On regroupe sous cette rubrique les formations qui sont constituées par les calcaires, et les marnes de la plate forme constantinoise et du domaine atlasique [18].Elles comportent :

- **L'avant pays allochtone** : il regroupe trois unités :
 - 1- L'unité sud sétifienne.
 - 2- L'unité néritique constantinoise.
 - 3-L'unité de type sellaoua.

- **L'avant pays autochtone** : il est caractérisé par des séries sédimentaires épaisses et plissées, d'âge Mésozoïque. Ces séries sont localisées principalement au niveau de l'atlas Tunisien, l'atlas Saharien, des monts de l'Hodna et des monts de l'Aurès . [5].

II.1.4- Les Formations post-nappes :

Ces formations caractérisées par les dépôts des marnes au nord de la petite Kabylie, datées du burdigalien, et des dépôts continentaux comportant deux cycles sédimentaires dans le bassin constantinois. Datées du Miocène à Pliocène [01]

- **Le premier cycle**, caractérisé par des marnes grises transgressives, s'est déposé en discordance sur le numidien – les flyschs et les olistostromes.

- **Le deuxième cycle** : est caractérisé par les formations gréseuses, qui apparaissent plus particulièrement dans la partie sud du massif de la petite Kabylie (le bassin constantinois) , et présentent un dépôt continental hétérogène (argiles , sables , graviers , conglomérats , et roches éruptives) [18].

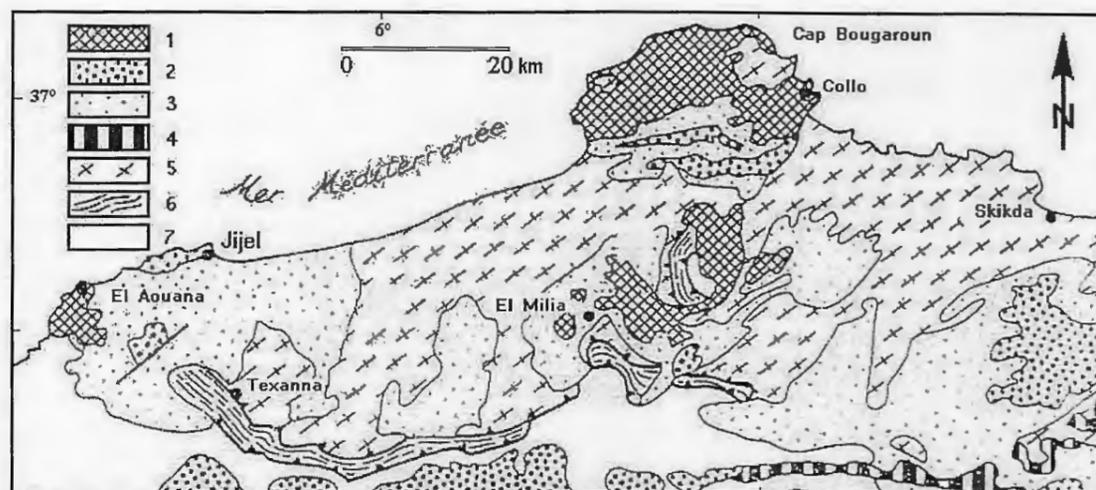
II.1.5 : Les roches magmatiques:

Elles sont principalement représentées par :

- Des roches volcaniques allant des rhyolites aux basaltes, en passant par des dacites et andésites dans les régions d'El Aouana et du Cap de fer.
- Des roches basiques et ultrabasiqes dans les régions de Texenna et Cap Bougaroune.
- Des granites, microgranites et granodiorites dans les régions de la Kabylie de Collo et d'ElMilia.

II.2-cadre géologique locale :

Les différentes formations géologiques de la région de Jijel peuvent être résumées comme suit [07] : Fig(II.2).



1 : Granite miocène, 2 : Numidien, 3 : Oligo-Miocène et unités allochtones supra-kabyles,
4 : Dorsale calcaire, 5 : Socle Kabyle, 6 : Unité schisteuse infra-kabyle, 7 : Unités Telliennes

Fig(II.2): Esquisse géologique de la Petite Kabylie [06].

II.2.1-Les formations quaternaires :

Elles sont bien représentées dans le bassin néogène de Jijel, elles comportent les formations suivantes :

- les dunes de sable.
- Les alluvions actuelles et des alluvions récentes.

II.2.2- Le miocène supérieur (Pontien) :

Epais de **30 à 50m**, il est composé de dépôt détritique cailloutis, galets, poudingues et argile d'origine continentale.

II.2.3-Le miocène inférieur (Burdigalien) :

Epais de **200 à 300m**, il est caractérisé par des dépôts marins de grandes profondeurs.

Le Burdigalien est constitué de marnes grises, parfois sableuses, de faciès très constant avec des intercalations de niveaux détritiques.

II.2.4-Le numidien :

Il se caractérise par les formations suivantes [09] :

- **A la base :**

Des argiles sous numidiennes de teinte rouge verte violacée à tubotomaculum d'âge Oligocène supérieur, et des grès numidiens de couleur jaunâtre à blanchâtre en banc épais à quartz roulés très hétérogènes d'âge Aquitaniens à Burdigalien inférieur [2] .

- **Au sommet :**

Des formations supra- numidiennes comportant des argiles et des marnes à intercalation ; de silexites du burdigalien basal.

II.2.5-Les flyschs maurétaniens :

Dans la région de Jijel, le flysch maurétanien est représenté par l'unité de guerrouch.

Cette unité comporte des séries variées : pélites calcaires, microbreches calcaires, conglomérats et argiles du Néocomien au Lutitien.

L'unité de guerrouch affleure sur une grande étendue, entre El Aounna et Texenna.

II.2.6-Les flyschs massyliens :

Ils sont représentés par une alternance schisto-quartzitique. Ces flyschs affleurent largement au sud de Texenna.

II.2.7-L'Oligo-miocène kabyle :

Il représente la couverture sédimentaire transgressive et discordante du socle kabyle, les formations de l'Oligo- miocène kabyle sont constituées de trois principaux termes[01] :

- un terme de base :**

Comporte des conglomérats reposant en discordance sur le socle kabyle.

- un terme médian :**

Formé de grès lithique, micacés à débris provenant du socle kabyle associés à des pélites micacées.

- un terme supérieur :**

Pélitique et siliceux à radiolaires et diatomées.

Après l'Oligo- miocène, succèdent des ollistostromes.

II.2.8-Les formations cristallophylliennes du socle kabyle :

Les formations cristallophylliennes du socle kabyle bordant le bassin néogène de Jijel sont représentées par deux grands ensembles :

- un ensemble supérieur peu métamorphique.
- un ensemble inférieur métamorphique.

a) L'ensemble peu métamorphique :

Il comporte deux séries : [18]

- Une série grésocalcaire-pélagique et grésoconglomératique. La formation grésoconglomératique a été datée par des Acritarches et a été attribuée à l'Ordovicien inférieur.
- Une série Siluro-Dévonienne constituée de schiste à graptolites, de psammites Tentaculites et des calcaires à Orthocères, algues et Clinoïdes.

Le contact de base de cet ensemble sur les séries sous-jacentes de l'ensemble métamorphique est interprété comme étant une discordance stratigraphique.

Il est également interprété comme étant une faille de détachement Hercynienne, mettant en contact l'ensemble peu métamorphique sur l'ensemble métamorphique en dôme gneissique.

[18]

b) L'ensemble métamorphique :

Il est représenté par un complexe de gneiss admettant des intercalations de marbres, d'amphibolites, micaschistes, et de schistes à intercalations de marbres et d'amphibolites. [18]

II.3-Géologie du site :

Les différentes formations géologiques de bassin versant de Tabelloute peuvent être résumées comme suit :

II.3.1-Les formations quaternaires :

Sont constituées essentiellement de : éboulis, brèches consolidées, lit majeur des cours d'eau, alluvions actuelles et récentes, et alluvions quaternaires.

II.3.2-Les formations tertiaires :

Elles sont représentées par les formations oligocènes, constituées essentiellement par : des grés numidiens, des argiles et grés et marnes schisteuses.

II.3.3-Les formations secondaires :

Elles sont représentées par les formations du Crétacé et du Trias :

- Crétacé :

Constitué essentiellement de : marnes schisteuses du Danien-Maestrichtien, marnocalcaires et marnes du Campanien, argiles schisteuses de l'Emscherien, les flyschs Albo-aptien, les flyschs apto-barrémien.

- Trias :

Constitué de calcaires dolomitiques, diabase métamorphique et de gypse.

II.3.4-Les formations primaires :**- Dévonien :**

Constitué de calcaire à Orthocérs, schistes et calcschistes à tantaculites et arkoses.

- Gothlandien :

Constitué de schiste, quartzites et arkoses.

- terrains métamorphiques :

On distingue :

- complexe métamorphique (schiste quartzeux).
- complexe plus métamorphique (complexe ophiolitique, complexe des cipolin, complexe gneissique, aplite et pegmatite).
- Complexe volcanique (granulite, porphyrite et gabro).

Fig (II-3) : EXTRAIT DE LA CARTE GEOLOGIQUE DE TAMESGIDA (BENZIAN A ET BOUABIBSSA F 2007)

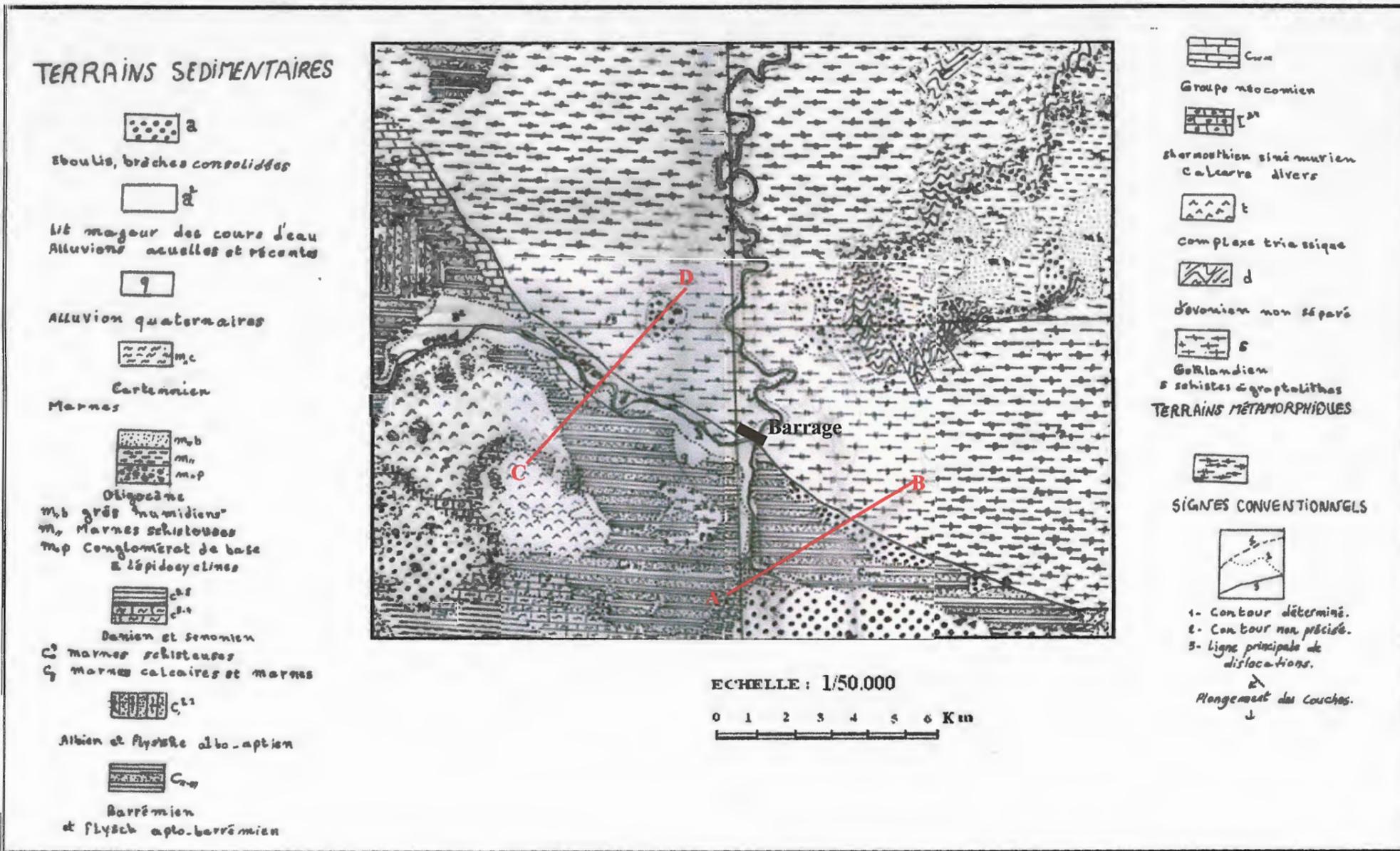
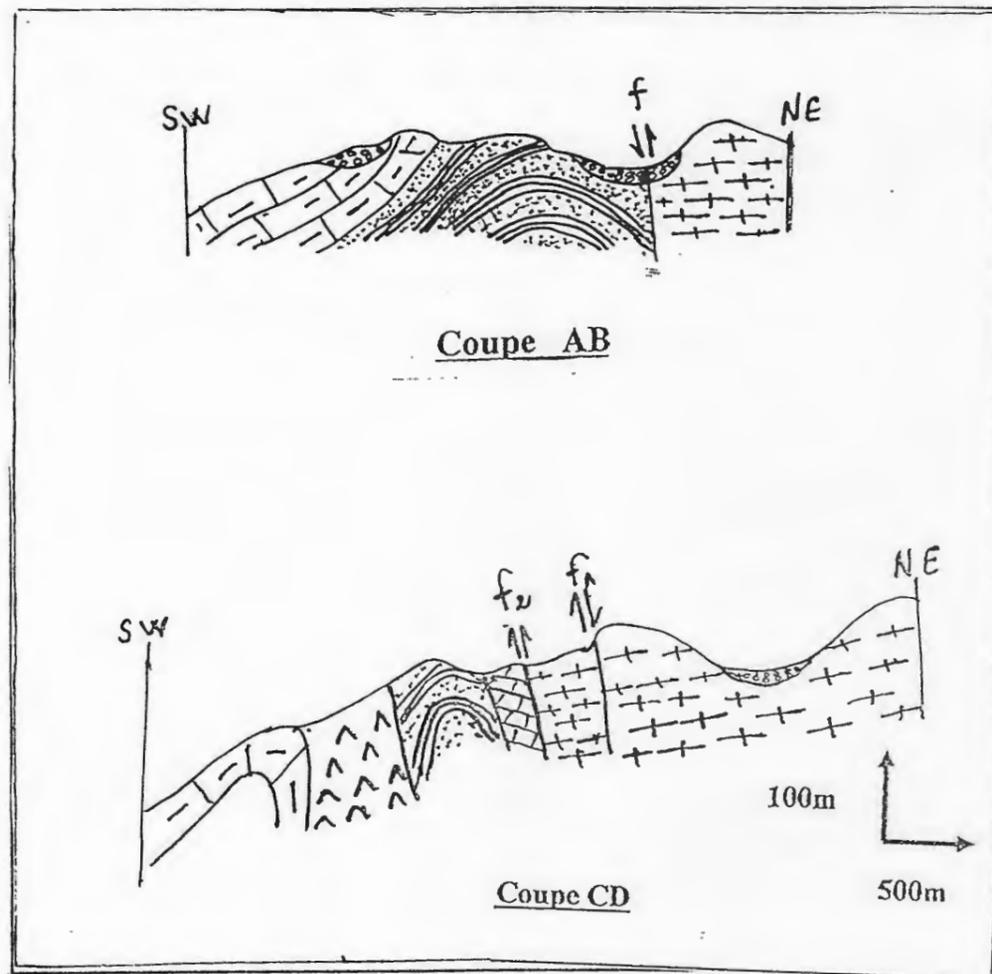


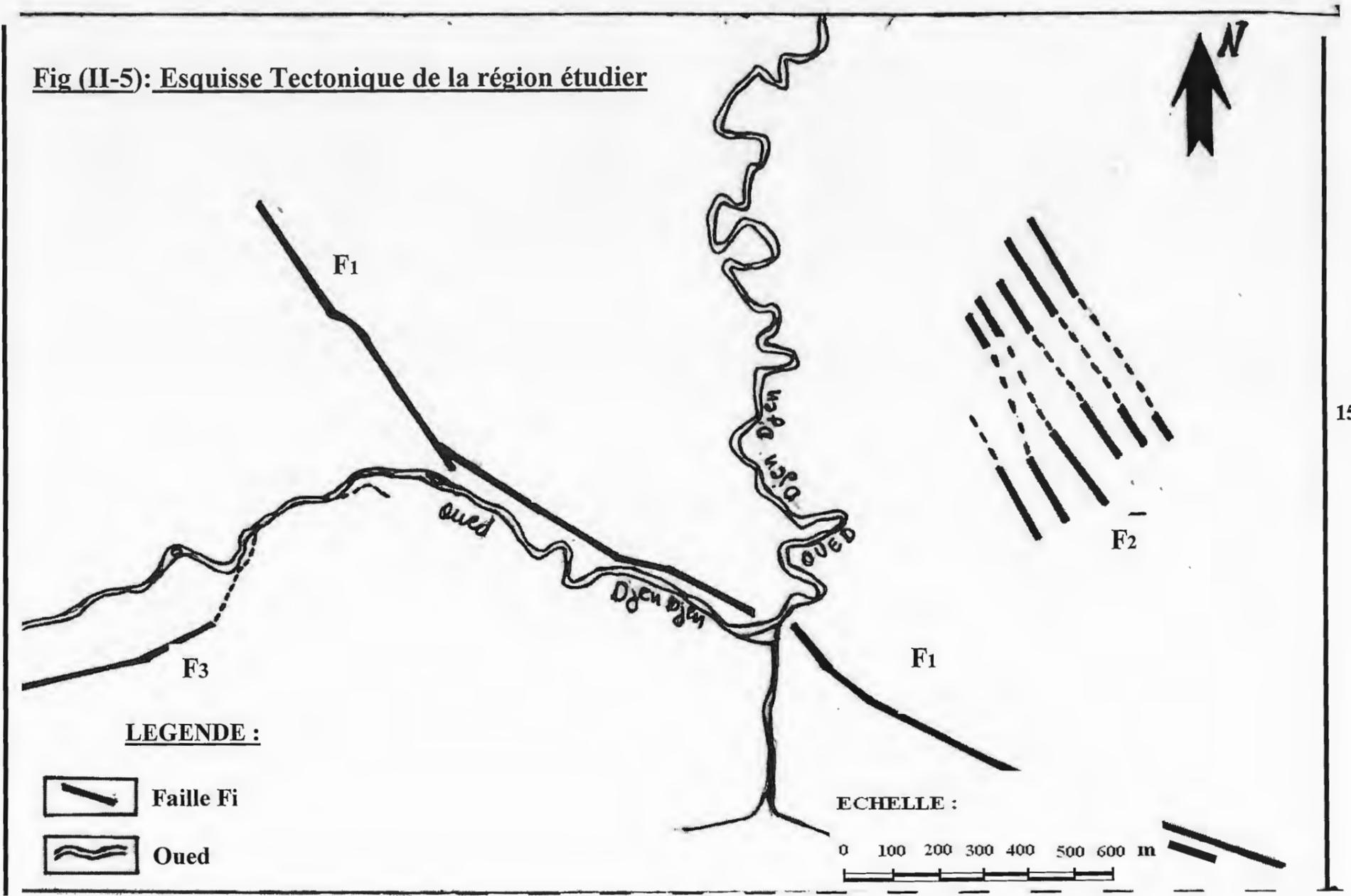
Fig (II-4) : Coupes géologiques au niveau de site oued Missa -Tabellout



LEGENDE :

- | | |
|--|--|
|  Eboulis quaternaire |  Néocomien |
|  Marno- calcaire et marne de danien et sénonien |  Trias |
|  Flysch apto-barremien (crétacé) |  Terrains métamorphiques. |

Fig (II-5): Esquisse Tectonique de la région étudiée



II.4- Les différentes familles de failles :

La campagne de reconnaissance géologique permet de mettre en évidence l'existence des trois grandes familles de failles qui sont :

F1 : grande faille d'orientation NW-SE

F2 : famille de failles localisées dans la partie N-E de la carte, de direction NNW-SSE à sensiblement N-S

F3 : elles apparaissent dans la partie amont de bassin versant en entier. A Oued Missa ou ont que ces failles ont permis au trias d'affleurer.

II.5-Sismologie : [17]

Les données concernant la sismicité de la région d'étude que nous avons pu consulter (sismicité de Kharrata par) nous a permis de résumer ce qui suit :

-les bords étant périodiquement secoués, notre bassin versant se trouve donc automatiquement concerné par ces secousses vu le fait qu'à l'ouest de notre bassin nous avons les bords.

Le 21 et 22 août 1856 à 37°1'N-5°7'E à lieu deux séismes d'intensité 9-10 sur l'échelle macro sismique, ce séisme et ses répliques occupent une place dans l'histoire sismique de la région, il a détruit une bonne partie de la côte algérienne. Son foyer s'est probablement localisé en mer, il a été suivi par un raz de marée. ni Jijel, ni Skikda, ni même Bejaia ont été épargnés et les dégâts ont été très importants.

II.6- CLASSES DES SECOUSSES RESENTIES DANS LA REGION :

Aujourd'hui tout le monde sait que l'échelle de Richter est une échelle ouverte et que les séismes peuvent atteindre une magnitude de 9 et peut être même plus. La classification de l'époque selon Gutenberg et Richter concernait trois classes de séismes dans la région étudiée qui sont : Fig (II-6)

- Classe d : Magnitude allant de 5,3 à 5,9.
- Classe e : Magnitude allant de 4,0 à 5,2.
- Classe f : Magnitude inférieure à 4,0.

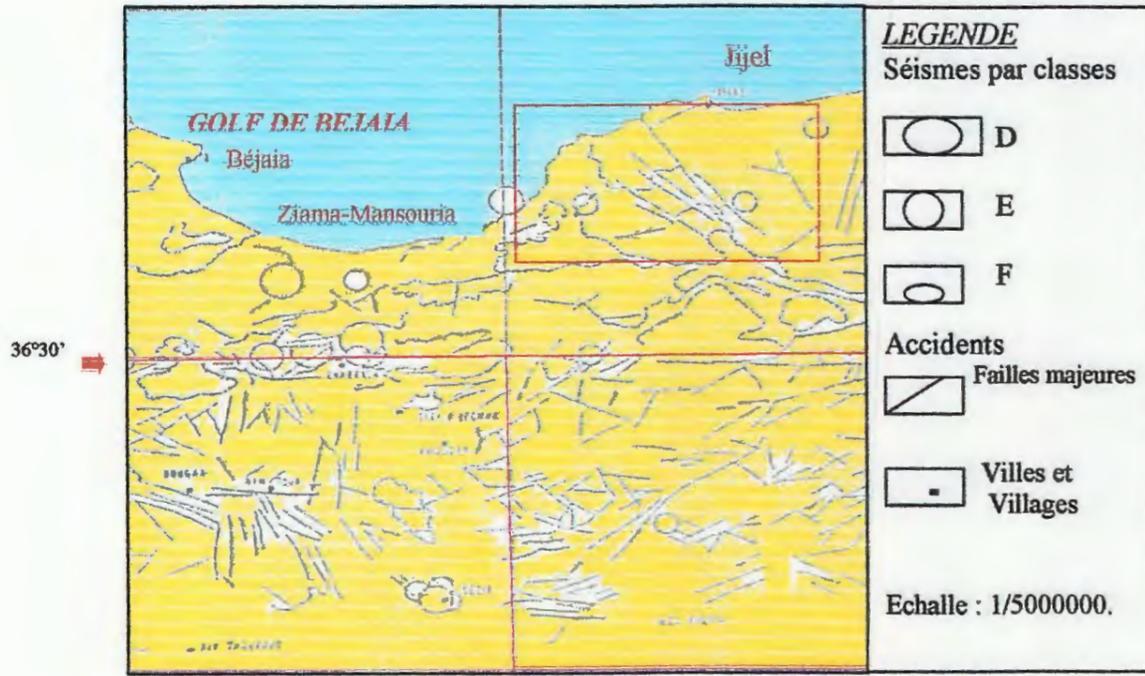


Fig (II-6) : Contexte sismotectonique de la région Jijel – Bougie – C.R.A AG 1971.

CHAPITRE III

CARACTERISTIQUES GEOMORPHOLOGIQUES

III.1- Introduction :

Le chapitre « les caractéristiques morphométriques du bassin inférieur de l'oued djendjen » nous aidera à évaluer et à comprendre les composantes constantes du bassin versant inférieur (Données structurales, la lithologie). Ce même chapitre nous aidera à mieux comprendre le comportement des éléments variables en son sein que nous représenterons par l'étude des précipitations.

III.2- Délimitation du bassin versant de l'oued djen djen :

S'étendant sur 530Km^2 , le bassin versant de l'oued djendjen se subdivise en : [16]

- a) bassin supérieur
- b) bassin moyen
- c) bassin inférieur
- d) basse vallée

Dans ce qui va suivre, seuls les caractéristiques du bassin versant inférieur (objet de notre étude) seront étudiées. Nous nous occuperons donc des caractéristiques des sous bassins de l'oued Missa ainsi que celle du sous bassin de Tabellout (éléments du sous bassin inférieur).

III.3- Paramètres géométriques du bassin versant inférieur de l'oued djendjen**III.3.1- Superficie :**

La planimétrie de la superficie du sous bassin versant inférieur effectué à partir des cartes topographiques de TAMESGUIDA de JIJEL et celle de SIDI MEROUANE au 1/50,000 donne :

- superficie du sous bassin de oued missa : $S_1 = 152 \text{ Km}^2$.
- superficie du TABELLOUT : $S_2 = 70 \text{ Km}^2$.

Le total en superficie des deux parties étudiées donne :

$$S_T = 222\text{Km}^2.$$

III.3.2- Périmètre :

C'est à partir des cartes topographiques précédents que nous avons évalué le périmètre. En effet, ce dernier vaut :

- A MISSA: $P = 72\text{Km}$.
- A TABELLOUT : $P = 44 \text{ Km}$

Notons que comme pour la superficie estimée, la valeur de périmètre à oued Missa est environ le double de celle évaluée à Tabellout.

III.3.3- Indice de forme ou compacité (indice de gravéliuis) : [14]

“ Pour une même superficie et pour une même averse, l’hydrogramme à l’exutoire d’un bassin de forme très ramassée (en hémicycle par exemple) sera très différent de celui d’un bassin très allongé”. Pour cela, nous avons été amenés à définir les indices de forme du sous bassin étudié.

Le rapport $K = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$ permet de calculer l’indice de compacité de nos parties étudiées.

Avec :

K : indice de compacité.

P : périmètre du bassin.

$2\sqrt{\pi A}$: périmètre du cercle de surface équivalente.

- Indice à oued MISSA :

$$K = 1,63$$

-Indice à TABELLOUT :

$$K = 1.47$$

III.3.4- Rectangle équivalent :

Le rectangle équivalent est la forme géométrique de longueur « L » et de largeur « I », qui a la même surface que le bassin versant. Ce paramètre facilite la comparaison de deux bassins versant entre eux.

La longueur du rectangle est calculée en fonction de la compacité comme la montre la formule ci – dessous.

$$L = \frac{K \sqrt{S}}{1,12} \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{K} \right)^2} \right) \quad [3]$$

Ou :

S : surface du bassin versant (Km²).

K : indice de compacité.

Nous avons donc après calcul :

-la longueur à oued MISSA :

$$L = 19,66 \text{ Km}$$

-la longueur du rectangle équivalent de l’oued TABELLOUT :

-la longueur du rectangle équivalent de l'oued TABELLOUT :

$$L = 12,62 \text{ Km}$$

Pour connaître la largeur de chacun des deux rectangles considérés, nous utiliserons la formule :

$$S = L \cdot l$$

La largeur pour chacun des deux éléments étudiés vaut : $l = S/L$

Donc :

- largeur à oued MISSA :

$$l = 7,73 \text{ Km.}$$

- largeur à TABELLOUT :

$$l = 5,55 \text{ Km.}$$

Les valeurs de l'indice de compacité obtenues pour nos deux zones étudiées sont supérieures à 1 ou en déduisent donc que les sous-bassins sont de forme allongée.

III.3.5- Longueur du talweg principal (L_p) :

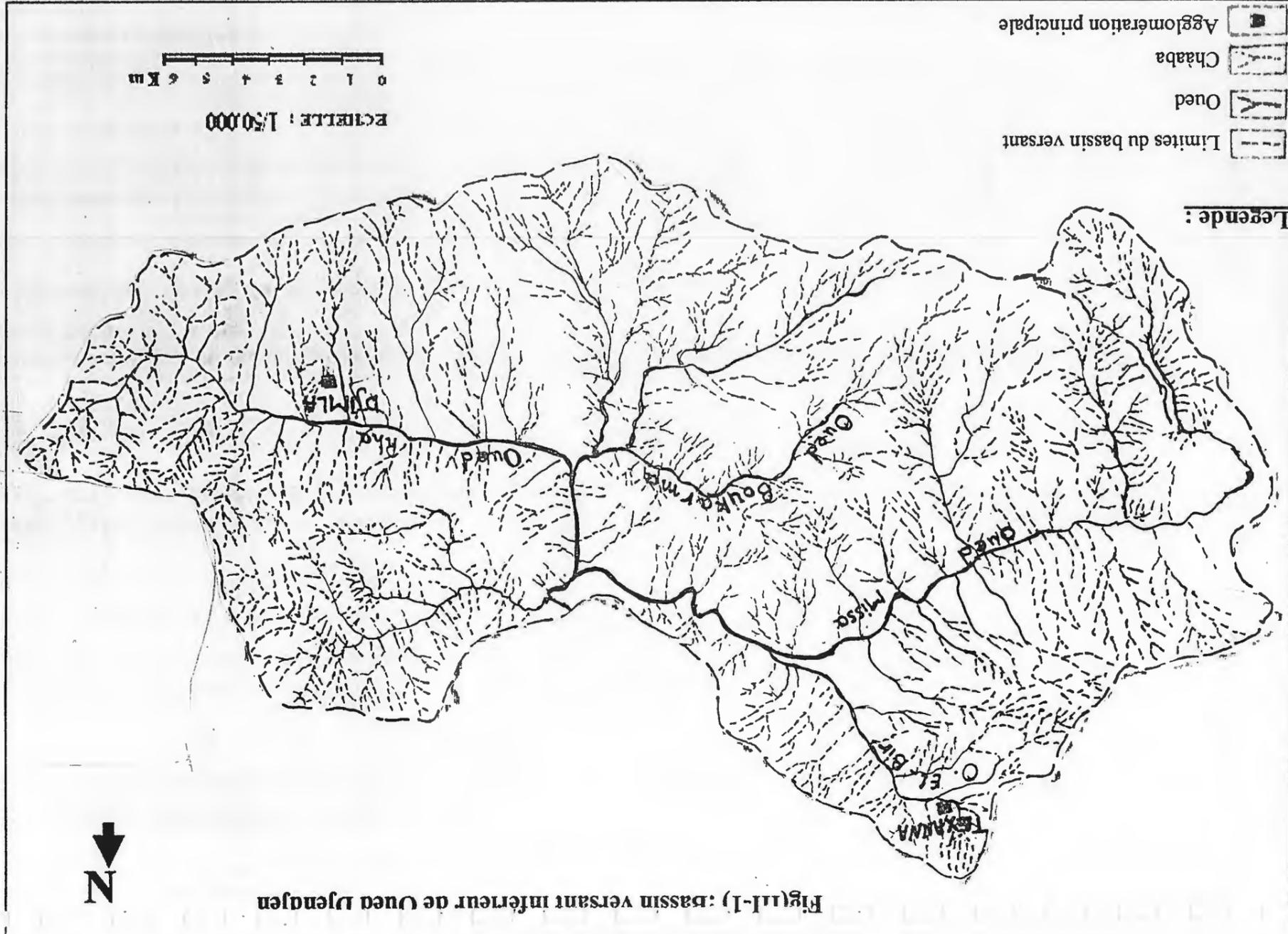
La carte topographique de TAMESGUIDA (échelle 1/50.000) a permis d'évaluer la longueur du talweg principal (L_p). Elle vaut :

- pour oued MISSA :

$$L_p = 31 \text{ Km.}$$

- pour TABELLOUT

$$L_p = 13 \text{ Km.}$$



Fig(III-1) : Bassin versant inférieur de Ueda Uyenagen

III.4- Paramètre de relief :

III.4.1- Les pentes : valeurs et répartition spatiale :

La carte topographique de Tamezguida permet nos à étudié le degrés des pentes de zone à préparer pour la construction, soit (routes, barrages,etc.) donc elle donne une idée sur les risques

disponible dans notre région et donne, si la construction est favorable ou défavorable, pour identifier la topographie de la zone de la construction de barrage de Tabellout on utilise la figure (III-2). Qui présente les défèrent classe des pentes de la région (la carte des pentes).

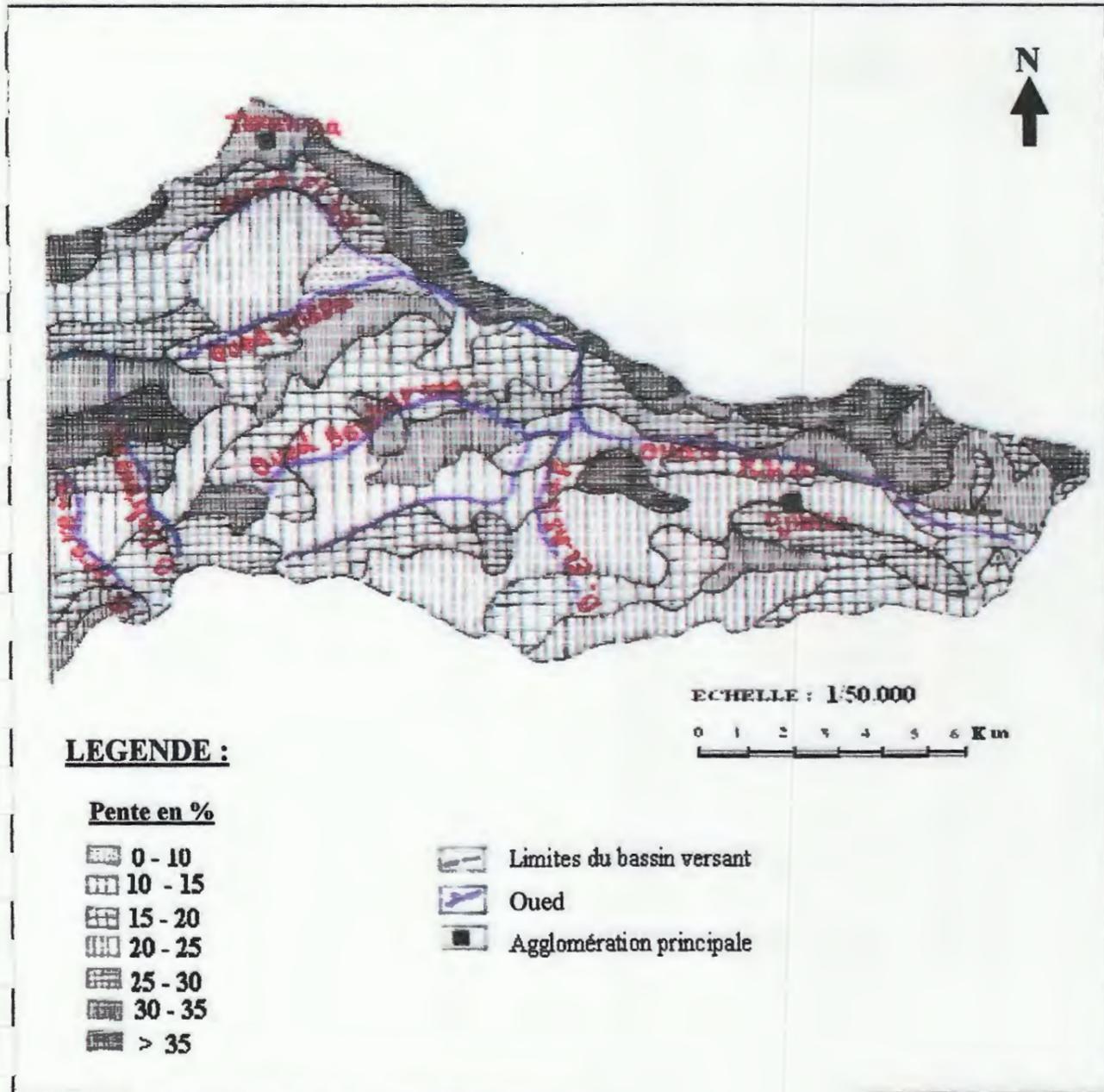


Fig (III-2) : Carte des pentes de Tabellout

Selon la Figure (III-2) la région de notre étude est caractérisée par différents classes qui sont regroupés en deux grandes familles qui sont représentées dans le tableau suivant :

| station pente en % | Oued Missa | | Oued Tabellout | | Total bassin inférieur | |
|-----------------------|----------------------|-------------|----------------------|------------|------------------------|--------------|
| | S (km ²) | S % | S (km ²) | S % | S (km ²) | S % |
| 0 à 25% | 109.95 | 72.2 | 38.9 | 55.6 | 148.85 | 67.06 |
| > 25% | 42 | 27.7 | 31 | 44.4 | 73 | 32.89 |
| Total | 152 | 99.9 | 70 | 100 | 222 | 99.95 |

Tableau (III-1) : les pentes : valeurs et répartition spatiale.

Interprétation des résultats des pentes :

D'après les classes que nous avons obtenues on peut noter que :

-pour les classes 0 – 25% : ce domaine est convenable pour recevoir des ouvrages, favorable aussi pour l'accumulation des eaux (terrain plan) donc on peut mettre des barrages, c'est une zone de forte évaporation.

Par contre les classes ayant une pente supérieure 25% (escarpement), c'est un domaine plus ou moins instable, il est caractérisé par une forte probabilité de mouvement de masse (Glissement, écoulement, coulée boueuse, chute de bloc....) selon le type de terrain et plus l'intervention de l'eau plus le problème sera plus pire, donc ce sont des zones à éviter pour la construction, des zones favorables au ruissellement donc l'évaporation est très petite si ce n'est pas nulle, se sont des zones fortement exposées à l'érosion.

III.4.2- Courbes hypsométriques :

La courbe hypsométrique représente la variation de surface cumulée par rapport aux altitudes.

III.4.2.1- Courbe hypsométrique et diagramme des fréquences des altitudes du bassin versant inférieur de l'oued djendjen :

L'hypsométrie du bassin versant de l'oued djen djen nous a permis d'établir le tableau (III-2) suivant (pour le sous bassin inférieur) : [16]

| Altitude (m) | Si (Km ²) | Si % | Si cumulé % |
|--------------|-----------------------|-------|-------------|
| <200 | - | - | - |
| 200-400 | 13.1 | 5.80 | 99.87 |
| 400-600 | 36.7 | 16.38 | 94.07 |
| 600-800 | 75.3 | 33.6 | 77.69 |
| 800-1000 | 55.4 | 24.73 | 44.09 |
| 1000-1200 | 31.1 | 13.88 | 19.36 |
| 1200-1400 | 10.5 | 4.68 | 5.48 |
| 1400-1600 | 1.8 | 0.8 | 0.8 |
| >1600 | - | - | - |

Tableau (III-2): Représentation des surfaces cumulées par rapport aux altitudes du bassin inférieur de oued Djendjen.

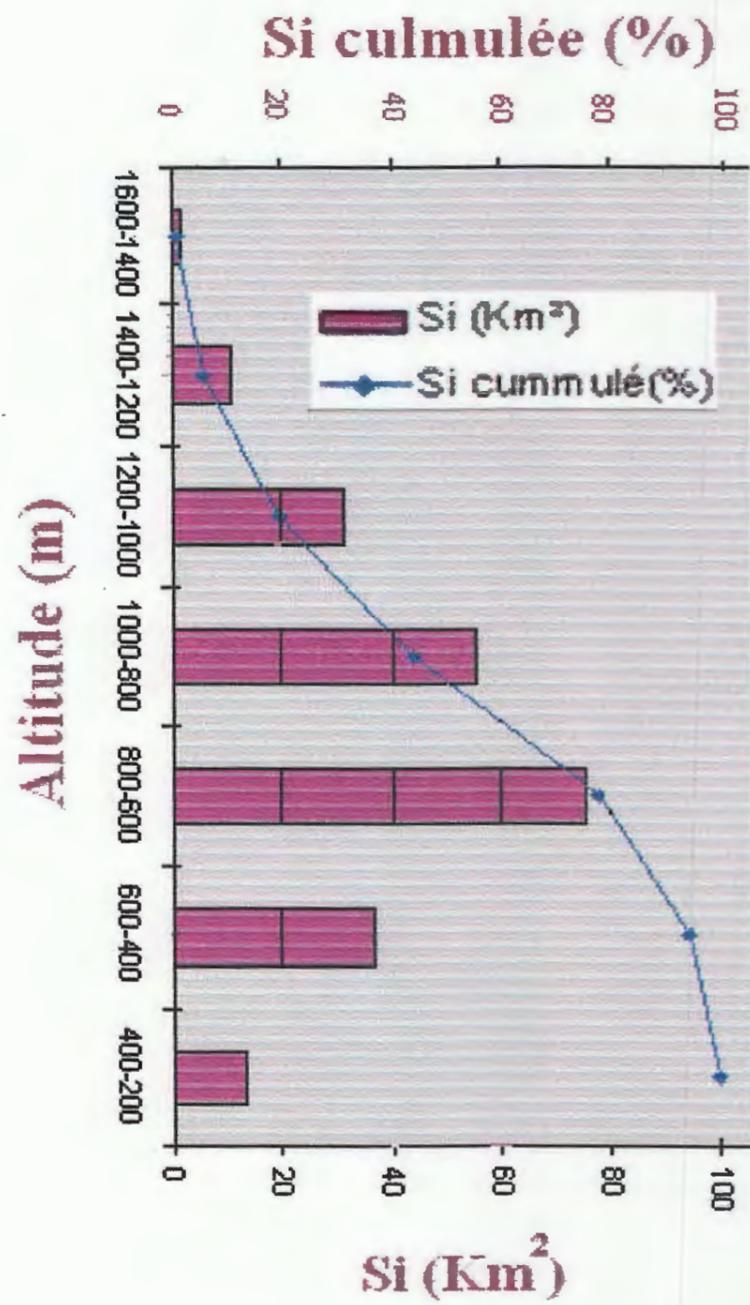


Fig (III-3) : Courbe hypsométrique et diagrammes des fréquences des altitudes du bassin versant de l'oued djendjen.

III.4.2.2- Les courbes hypsométriques de l'oued MISSA et oued TABELLOUT :

Comme pour la courbe précédente, un deuxième extrait des travaux sus – cités nous a permis d'établir le tableau (III-3) qui suit :

| altitude (m) | Oued Tabellout | | | Oued MISSA | | |
|-----------------|--------------------------|-----------|------------------|--------------------------|-----------|------------------|
| | Si (Km ²) | Si (%) | Si (%) cumulé | Si (Km ²) | Si (%) | Si (%) cumulé |
| <200 | - | - | - | - | - | - |
| 200-400 | 5.3 | 7.58 | 99.96 | 7.8 | 5.06 | 99.97 |
| 400-600 | 11.7 | 16.73 | 92.38 | 25 | 16.23 | 94.91 |
| 600-800 | 22.3 | 31.9 | 75.65 | 53 | 34.41 | 78.68 |
| 800-1000 | 18 | 25.75 | 43.75 | 37.4 | 24.28 | 44.27 |
| 1000- 1200 | 9.4 | 13.44 | 18 | 21.7 | 14.09 | 19.99 |
| 1200- 1400 | 2.9 | 4.14 | 4.56 | 7.6 | 4.93 | 5.9 |
| 1400- 1600 | 0.3 | 0.42 | 0.42 | 1.5 | 0.97 | 0.97 |
| >1600 | - | - | - | - | - | - |
| Total | 69.9 | 99.96 | - | 154 | 99.97 | - |

Tableau (III-3) : Représentation des surfaces cumulées par rapport aux altitudes à Oued Missa et à Tabellout.

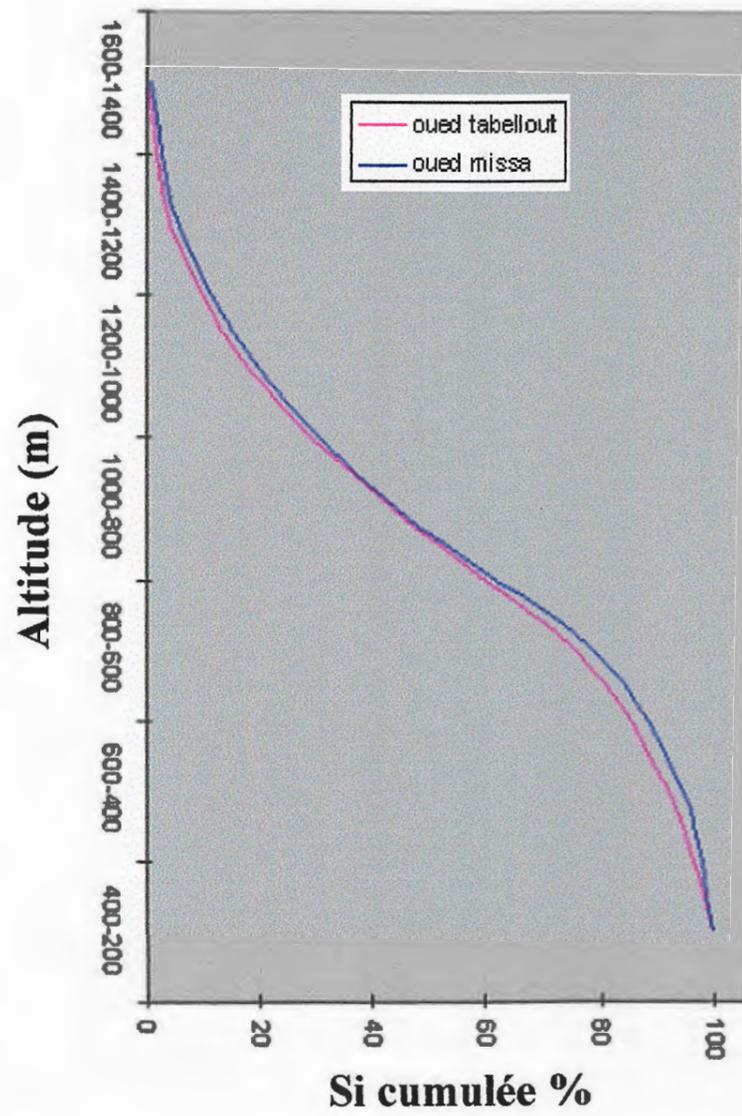


Fig (III-4) : Les courbes hypsométriques du sous bassin d'oued Missa et de Tabellout.

Remarque :

Au regard des deux courbes, nous pouvons conclure que l'hypsométrie au sein des deux sous bassins est uniformément répartie, ce qui nous permet de conclure qu'il y a une régularité de la répartition des reliefs et surfaces au niveau du bassin versant inférieur.

III-4-3- Altitude moyenne (H moy) :

L'altitude moyenne c'est l'ordonnée moyenne de la courbe hypsométrique : [14]

-altitude moyenne à oued MISSA : fig.n° (III-4).

$$H_{\text{moy}} = 890\text{m}$$

-altitude moyenne à TABELLOUT : fig.n° (III-4).

$$H_{\text{moy}} = 890\text{m}$$

-altitude moyenne de bassin versant inférieur : fig.n° (III-3).

$$H_{\text{moy}} = 870\text{m}$$

Remarque :

Les valeurs données à pu près une même altitude moyenne, nous pouvons par conséquence évaluer une altitude moyenne à tout le sous bassin inférieur égale à **883m**

III.4.4- Altitude maximale (Hmax) et Altitude minimale (Hmin) :

Les cartes topographiques JIJEL et celle de TAMESGUIDA au 1/50.000 nous permettent d'estimer les altitudes maximales et minimale au niveau des zones étudiées :

-A oued MISSA:

$$H_{\text{min}} = 260\text{m}$$

$$H_{\text{max}} = 1626\text{m}$$

-A TABELLOUT:

$$H_{\text{min}} = 245\text{m}$$

$$H_{\text{max}} = 1545\text{m}$$

III.4.5- La dénivelée utile (Du) :

Définie comme étant la différence entre l'altitude $H_{5\%}$ et l'altitude $H_{95\%}$ de la courbe hypsométrique. Nous avons comme dénivelée :

- A Oued MISSA: fig. (III-4).

$$H_{5\%} = 1350\text{m} \quad , \quad H_{95\%} = 500\text{m}$$

- A TABELLOUT: fig. (III-4).

$$H_{5\%} = 1350m \quad , \quad H_{95\%} = 450m$$

$$Du = 900m$$

- Au niveau du bassin versant inférieur : fig. (III-3).

$$H_{5\%} = 1370m \quad , \quad H_{95\%} = 500m$$

$$Du = 870m$$

III.4.6- Indice de pente globale (Ig) :

Il est donné par la formule suivant :

$$Ig = Du / L \quad [4]$$

Avec :

L : longueur du rectangle équivalent.

Du : dénivelée utile.

-A Oued MISSA:

$$Ig = 44.6m/Km$$

-A Oued TABELLOUT:

$$Ig = 72.7m/Km$$

III.4.7- Dénivelé spécifique (Ds) :

Parmi les formules qui permettent de calculer la dénivelé spécifique nous avons utilisé :

$$Ds = Ig \sqrt{S} \quad \text{ou} \quad Ds = Du \sqrt{1/L} \quad [4]$$

Avec :

Ig : indice de pente globale. (m/Km)

S : superficie de bassin versant. (Km²)

Du : dénivelé utile. (m)

L : longueur du rectangle équivalent. (Km)

-A Oued MISSA :

$$D_s = 550m$$

-A Oued TABELLOUT:

$$D_s = 608m$$

D_s étant supérieure à **500m** ce qui permet de dire que les deux bassins (Oued MISSA et oued TABELLOUT) à un relief très fort.

III.5- Paramètres morphologiques :

III.5.1- La densité de drainage (Dd) :

Connue comme étant le rapport de la longueur total des cours d'eau « L_i » à la surface du bassin versant « S »

$$D_d = \sum L_i/S \quad [4]$$

On peut ressortir trois paramètres : [15]
ressortir

- densité de drainage global (**Ddg**)
- densité de drainage temporaire (**Ddt**)
- densité de drainage permanent (**Ddp**)

➤ A Oued MISSA :

- densité de drainage global :

$$D_{dg} = 2.22 \text{ Km/Km}^2$$

- densité de drainage temporaire :

$$D_{dt} = 1.44 \text{ Km/Km}^2$$

- densité de drainage permanent :

$$D_{dp} = 0.77 \text{ Km/Km}^2$$

➤ A TABELLOUT :

- densité de drainage global :

$$D_{dg} = 3.67 \text{ Km/Km}^2$$

- densité de drainage temporaire :

$$Ddt = 2.33 \text{ Km/Km}^2$$

- densité de drainage permanent :

$$Ddp = 1.34 \text{ Km/Km}^2$$

Remarque :

Les densités de drainage changent entre Oued Missa et Oued Tabellout.

III.5.2- Temps de concentration (Tc) :

Le temps de concentration est déterminé par la formule de GIANDOTTI ou nous avons :

$$Tc = \frac{4 \sqrt{S} + 1.5 Lp}{0.8 \sqrt{Hmoy - Hmin}} \quad [3]$$

Avec:

Lp: longueur du talweg principal (Km).

S : surface du bassin versant (Km²).

-A Oued MISSA :

$$Tc = 4.62 \text{ heures.}$$

-A Oued Tabellout :

$$Tc = 2.44 \text{ heures.}$$

Remarque :

Le temps de concentration à Oued Missa vaut deux fois le temps de concentration à Tabellout. Les crues sont déclanchées plus rapidement à Tabellout qu'à Oued Missa.

III-5-3- Vitesse d'écoulement de l'eau (Ve) :

Elle est donnée par :

$$Ve = Lp / Tc \quad [3]$$

Avec :

Lp : la longueur de talweg principal (Km).

Tc : temps de concentration (heures).

Tc : temps de concentration (heures).

-A Oued MISSA:

Ve = 1.86 m/s.

-A Oued TABELLOUT:

Ve = 1.47 m/s.

Remarque:

Les vitesses d'écoulement des eaux sont à peu près équivalentes à Oued Missa et à Tabellout, nous concluons donc que l'érosion par les eaux de ruissellement est à peu près de même intensité dans les deux zones.

CHAPITRE IV

ETUDES

HYDROCLIMATOLOGIQUES

IV.1- Introduction :

La fiabilité de l'étude hydrologique reste toutefois extrêmement tributaire de la qualité de l'information hydroclimatologique disponible. Pour cela, il est indispensable de comprendre les phénomènes climatiques de la zone en question, essentiellement les précipitations et les températures qui nous conduisent à calculer certains éléments nécessaires tels que l'évapotranspiration, le ruissellement et l'infiltration, pour finalement arriver à établir un bilan hydrologique et sa relation avec le système hydrologique de la zone prévue à l'installation du futur barrage de Tabellout.

IV.2 -Aperçu climatique :

Le climat en Algérie est caractérisé par des grandes variations des températures et des précipitations.

La région de Jijel fait partie de la zone littorale, elle se caractérise par un climat Méditerranéen. Où nous avons :

- Une période douce et humide : à fortes précipitations et à températures moyennes.
- Une période chaude et sèche : s'étalent du mois de mai au mois de septembre.

La région de Texenna (Tabellout) est assez riche en ressource hydrique et est soumise à des précipitations fréquentes et irrégulières, elles se manifestent surtout en hiver.

La neige ne fait que de rares apparitions sur les sommets élevés de la région (monts de Texenna).

IV.3 -Analyse des caractéristiques climatiques :

Le manque de station hydroclimatologique sur le site même de futur barrage (Tabellout) nous a contraint d'opter sur le choix et le traitement des données des stations les plus proches de notre zone d'étude à savoir :

La station de Texenna et celle de Taher dont les caractéristiques géographiques sont représentées sur le Tableau (IV-1) :

| STATION | Coordonnées LAMBERT | | ALTITUDE |
|---------|---------------------|--------|----------|
| | X | Y | Z |
| TEXENNA | 776.2 | 377.85 | 700 |
| TAHER | 785.6 | 390.5 | 56 |

Tableau (IV-1) : Coordonnées des stations météorologiques.

IV.3.1- Pluviométrie moyenne mensuelles et saisonnières :

L'étude de la pluviométrie à l'échelle mensuelle et saisonnière a été établie à partir des séries de données :

-Séries allant 1913 à 1938 pour la station de Taher et celle de (1960-1991) pour la station de Texenna (Tableau IV-2 et IV-3). [15]

-Séries allant 1995-2006 et 1998-2006 pour les stations suscités (Tableau IV-4). (ANRH)

| STATION | MOIS | | | | | | | | | | | | TOTAL |
|---------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----------------|----------------|----------------|-----------------|-------|
| | S | O | N | D | J | F | M | A | M ^{AI} | J ^N | J ^U | A ^{UT} | |
| TAHER | 86 | 125 | 192 | 212 | 193 | 143 | 107 | 82 | 57 | 27 | 03 | 7 | 1234 |
| | 403 | | | 548 | | | 246 | | | 37 | | | |

Tableau (IV-2) : Précipitations moyennes mensuelles et saisonnières (TAHER).

| STATION | ANNEE | DONNEE |
|----------------|-----------------------|-------------|
| TEXENNA | 1960-1961 | 1064 |
| | 1961-1962 | 1301 |
| | 1962-1963 | 1302 |
| | 1963-1964 | 1141 |
| | 1964-1965 | 1211 |
| | 1965-1966 | 1269 |
| | 1966-1967 | 1266 |
| | 1967-1968 | 1467 |
| | 1968-1969 | 838 |
| | 1969-1970 | 781 |
| | 1970-1971 | 1228 |
| | 1971-1972 | 911 |
| | 1972-1973 | 1198 |
| | 1973-1974 | 1170 |
| | 1974-1975 | 1334 |
| | 1975-1976 | 1533 |
| | 1976-1977 | 1318 |
| | 1977-1978 | 1614 |
| | 1978-1979 | 1337 |
| | 1979-1980 | 1401 |
| | 1980-1981 | 1246 |
| | 1981-1982 | 1245 |
| | 1982-1983 | 1389 |
| | 1983-1984 | 1427 |
| | 1984-1985 | 1247 |
| | 1985-1986 | 1236 |
| | 1986-1987 | 1029 |
| | 1987-1988 | 1231 |
| | 1988-1989 | 1129 |
| | 1989-1990 | 1177 |
| 1990-1991 | 1186 | |
| | Moyen en 30 an | 1229 |

Tableau (IV-3) : Précipitations moyennes annuelles (TEXENNA)

| mois station | automne | | | hiver | | | printemps | | | été | | | année |
|-----------------|---------|-----|-----|--------|-----|--------|-----------|-------|----|-------|------|------|---------|
| | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | J | A | |
| Texenna | 92 | 137 | 201 | 250 | 204 | 161.98 | 135 | 98.71 | 86 | 32 | 5.96 | 10.9 | 1413.17 |
| | 430 | | | 615.98 | | | 319.71 | | | 48.86 | | | |
| | 25% | | | 39% | | | 29.87% | | | 6.07% | | | |
| Taher | 88 | 130 | 195 | 224 | 196 | 158 | 130 | 94 | 80 | 28 | 2.7 | 9 | 1334.07 |
| | 413 | | | 578 | | | 304 | | | 39.7 | | | |
| | 31.39% | | | 39.24% | | | 23.27% | | | 6.09% | | | |

Tableau (IV-4) : Précipitations moyennes mensuelles et saisonnières des stations Texenna et Taher.

❖ **Interprétation des données pluviométriques :**

Les données du Tableau IV-4 et leur représentation sur le graphe (Figure (IV-1)) permettent de conclure que :

- décembre est le mois le plus pluvieux, et juillet est le mois le plus sec.
- C'est à partir du mois d'août que les pluies commencent à se faire sentir, elles vont en progressant jusqu'au mois de décembre où elles atteignent leur maximum.

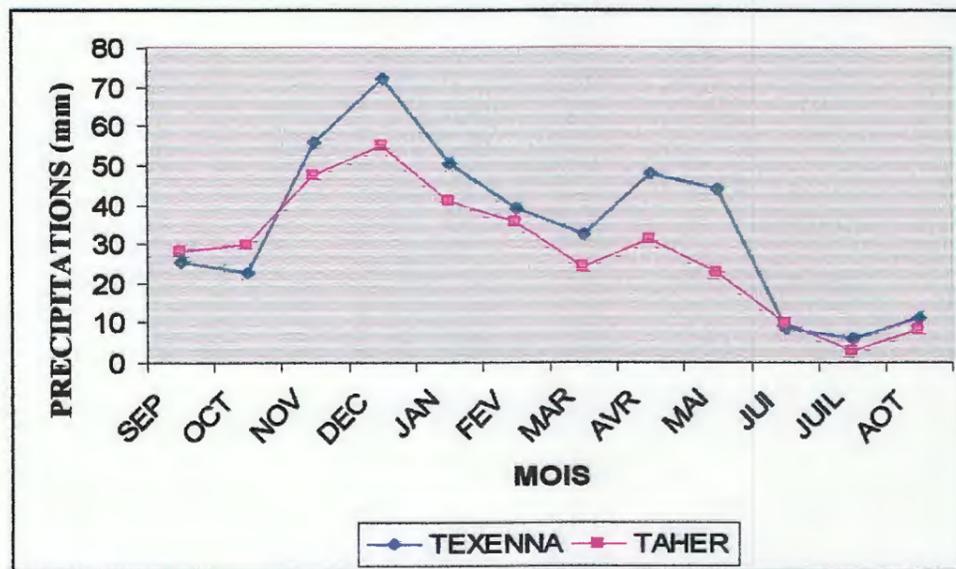


Fig (IV-1) : Courbes des précipitations moyennes mensuelles des stations TAHER et TEXENNA.

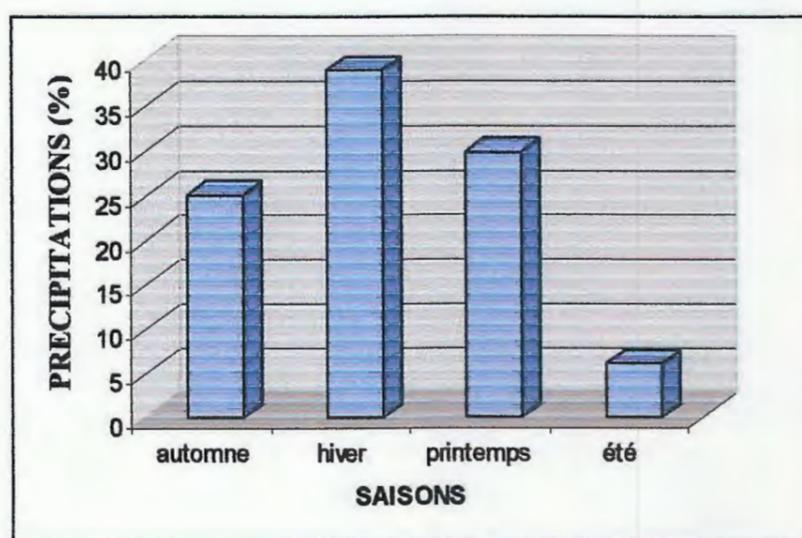
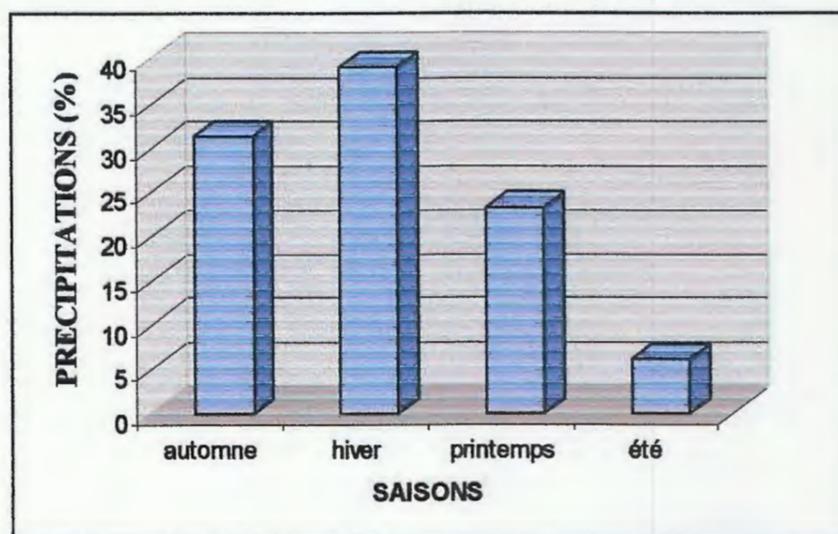


Fig (IV-2) : Histogramme des précipitations saisonnières de la station TEXENNA.



Fig(IV-3) : Histogramme des précipitations saisonnières de la station TAHER.

La répartition saisonnière des pluies bien visible sur les Figure IV-2 et IV-3 laisse apparaître au niveau des stations étudiées que :

- l'hiver est la saison la plus pluvieuse.
- l'été est la saison la plus sèche.

On concluant donc que c'est en hiver que les cours d'eau sont à leur maximum et que c'est en cette même saison que le remplissage en eau souterraine des différents réservoirs de la région s'effectue.

IV-3-2 Température :

La température est une autre facteur climatique importante. Il a un effet remarquable sur l'évapotranspiration et par conséquent le bilan hydrologique. Dans l'absence des séries ancienne de la température. Le tableau suivant résume les données de la température récente :

- (1995-2006) pour TAHER.
- (1997-2006) pour TEXENNA.

| station | Température en (c°) | | | | | | | | | | | | année |
|-------------|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | J | A | |
| Texenn a | 13.10 | 21.56 | 16.73 | 12.26 | 11.10 | 11.93 | 13.63 | 15.30 | 17.90 | 23.46 | 26.46 | 26.86 | 17.52 |
| | 17.13 | | | 11.76 | | | 15.61 | | | 25.59 | | | |
| | 23 | 20 | 15 | 12 | 12 | 11 | 13 | 16 | 18 | 21 | 25 | 26 | |
| Taher | 19.33 | | | 11.66 | | | 15.66 | | | 24 | | | 17.66 |

Tableau (IV-5) : Températures moyennes mensuelles de la station de TEXENNA et TAHER.

D'après le Tableau (IV-5), on constate que la saison la plus froide est l'hiver, avec une valeur de température saisonnière de 11.76°C pour la station de TEXENNA et de 11.66°C pour la station de Taher. Le même Tableau indique comme saison sèche l'été elle marque des moyennes saisonnières de 25.59°C à Texenna et 24°C à la station de TAHER.

Les mêmes données du tableau précédent ont permis de tracer le graphe montrant l'évolution des températures dans les deux stations où on voit : les valeurs limites (maximale et minimale) atteintes en août pour l'été et janvier à février pour la saison hivernale.

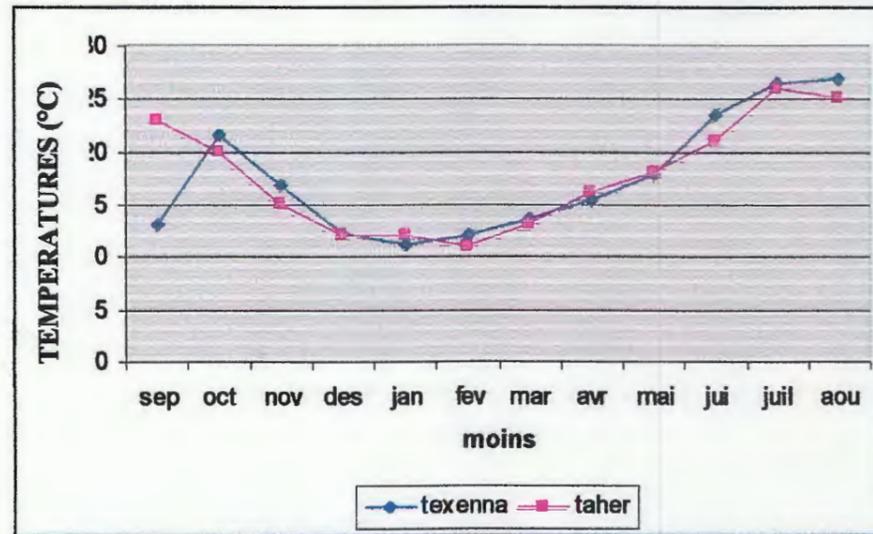


Fig (IV-3) : Températures moyennes mensuelles des séries récentes (1995-2006) pour la Station de TAHER et (1997-2006) pour la Station de TEXENNA.

N.B :

Notons aussi que la station de TAHER, est située à l'extrême nord de notre zone d'étude et est donc extérieure à cette dernière. Cette station a été volontairement choisie car elle peut nous permettre de comparer entre la précipitation et température au nord et au sein même de notre bassin étudié.

IV.3.3 - Graphe ombro-thermique :

Ce graphe permet de déterminer les périodes sèche et humide d'une région étudiée. GAUSS et BAGNOULS ont définie une période sèche comme étant la période pendant la quelle la moyenne mensuelle des précipitations du mois est inférieure ou égale au double de la température [17]

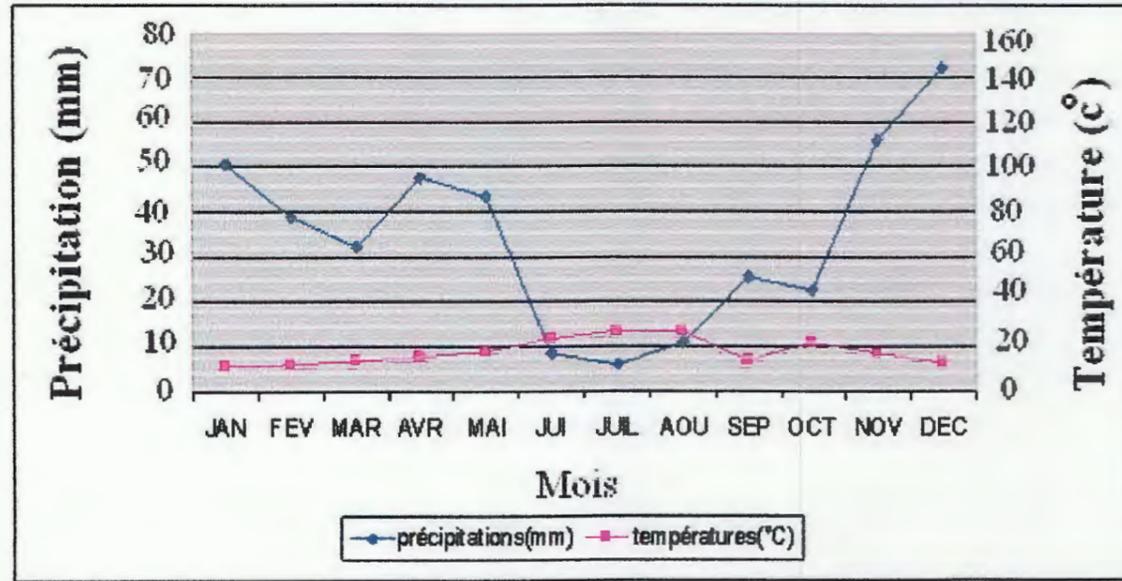


Fig (IV-4) : Graphe ombro-thermique pour la station de TEXENNA.

Le graphe ombro - thermique permet de dire que :

La période sèche à Texenna est très courte et ne s'étend que sur deux mois (mai-juin à juil-août) les dix autres mois de l'année (fin août à début juin) peuvent être considérés comme des mois humides.

IV.3.4- Bilan hydrologique :

L'établissement d'un bilan hydrologique est d'une grande nécessité il permet d'évaluer les réserves d'eau transmises ou emmagasinées dans un secteur étudié.

-le tableau est établi selon la formule suivante :

$$P = ETR + R + I + W_A \quad [14]$$

Avec :

- **P** : précipitations moyennes annuelles, exprimées en « mm ».
- **ETR** : évapotranspiration réelle, exprimée en « mm ».
- **R** : ruissellement, exprimée en « mm ».
- **I** : infiltration exprimée en « mm ».
- **W_A** : variation des réserves. (négligeable)

IV.3.4-1 calcul de l'évapotranspiration :

- l'évapotranspiration est l'ensemble de toutes les pertes sous forme de vapeur résultant de deux phénomènes : l'un physique « l'évaporation » et l'autre biologique « la transpiration ».

- elle dépend de plusieurs facteurs tels que la température, la précipitation, la couverture végétale et l'humidité de l'air.

De ce fait, sa quantification est importante dans l'estimation du bilan hydrique.

IV.3.4.1.1- Evapotranspiration potentielle (ETP) :

-selon C.W THORNTHWAITE, l'évapotranspiration est la quantité d'eau qui serait évaporée sur un sol gorgé d'eau, avec un tapis végétal dense.

- THORNTHWAITE a réalisé plusieurs expériences sur divers climats, subhumide et semi- aride et il a proposé la formule suivante :

$$I = \sum_{i=1}^{12} i \quad \text{avec } i = (t/5)^{1.514}$$

$$ETP = 16 (10 I/I)^a \text{ (mm)}$$

$$a = 0.016 I + 1.5$$

$$ETP_{corr} = ETP \cdot K$$

[14]

Avec:

ETP: l'évapotranspiration potentielle non corrigée en (mm)

T : température moyenne mensuelle en °C.

i : l'indice thermique mensuel.

I : indice annuel de chaleur.

t : température mensuelle en °C.

a : exposant climatique.

ETP_{corr} : évapotranspiration potentielle corrigée.

K : facteur de correction par le quel il convient de multiplier selon le mois et l'altitude.

Le Tableau (IV-6) qui suit donne les valeurs de l'évapotranspiration potentielle à Texcma.

| Mois paramètres | S | O | N | D | J | F | M | A ^V | M ^A | J ^N | J ^U | A ^T | année |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| Précipitation en (mm) | 92 | 137 | 201 | 250 | 204 | 161.98 | 135 | 98.71 | 86 | 32 | 5.96 | 10.9 | 1413.17 |
| Température (°C) | 13.10 | 21.56 | 16.73 | 12.26 | 11.10 | 11.93 | 13.63 | 15.30 | 17.90 | 23.46 | 26.46 | 26.86 | 17.52 |
| I | 4.30 | 9.14 | 6.22 | 3.88 | 3.34 | 3.73 | 4.56 | 5.43 | 6.89 | 10.38 | 12.46 | 12.74 | - |
| ETP | 36.65 | 89.53 | 57.21 | 23.49 | 27.11 | 30.92 | 39.40 | 48.62 | 64.70 | 105.86 | 131.78 | 135.48 | 799.7 |
| K | 1.03 | 0.97 | 0.86 | 0.84 | 0.87 | 0.85 | 1.03 | 1.10 | 1.21 | 1.22 | 1.24 | 1.16 | - |
| ETPcorr (mm) | 37.75 | 86.84 | 49.20 | 27.29 | 23.58 | 26.28 | 40.58 | 53.48 | 72.46 | 129.15 | 163.40 | 157.1 | 867.11 |

Tableau (IV-6) : Calcul d'évapotranspiration potentielle selon Thornthwaite à Texenna.

IV.3.4.1.2 -Calcul de l'évapotranspiration réelle : [14]

Par définition l'ETR est la quantité d'eau évaporée ou transpirée selon les influences climatiques réelles et de la disponibilité des réserves d'eau.

-Si les précipitations du mois sont supérieures à l'évapotranspiration potentielle :

L'évapotranspiration réelle est égale à l'évapotranspiration potentielle.

- Si les précipitations du mois sont inférieures à l'évapotranspiration potentielle :

l'évapotranspiration réelle est la somme des précipitations du mois et de tout ou partie de la réserve d'eau du sol, $ETR = \sum P_i + RFU$; celle-ci est supposée mobilisée comme suit :

a) Si la réserve antérieure d'humidité du sol est assez forte pour combler l'insuffisance de précipitation, l'évapotranspiration réelle est encore égale à l'évapotranspiration potentielle.

$$ETP = ETR$$

b) Si la réserve d'humidité du sol est insuffisante pour satisfaire l'évapotranspiration potentielle, l'évapotranspiration réelle reste inférieure à celle-ci et est égal à la somme des précipitations du mois et des réserves disponibles.

| Mois paramètre | S | O | N | D | J | F | M | A ^V | M ^A | J ^N | J ^U | A ^T | année |
|--------------------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| précipitation (mm) | 25.26 | 22.33 | 55.74 | 72.26 | 50.36 | 38.74 | 32.2 | 47.67 | 43.54 | 8.21 | 5.96 | 10.9 | 1413.17 |
| ETPcorr (mm) | 37.75 | 86.84 | 49.20 | 27.29 | 23.58 | 26.28 | 40.58 | 53.84 | 72.46 | 129.15 | 163.4 | 147.1 | 867.11 |
| excédent P-ETP (mm) | -12.09 | -64.51 | 6.54 | 44.97 | 26.78 | 12.46 | -8.38 | -5.81 | -28.92 | -120.94 | -157.44 | -146.2 | - |
| RFU (mm) | 0 | 0 | 6.54 | 44.97 | 26.78 | 12.46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| ETR (mm) | 25.66 | 22.33 | 49.20 | 27.26 | 23.78 | 26.28 | 32.2 | 47.67 | 43.54 | 8.21 | 5.96 | 10.9 | 322.82 |
| Water surplus Wa (mm) | 0 | 0 | 98.4 | 54.58 | 47.16 | 52.56 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| Déficit agrecol Da=ETP- ETR | 12.09 | 64.51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8.38 | 5.81 | 28.92 | 120.94 | 157.44 | 146.2 | 544.29 |

Tableau (IV-7) : Calcul de l'évapotranspiration selon Thornthwaite à Texenna.

IV.3.4.2 -Interprétation du bilan hydrologique selon Thornthwaite :

Le Tableau (IV-7) et figure (IV-4) permettent les observations suivantes :

- le maximum de pluie (précipitation) est enregistré au mois de décembre là où l'évapotranspiration est à son niveau le plus bas. En été, le phénomène inverse est observé (ETP maximum et P minimum)
- l'allure de la courbe représentant l'ETP montre une meilleure symétrie que celle des précipitations. Ceci est expliqué par la répartition régulière homogène de l'ETP le long de l'année (car dépendant de la température laquelle évolue suivant une loi normale). la répartition des pluies dans la région est elle hasardeuse et varie d'un mois à un autre.
- les écoulements deviennent importants à partir de mois de novembre et s'étalent jusqu'à du mois de janvier.

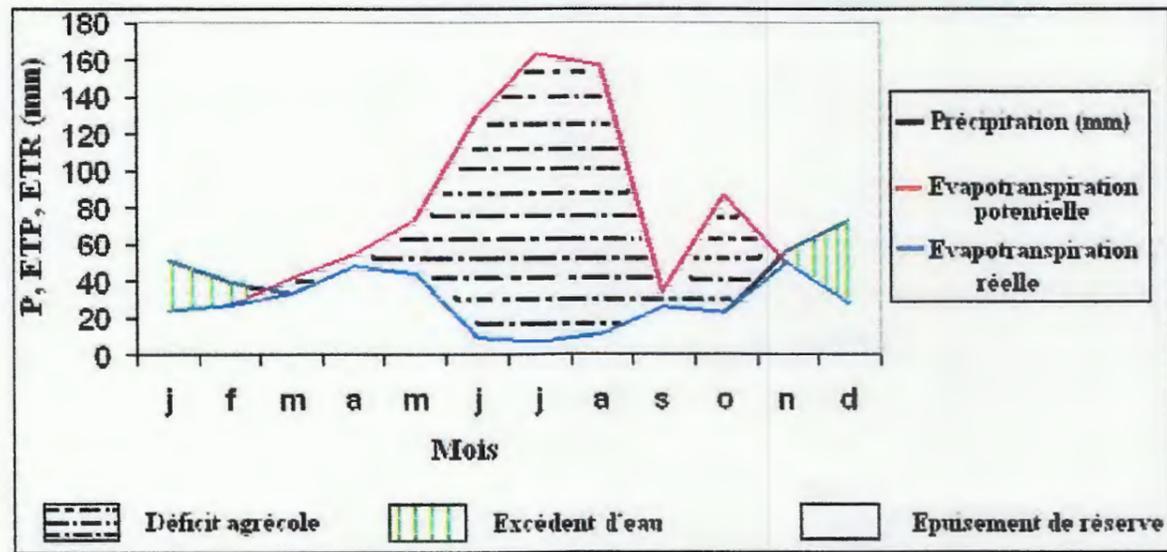


Fig (IV-5) : Graphe de bilan d'eau par la méthode de Thornthwaite.

IV.3.5- Intensité des chutes de pluie : [16]

Le traitement de la question (Intensité des chutes de pluie) par

« Pour éclairer le caractère externe de l'écoulement fluvial ayant trait aux crues, nous devons descendre à une échelle temporelle encore plus fine dans l'analyse des précipitations, à l'échelle des totaux pluviométriques journaliers ou mieux encore, des averses.

Selon les hydrologues, l'averse torrentielle s'identifie aux averses qui donnent une hauteur d'eau de 30 mm ou plus en 24 heures.

Ce caractère est relatif car il exprime l'intensité moyenne en 24 heures, elle est différente de l'intensité instantanée. Cette dernière est toujours plus élevée, car les averses qualifiées d'intenses ou de torrentielles ne tombent pas d'une manière continue pendant les 24 heures (Tekkouk.M 2005).

Ne possédant pas de données récentes pour nos différentes stations, nous nous sommes basés sur les données de 1913 à 1938 de P. Seltzer pour les stations Taher et celle de Texenna que nous avons reproduit dans le tableau.

| Station | Total | Répartition annuelle | | | | | | | | | | | | Répartition par intensité (mm/24h) | | | | Hauteur max.obs mm/24h |
|---------|-------|----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|------------------------------------|-------|--------|------|------------------------|
| | | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | J | A | 30/50 | 50/70 | 70/100 | >100 | |
| TAHER | 241 | 12 | 36 | 35 | 35 | 39 | 36 | 13 | 15 | 12 | 6 | 1 | 1 | 181 | 42 | 15 | 3 | 136 |
| TEXENNA | 340 | 17 | 27 | 40 | 55 | 64 | 52 | 26 | 31 | 21 | 5 | 0 | 2 | 231 | 75 | 31 | 3 | 133 |

Tableau (IV-8) : Nombre de jours de pluies " torrentielles

(Série Tekkouk.M1913/1938).

Du littoral (TAHER) aux hauteurs (TEXENNA), le nombre de jours de pluies torrentielles pour la période 1913/1938 croît. La fréquence la plus forte est enregistrée au secteur le plus arrosé.

Même si l'écart n'est pas si marqué, une nette différence sépare les valeurs moyennes.

En effet, avec 241 jours de pluie de 30 mm ou plus à TAHER, nous avons une moyenne de 10 jours par an. A TEXENNA, si on considère les 340 jours des mêmes pluies, nous aurons une moyenne de 14 jours par an.

Les hauteurs maximales observées en 24 heures sont à peu près les mêmes pour les stations de TAHER et de TEXENNA. La station de Jijel enregistre 10 à 13 mm/24h en moins que les premières citées. Un écart de si faible importance nous permet de classer les trois stations dans un même groupe, nous aurons alors comme valeur moyenne 131 mm / 24h.

La répartition des jours de pluies pour les intensités allant de 30 à 100mm /24h fait ressortir un écart "timide" entre les stations littorales et celle de TEXENNA.

Au delà de 100 mm/24 h, et pour cette intensité maximale, toutes les trois stations ont un comportement analogue, et ont pour cela un même enregistrement.

Les mois de décembre et de janvier étant les plus pluvieux de la région, nous remarquons que les fréquences les plus hautes des pluies torrentielles coïncident avec ces deux mois.

Les mois de sécheresse (juin, juillet, et août) connus dans la région, coïncident eux aussi avec les plus basses fréquences des pluies torrentielles. Les quelques rares renseignements mentionnés au Tableau, correspondent aux averses sporadiques de l'été. »

IV.3.6- Les précipitations solides : [16]**IV.3.6.1- Utilité :**

L'importance de la neige réside dans le fait qu'elle imbibe le sol d'une façon continue et le laisse donc s'humecter profondément pendant la période de fusion.

L'enneigement se fait seulement au début de l'hiver sur les hautes altitudes des bords (2004m) et de TEXENNA (725m), il s'arrête aux environs de 700m.

L'altitude exerce donc une influence prépondérante sur les chutes de neige.

IV.3.6.2- Données disponibles :

Etant donné que les chutes de neige sont rares en Algérie, les données relatives à ce paramètre font gravement défaut.

IV.3.6.2.1 -Répartition géographique de la neige et de l'enneigement:[16]

L'importance de la neige varie énormément d'une année à l'autre. La moyenne des jours des chutes de neige reste insignifiante à cause de la grande variabilité de la nivosté dans notre région d'étude.

Ainsi nous avons :

| Neige | Enneigement | Nombre de jours où il a neigé | Nombre de jours d'enneigement |
|--------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | <i>TEXENNA</i> | 3 | 2 |

Tableau (IV-9) : Répartition géographique de la neige et de l'enneigement [16]

La durée d'enneigement au sommet des bords est représentée dans la Figure (IV-6) qui suit :

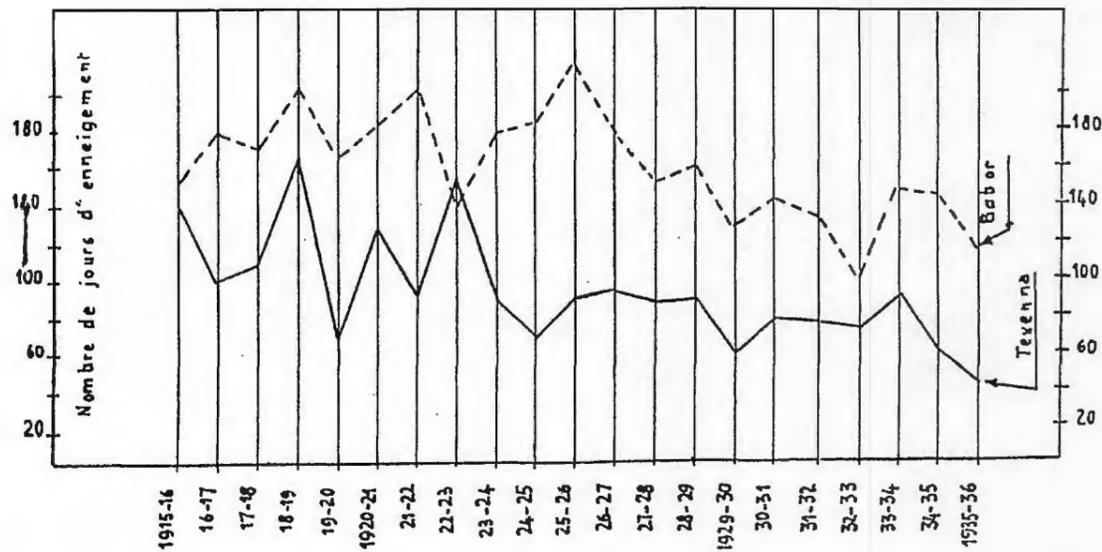


Fig (IV-6) : Durée d'enneigement du bassin versant de l'oued Djendjen[16]

Le graphe montre une durée d'enneigement assez remarquable et régulière. Le sommet des Babors est enneigé en moyenne 5 mois sur 12.

L'altitude la plus élevée de notre bassin (1992 m) étant très proche de l'altitude du sommet des Babors (2004m) , on déduit qu'une fois le sol enneigé en ces lieux , la couverture neigeuse persiste sans interruption pendant toute la saison hivernale.

IV.3.6.2.2 -Fusion de la neige :

Jusqu'à 1500mètres d'altitude, la neige commence à fondre aussitôt tombée (Tekkouk.M 2005). Sur les sommets, la fusion est retardée ou interrompue momentanément par la gelée.

L'imbibition des matériaux est liée à la vitesse de la fusion. Une fusion lente, permet une infiltration importante qui alimenterait les réservoirs à perméabilité en grand, elle peut aussi provoquer des mouvements de grandes masses de terrain.

A plus de 1500 mètres d'altitude, la fusion est beaucoup plus lente, l'alimentation par les fissures peut donc être très importante.

IV.3.6.2.3- La gelée blanche :

En plus des anciennes données de Tekkouk.M 2005, nous avons pour les stations de Jijel et de TAHER (port et aéroport Ferhat Abbés) une série de données plus récentes.

Nous donnons dans le Tableau (IV-10) toutes les données relatives à la gelée blanche aux stations de Jijel, TAHER, et TEXENNA.

| Station | JIJEL | | TAHER | | TEXENNA |
|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| | Données Tekkouk.M 1913-1938 | Données ONM 1982-1991 | Données Tekkouk.M 1913-1938 | Données ONM 1989-1992 | Données Tekkouk.M 1913-1938 |
| S | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| O | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,1 |
| N | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,3 |
| D | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,5 | 2,1 |
| J | 0,2 | 0,5 | 0,3 | 2,7 | 3,6 |
| F | 0,0 | 0,0 | 1,7 | 1,75 | 1,9 |
| M | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,6 |
| A | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,4 |
| M | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| J | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| J | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| A | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Moyenne Annuelle | 0,2 | 0,5 | 2,1 | 5,95 | 9,0 |

Tableau (IV-10) : Nombre moyen de jours de gelée blanche.

La gelée blanche est très peu fréquente dans notre zone d'étude. On remarque qu'elle s'accroît avec l'altitude.

Elle vaut 0,2 à 0,5 à Jijel et atteint 9 jours par an à TEXENNA.

IV.3.6.2.4 - Le sirocco :

Nous avons pour le sirocco les mêmes périodes d'observation que pour la gelée blanche. Les données ONM présentées dans le tableau concernent la nouvelle station de JIJEL (port) et celle de l'Aéroport Ferhat Abbés à TAHER.

| Station | JIJEL | | TAHER | | TEXENNA |
|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| | Données P.Seltzer 1913-1938 | Données ONM 1982-1991 | Données P.Seltzer 1913-1938 | Données ONM 1989-1992 | Données P.Seltzer 1913-1938 |
| S | 3,2 | 0,0 | 2,6 | 1,5 | 4,3 |
| O | 2,3 | 1,4 | 1,4 | 1,75 | 2,5 |
| N | 1,9 | 0,7 | 1,3 | 0,25 | 2,7 |
| D | 0,7 | 0,6 | 0,9 | 0,75 | 1,0 |
| J | 0,7 | 0,4 | 1,0 | 0,5 | 0,4 |
| F | 1,5 | 0,1 | 1,1 | 0,0 | 1,1 |
| M | 1,6 | 0,9 | 1,6 | 1,5 | 2,4 |
| A | 1,6 | 0,8 | 1,8 | 2,5 | 2,0 |
| M | 1,6 | 0,4 | 1,7 | 0,25 | 1,7 |
| J | 2,4 | 1,1 | 1,7 | 0,25 | 2,2 |
| J | 3,8 | 0,9 | 3,2 | 1,5 | 4,4 |
| A | 3,3 | 0,3 | 2,9 | 0,5 | 4,8 |
| Moyenne annuelle | 24,6 | 7,6 | 21,2 | 11,25 | 29,5 |

Tableau (IV-11) : Nombre moyen de jours de Sirocco

IV.3.7.1- Formule de samie :

$$Le = \bar{Pa} (293 - 2.2 \sqrt{S}) \quad [3]$$

Ou :

$$\bar{Pa} = 1300\text{mm} = 1.3\text{m}$$

$$S = 221.9\text{Km}^2$$

Le : lame d'eau écoulée.

$$Le = 338.29\text{mm/an}$$

$$\bar{A} = Le \cdot S \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Donc : } \bar{A} = 75.38 \text{ Hm}^3/\text{an}$$

IV.3.7.2 -Formule de turc :

$$Le = \bar{Pa} - \frac{\bar{Pa}}{\sqrt{0.9 + P^2/L^2}} \quad [3]$$

$$L = 300 + 25T + 0.05T^3.$$

Ou :

$$T = 17.52^\circ\text{C}$$

$$\bar{Pa} = 1300\text{mm}$$

$$P = 413.17\text{mm}$$

$$Le = 37.86\text{mm/an}$$

$$\text{Alors que : } \bar{A} = 8.40\text{Hm}^3/\text{an}.$$

IV.3.7.3- Formule algérienne :

$$Le = \bar{Pa} (1 - 10^{-Kp^2}) 10^3 \quad [3]$$

Avec :

$$k = 0.18 - 0.01 \log S$$

$$k = 0.156$$

$$Le = 56.94 \text{ mm/an}$$

$$\bar{A} = 12.63 \text{ Hm}^3/\text{an.}$$

IV.3.7.4- Formule de moulet - Gautier:

$$Le = 0.60 \bar{P} a (1 - 10^{-0.36P^2}) 10^3 \quad [3]$$

$$Le = 102.84 \text{ mm/an}$$

$$\bar{A} = Le S 10^{-3} = 22.82 \text{ Hm}^3/\text{an.}$$

Les résultats obtenus par les quatre formules sont mentionnés dans le Tableau suivant :

| Formules | samie | turc | Formule algérienne | Moulet - Gauthier |
|--|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Lame d'eau écoulé Le en (mm/an) | 338.29 | 37.86 | 56.94 | 102.84 |
| Apport d'eau écoulé A en (Hm ³ /an) | 75.38 | 8.40 | 12.63 | 22.82 |
| Apport d'eau écoulé A en m ³ /an | 75.38*10 ⁶ | 8.40*10 ⁶ | 12.63*10 ⁶ | 22.82*10 ⁶ |
| Moyenne en Hm/an | 29.80 | | | |

Tableau (IV-12) : Calcul des apports liquides par différentes formules.

IV.4 -Conclusion :

L'hydroclimatologie a fait l'objet d'une description et d'une analyse des divers facteurs climatiques « précipitation, température, évapotranspiration » concernant deux stations d'observation. L'une de TAHER (1995-2006) et l'autre de TEXENNA (1998-2006) pour la précipitation et la température.

-les précipitations sont très irrégulières du point de vue annuel, saisonnier ou mensuel.

-la répartition saisonnière de la pluviométrie montre qu'en hiver, la hauteur pluviométrique (1413.17mm) est maximale pour les deux stations.

-la température moyenne annuelle est de l'ordre de 17.60°C pour la station de TAHER et de l'ordre de 17.52°C pour la station de TEXENNA.

-le déficit agricole (Da) est de 544.29mm /an pour la station de TEXENNA enregistré en période sèche, ce qui aura pour conséquence un recours à l'irrigation, c'est-à-dire l'exploitation de la nappe.

-la précipitation solide est très importante dans la région d'étude comme la neige et la glace blanche. Avec la fusion ces précipitations donnent des eaux qui ruissellent ou infiltré dans le sol.

-le ruissellement pour la station de TEXENNA présente 31.11mm (soit 7.53% des précipitations).

-l'infiltration pour la même station présente 59.24mm (soit 14.33% des précipitations).

Ces valeurs sont faibles en tenant compte des précipitations et de la nature lithologique.

CHAPITRE V

ETUDES

HYDROGEOLOGIQUES

V.1-Introduction :

Ce chapitre a pour but objectif l'identification du réservoir en premier lieu, tirer l'allure générale des écoulements des eaux souterraines, de donner une idée sur les sources d'alimentation aussi bien que les différents points de sortie des eaux et enfin connaître le régime hydrodynamique de l'aquifère.

L'étude et l'analyse des débits permettent de connaître les régimes des cours d'eau ainsi que leurs variations faite par M. TEKKOUK dans son travail de magister.

V.2-Hydrologie :**V.2.1-L'écoulement dans le bassin versant de l'Oued Djendjen :**

Les données de débits anciens que nous avons pu obtenir à l'ANRH de Jijel se répartissent comme suit :

- Station d'Erraguène : Période 1942/1943 à 1958/1959.
- Station des Oueds Agoug, Kendrar, Kendoulia et Tabellout : Période 1952/1953 à 1955/1956.

Tous ces débits se présentent en séries mensuelles d'observations. Seule la station d'Erraguène possède sept ans de débits moyens journaliers et cc, pour la période allant de 1952/1953 à 1958/1959.

Après la mise en eau du barrage d'Erraguène en 1960 tout le réseau hydrométrique de l'Oued Djendjen a interrompu son fonctionnement.

Seule une station située à Oued Missa au bas de Djendjen a repris le relais mais tardivement car, elle ne date que de 1972.

Toujours à l'ANRH de Jijel, nous avons pu obtenir une série de débits récents s'étalant sur une période allant de 1972/73 à 1975/76 (l'année 1976/77 n'a pu être prise en considération, elle présente trop de lacunes).

Vu les carences en série de données, l'hétérogénéité et l'insuffisance générale à l'échelle horaire avant et après la mise en eau de la retenue du barrage suscitée, nous ne pouvons traiter que les différents aspects fondamentaux du régime fluvial et de ses affluents principaux.

Nous étudierons :

- Les variations temporo-spatiales de l'écoulement
- Le bilan hydrologique et le déficit d'écoulement.

V.2.1.1-Variations temporo-spatiales de l'écoulement :

Pour aborder ces phénomènes, nous commencerons par l'étude des variations de l'écoulement dans l'espace à partir des débits absolus et spécifiques afférents à chaque station hydrométrique. Il est cependant utile de signaler un des problèmes de cette étude, il se rapporte à la taille inégale des surfaces drainées et à la répartition spatiale hétérogène des stations d'observation.

V.2.1.2 -Modules absolus et spécifiques :

D'amont en aval, si on considère les données hydrométriques d'avant 1960, on remarque que les débits annuels absolus (tableau n° (V-1)) varient d'Erraguène à Tabellout.

Afin d'étudier la variabilité spatiale de l'écoulement et pour plus d'efficacité, nous utilisons la subdivision du bassin versant précédemment établie.

Les trois parties du bassin sont :

- **Le bassin supérieur** : contrôlé par la station d'Erraguène
- **Le bassin moyen** : constitué par l'ensemble des trois sous bassins contrôlés chacun par une station hydrométrique ce sont :
 - a. Le sous bassin de l'Oued Kendoulia.
 - b. Le sous bassin de l'Oued Agoug.
 - c. Le sous bassin de l'Oued Kendrar.

Tous ces trois cours d'eau se jettent dans le cours principal de l'Oued Djendjen et drainent ensemble une partie du bas bassin.

- **Le bassin inférieur** : (la plaine alluviale n'étant pas prise en considération) contrôlé par la station de Tabellout, drainant la partie orientale du bassin.

La valeur des débits pour la période 1951/1952 à 1955/1956 (tableau n° (V-1)), marque une nette progression d'amont en aval.

Dans la partie relative à la climatologie, nous avons signalé une progression Ouest Est qui se confirme ici par les valeurs croissantes des débits absolus. (Tableau n° (V-1)).

| Cours d'eau | Station | Superficie (Km ²) | Module abs. (m ³ /s) | Module spéc. (l/s/Km ²) |
|-------------------|-----------|-------------------------------|------------------------------------|--|
| O. Djendjen | Erraguène | 134 | 4,57 | 34,10 |
| O. Kendrar | Kendrar | 32,2 | 1,09 | 33,85 |
| O. Kendoulia | Kendoulia | 10,6 | 0,49 | 46,22 |
| O. Agoug | Agoug | 9,3 | 0,36 | 38,70 |
| Total à Tabellout | Tabellout | 410 | 11,59 | 28,00 |

Tableau (V-1) : Variation des débits spécifiques et absolus de l'amont à l'aval de l'oued Djendjen (1951-1952 à 1955-1956)

Le tableau ci-dessus (regroupant les trois bassins) montre que:

- a. Les valeurs des débits absolus croissent d'Erraguène (amont) à Tabellout (aval) où elles atteignent leur maximum de 12 m³/s (11,59 m³/s).
- b. Les apports des oueds Kendrar, Kendoulia, et Agoug qui sont loin d'être négligeables, participent eux aussi aux totaux enregistrés à Tabellout.

La comparaison des modules des bassins supérieur et moyen, montre que le bassin supérieur représente 39,4 % du débit moyen inter annuel et que les trois affluents réunis (formant le bassin moyen) donnent ensemble un module valant presque la moitié de celui du bassin supérieur (1,9 m³/s) soit 16,4 % du total enregistré à Tabellout. Ceci peut s'expliquer par le fait que :

- a) d'une part la superficie drainée par les cours d'eau reste faible.
- b) de l'autre, les séries d'observations hydrométriques sont brèves.

Afin de mieux connaître les variations de l'écoulement dans l'espace d'un secteur à un autre du bassin, nous avons calculé les débits spécifiques des différents cours d'eau que nous avons présenté dans le tableau n° (V-1) ci-dessus. Il ressort ce qui suit :

- a. A l'inverse des modules absolus, les débits spécifiques augmentent dans un premier temps dans le sens bassin supérieur - bassin moyen, ils diminuent ensuite dans le bassin inférieur

- b. Les plus grandes valeurs sont enregistrées aux stations de contrôle des petits affluents. Le maximum est atteint à la station de Kendoulia, il vaut 46 l/s/Km².

En résumé, on peut donc déduire que :

- a. Les modules spécifiques augmentent avec la diminution de la taille du bassin et la décroissance des modules absolus.
- b. Les variations spatiales de l'écoulement exprimées par les débits spécifiques sont la conséquence directe des disparités morphométriques.
- c. Les sous bassins Kendoulia, Agoug situés dans la partie montagneuse prennent l'avantage sur les autres du point de vue écoulement suite aux fortes pentes, à la nature lithologique des terrains, ainsi qu'aux fortes précipitations, enregistrées en ces lieux.
- d. La chute des débits spécifiques enregistrée au niveau de Tabellout peut s'expliquer par la « sécheresse » propre à la partie méridionale du bassin que nous avons signalée antérieurement.

V.2.1.3 -Bilan hydrologique et déficit d'écoulement.

L'établissement d'un bilan moyen conforme à un cycle hydrologique complet doit être établi à partir d'une année hydrologique de référence comprise entre deux étiages annuels successifs. Le choix des limites de cet intervalle de temps est difficile à définir, car il fait appel à plusieurs facteurs qui interviennent en même temps, et qu'on doit parfaitement connaître dans le détail. Il s'agit des précipitations, de l'évapotranspiration, et des écoulements aussi bien superficiels que souterrains.

Le tableau n° (V-2) nous donne l'essai de bilan que nous avons réalisé à partir des données utilisées pour les valeurs des modules spécifiques et absolus du tableau n°(V-1).

| Cours d'eau | Station | S (Km ²) | P(mm) | E(mm) | D(mm) | C (%) |
|--------------------------|-----------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| O.Djendjen | Erraguene | 134 | 1589 | 1076 | 513 | 67,7 |
| O.Kendrar | Kendrar | 32,2 | 1593 | 1068 | 525 | 67,0 |
| O.Kendoulia | Kendoulia | 10,6 | 1553 | 1458 | 95 | 93,8 |
| O.Agoug | Agoug | 9,3 | 1638 | 1221 | 417 | 74,5 |
| Total à Tabellout | Tabellout | 410 | 1553 | 891 | 661 | 57,4 |

Tableau (V-2) : Essai de bilan pour les différents sous bassins.

Les résultats du tableau n° (V-2) nous permettent de conclure ce qui suit :

Le déficit marque ici sa valeur record avec un maximum de 661mm à Tabellout.

Les variations constatées aux différents endroits du bassin versant sont réellement définies par les différents coefficients de l'écoulement qui sont liés, selon les secteurs, à la saturation des sols, à l'emmagasinement de l'eau en profondeur et au temps de réponse du bassin.

En moyenne, nous avons une lame écoulée à Tabellout de 891mm soit 57.4 % des précipitations en ces lieux.

V.3-Hydrogéologie :

IV.3.1 -Les grands ensembles lithologiques :

Une synthèse des travaux sus cités nous permet de dire que les formations lithologiques de la région d'étude sont (tableau n° (V-3))

Tableau (V-3) : Les formations lithologiques de la région d'étude.

| Roches résistantes | Roches meubles |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| Roches cristallophylliennes, grés. | Marnes argiles, Alluvions, Terrasses. |

V.3.2-Perméabilité des différentes formations lithologiques et des formations superficielles :

Le tableau n° (V-4) résume la perméabilité des différentes formations existantes dans notre région d'étude.[16]

| Formations lithologiques | perméabilité | Formations superficielles | perméabilité |
|--------------------------|---------------------|---------------------------|------------------|
| Roches vertes | En grand | Arg. limons, graviers | Semi- perméables |
| Grés | En grand+interstice | Arg. limons, blocs | Semi- perméables |
| Marnes et argiles | Imperméable | Argiles, sable+bloc | Semi- perméables |
| Poudingues, brèche | Semi perméable | Eboulis | Perm.d'inters |

Tableau (V-4) : Perméabilité des différentes formations de la région d'étude.

Une combinaison des données du tableau n° (V-3) avec celles du tableau n° (V-4) nous permet d'avoir une vue globale et une estimation de la répartition des zones selon la perméabilité dans notre zone d'étude. En effet, les roches résistantes (tableau n° V-3) présentent une très bonne perméabilité, donc de grandes capacités de rétention des eaux souterraines. Une bonne partie de roches meubles (marnes, argiles) mélangées aux sables, blocs, et graviers offrent une perméabilité beaucoup moins importante que celle des roches de la première catégorie.

V.3.3 -Unités hydrogéologiques :

D'après les études déjà effectuées (géomorphologie, géologie et caractères lithologiques) deux unités hydrogéologiques ou systèmes aquifères bien nets apparaissent dans la zone d'étude. En effet ces deux systèmes sont :

- a- système aquifère supérieur.
- b- système aquifère inférieur.

Les caractéristiques physiques des roches n'étant pas les mêmes, les deux systèmes ont chacun un comportement propre vis-à-vis de l'eau que chacun d'eux reçoit.

- a- **système aquifère supérieur** : il regroupe le Burdigalien, Pontien et le Quaternaire
- b- **système aquifère inférieur** : il est constitué par des formations de l'Oligo-miocène kabyle, les Olistostromes, et les formations profondes.

V.3.4 -Relation entre les deux systèmes :

Au vu de nos différentes visites sur le site, des constatations hydrogéologiques et des travaux antérieurs, nous pouvons conclure que les systèmes aquifères se comportent totalement d'une façon indépendante, en effet les marnes burdigaliennes et leur importante épaisseur sont présentes pour veiller à cette parfaite indépendance.

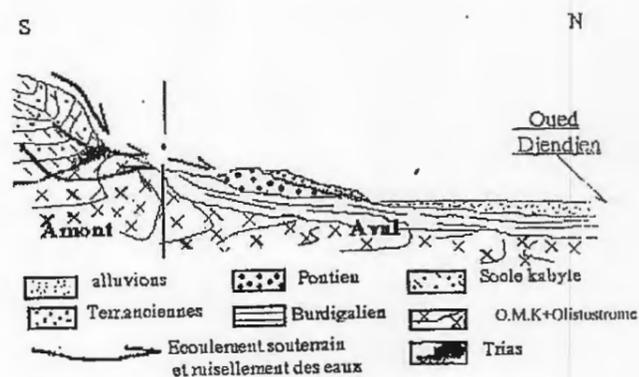


Fig (V -1) : Comportement des deux systèmes aquifères (supérieur et inférieur) [16]

V.4-Conclusion :

Après cette étude hydrologique et hydrogéologique nous avons estimé qui suit :

- la région d'étude est caractérisée par un module absolu de l'ordre de 11.59(m/s) et un module spécifique de l'ordre de 28(1/s/Km²), le déficit est de l'ordre de 661mm avec une lame écoulée de 891mm soit 57.4% des précipitations.
 - dans cette région nous avons distingué deux systèmes aquifères (supérieur et inférieur).
- Toutes ces données hydrologiques et hydrogéologiques ont une grande part dans les glissements ou l'instabilité des terrains de notre zone d'étude.

CHAPITRE VI

LES RISQUES

DE

MOUVEMENT DE TERRAIN

VI-1 Introduction :

Les classifications des mouvements de terrain qui sont à la base de l'analyse des instabilités sont définies par des critères de reconnaissance basés sur la morphologie, la dynamique et la cinématique des mouvements.

VI.2 - Morphologie et dynamique des mouvements de terrain :

Avant d'étudier la partie morphologique et dynamique des sols de notre zone étudiée et par mieux comprendre l'état de notre terrain, il nous a semblé utile de reprendre quelques brèves descriptions accompagnées de quelques illustrations que nous donnons sous forme de figures.

VI.2.1- Glissements de terrain : [10]

Les glissements affectent les sols et sont fréquents dans les travaux de terrassement et de soutènement. Les vitesses de rupture peuvent être très variables. La rupture est parfois précédée de signes précurseurs mais peut être également brutale. Les glissements sont classés en trois catégories :

VI.2.1.1- Glissements plans ou translationnels :

Peuvent être parfois assimilés à des écroulements, car ils font intervenir des masses rocheuses qui glissent sur leurs joints de stratification. fig (VI-1)

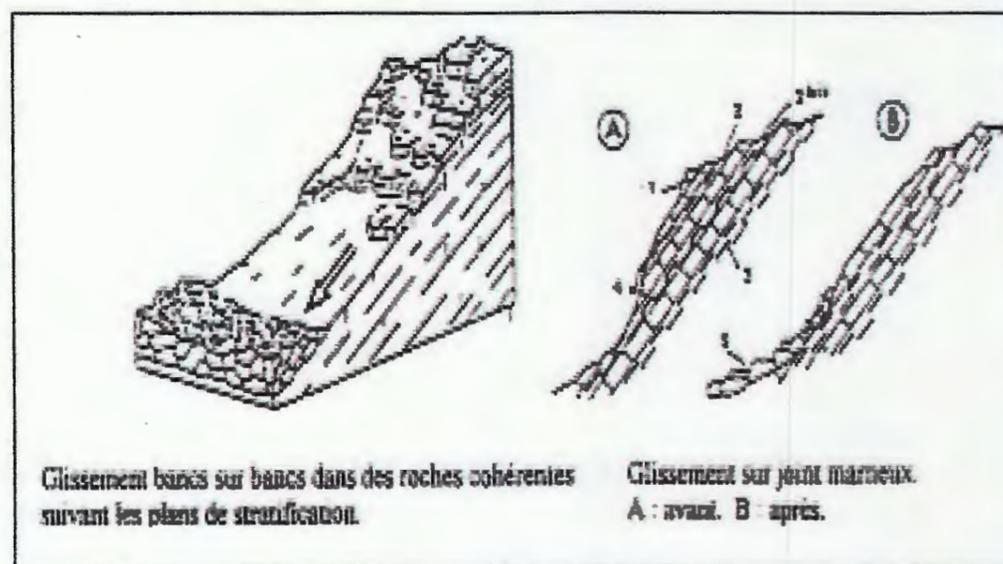


Fig (VI-1) : Glissement plan

VI.2.1.2- Glissements circulaires :

Se produisent plus généralement dans les sols et parfois les roches homogènes où il n'y a pas de discontinuités géologiques suffisamment persistantes ou si la fracturation est suffisamment intense pour permettre une telle surface de glissement. On distingue deux types des glissements circulaires :

- **Glissements circulaires simples :**

C'est le type le plus fréquent, la surface de rupture à une forme simple et peut être assimilée à une portion de cylindre fig (VI-2).[11]

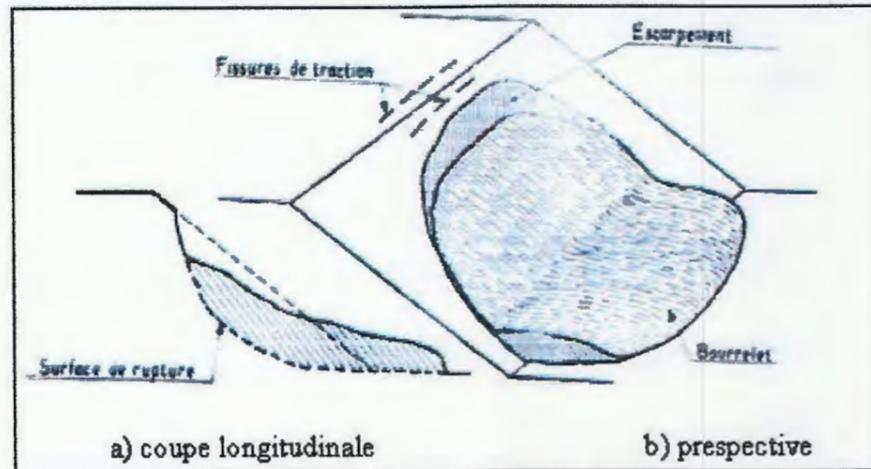


fig (VI-2) : glissement circulaire simple

- **Glissements circulaires complexes : [10]**

Il s'agit de glissements multiples « emboîtés » les uns dans les autres. fig (VI-3)

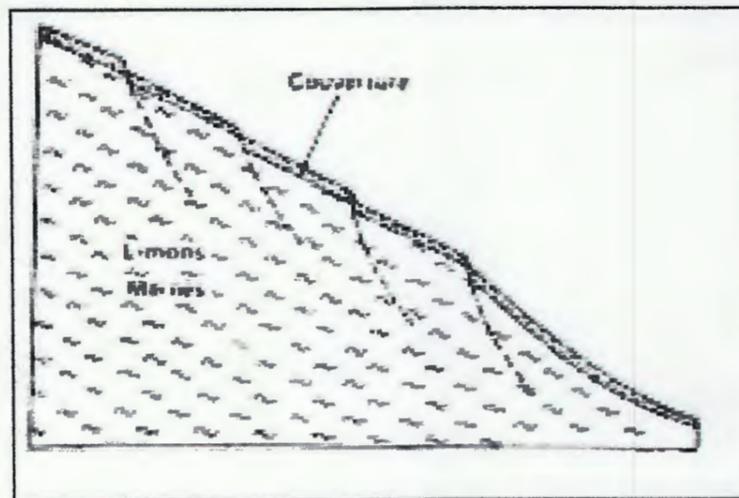


fig (VI-3) : glissements circulaires complexe

VI.2.2 - Fluage : [11]

Le fluage est un mouvement de terrain très sournois. Il se fait très lentement, sans surface de rupture nette (sauf au stade ultime, à la rupture du sol) et sans variation apparente de sollicitation mécanique ou hydraulique.

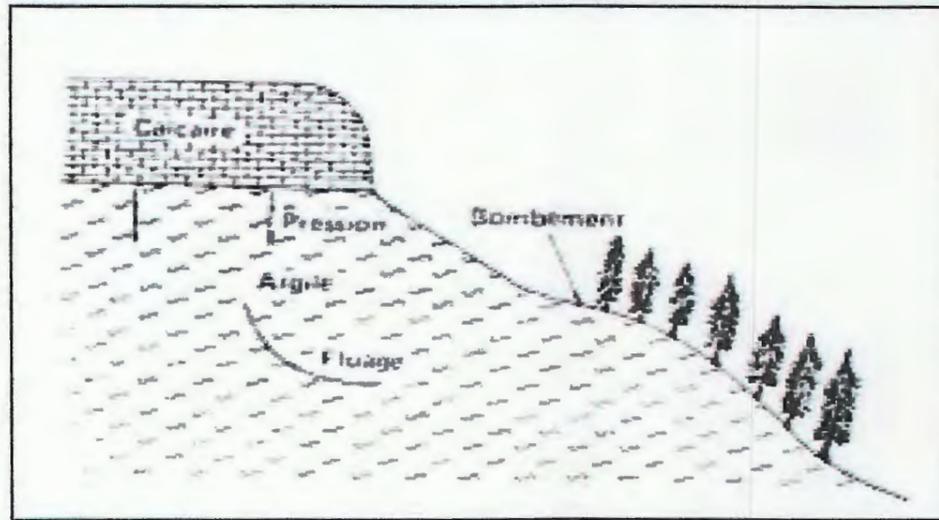


fig (VI-4) : Schéma général du mécanisme de fluage

VI.2.3- Coulées boueuses :

Les coulées boueuses sont dues à des infiltrations d'eau provoquant des mouvements de sols dans les quels les matières glissées se comportent comme un liquide. Elles se produisent essentiellement en montagne. fig (VI-5) [11]

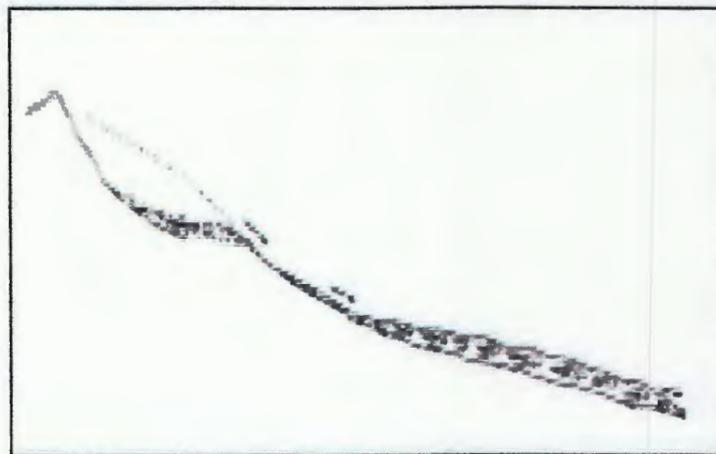


fig (VI-5) :exemple d'un coulées boueuse

VI.2.4- Affaissements et effondrements :[10]

- **Affaissements :**

Les affaissements se caractérisent par une dépression topographique sans rupture apparente. On rencontre les affaissements dans des régions minières où il y a rupture en profondeur des galeries de mines. fig (VI-6)

- **Effondrements :**

Les effondrements de terrain provoquent une dépression topographique importante avec rupture apparente. Les effondrements se rencontrent dans les régions calcaires. Fig (VI-6)

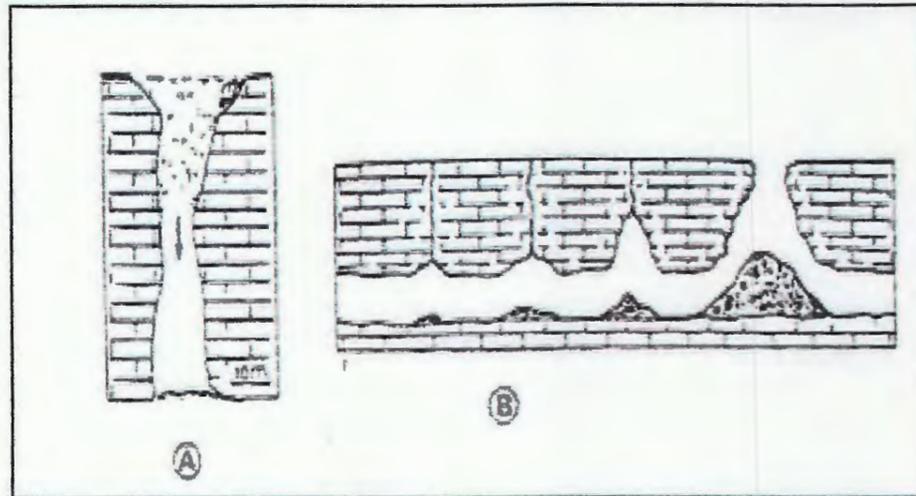


Fig. (VI-6) : Effondrement de voûtes karstiques

Légende :(A) aven formé par effondrement du toit d'un puits, (B) formation progressive d'une cloche d'effondrement.

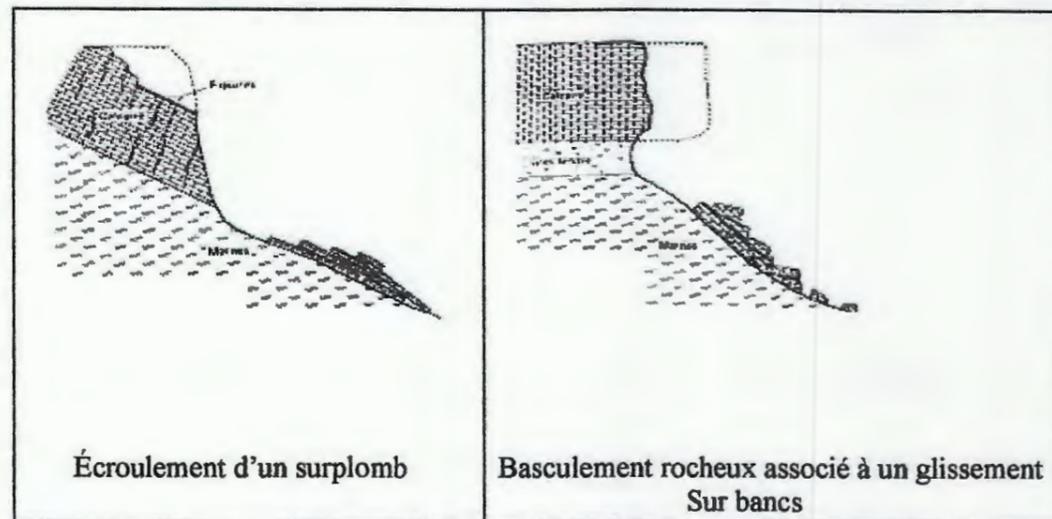
VI.2.5 -Chutes, écroulements et basculements :

- **Chutes :**

Les chutes de blocs sont des mouvements ponctuels en milieu rocheux fracturé et fissuré

- **Écroulements et basculements :**

Les écroulements sont des chutes soudaines de masses rocheuses importantes. L'écroulement type est représenté par l'effondrement de pans de falaise en plusieurs blocs.



fig(VI-7) : Exemples d'écroulement rocheux

Les glissements mettent en péril non seulement la vie de l'homme mais aussi les constructions (fondation, voies, et ouvrage d'art,....etc.), pour cela plusieurs classification des risques ont été établies. Nous reprenons l'une des plus récentes classifications.

| Type de discontinuité | Surface de séparation. | Surface visible après le mouvement. | Nature matériau | Dynamique |
|--|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------|
| Rupture franche et irrégulière, car fonction des défauts de la roche | Rupture, cassure ou décrochement | Totalement à partiellement visible | Roche (consolidée) | Chute |
| Cisaillement avec surface plus ou moins lisse. | Surface plane, circulaire ou courbe | Partiellement visible en amont | Sol ou roche Sol (peu remanié) | Glissement |
| Surface ou zone irrégulière et rugueuse avec friction et arrachage du substratum | Surface de frottement ou de charriage | En partie à totalement cachée | Sol ou sol et roche (remaniés) | Coulée |
| Zone de friction | Déformation ou rupture progressive | Totalement cachée | Sol | Fluage lent |

Tableau (VI-1) : Les surfaces de séparation avec le substratum en place

VI.3-Cinématique des mouvements de terrain :

Les vitesses de déplacement sont variables et liées aux processus de mouvement. Les ordres de grandeur sont de quelques centimètres par an à quelques centaines de km/h. Il est difficile de quantifier les vitesses de ces mouvements, car, excepté quelques grands mouvements surveillés, on ne peut que constater l'état post-glissement. Les glissements sous surveillance donnent une bonne estimation des variations de vitesse de déplacement que l'on peut parfois relier à des facteurs plus ponctuels (variations de la pluviométrie, l'action de la température...). La détermination de la vitesse du mouvement de terrain après le déclenchement de celui-ci est quasiment impossible, c'est pourquoi il existe des échelles évaluant les vitesses en fonction des mouvements de terrain.

| | 3 m/s | 0,3 m/mn | 1,5 m/j | 0,5 m/m | 1 à 1,5 m/an | 0,3 m/an | 0,3 > m/an |
|---------------------------------|----------|-------------|------------|------------|-----------------|-------------|---------------|
| | E.R. | T.R. | R. | M. | L. | T.L. | E.L. |
| Chutes, écroulements de rochers | | | | | | | |
| Avalanches de débris | | | | | | | |
| Coulées de terre de débris | | | | | | | |
| Glissements de roches | | | | | | | |
| Glissement rotationnel de roche | | | | | | | |
| Glissement rotationnel de sol | | | | | | | |
| Glissements plans de roches | | | | | | | |
| Glissements plans de sol | | | | | | | |
| Glissements de débris | | | | | | | |

Tableau (VI-2) : Vitesses des mouvements de terrain

Avec :

ER : extrêmement rapide

TR : très rapide

R : rapide

M : modéré

L : lent

TL : très lent

ET : extrêmement lent

VI.4- Généralités sur les facteurs d'instabilité :[10]

L'équilibre d'un massif peut être donné par les forces de volume, les propriétés rhéologiques, la géométrie ainsi que l'action de l'eau, de la pesanteur, de la sismicité et l'action anthropique. La qualification et la quantification de ces paramètres permettent de mieux comprendre et d'appréhender les instabilités. Parmi ces paramètres, on constate que le principal facteur générateur de glissement de terrain est l'eau.

VI.4- 1'Action et influence de l'eau :

La variation des conditions hydrauliques est l'une des principales causes de glissement de terrain et son action dans la rupture de l'équilibre se manifeste de plusieurs façons et à différents stades. C'est principalement, la pluviométrie que les auteurs s'accordent à considérer comme étant le facteur le plus influent, et plus particulièrement ils montrent une occurrence entre des mouvements et les pluies de fortes intensités.

VI.4.2- La rupture de l'équilibre :

La rupture de l'équilibre est souvent due à l'augmentation de la pression interstitielle, qui diminue la résistance au frottement.

VI.4.3- Action rhéologique de l'eau :

La présence "anormale" d'eau peut provoquer la chute des caractéristiques mécaniques d'un sol, comme par exemple l'angle de frottement interne qui ne change pas dans un milieu pulvérulent, mais qui diminue dans un milieu argileux.

VI.4.4 -Alimentation en eau des terrains :

Une grande partie de l'alimentation en eau du sol provient des précipitations, tandis que l'autre partie provient des réseaux hydrauliques souterrains. En temps normal, le sol contient de l'eau jusqu'à une certaine hauteur (surface piézométrique). On distingue ainsi une zone saturée et une zone non saturée. Les déplacements varient au cours des saisons et leurs amplitudes sont en relation étroite avec les conditions climatiques.

VI.4.5- Action des écoulements souterrains :

Les écoulements souterrains correspondent à l'écoulement dans une matrice poreuse d'un fluide visqueux qui est freiné par cette même matrice poreuse. La pression va engendrer des efforts mécaniques déstabilisants et l'écoulement de l'eau dans le sol peut générer un colmatage de certaines parties des terrains par le soutirage des particules fines.

VI.4.6 -Action de la pesanteur :

L'action de la pesanteur est le moteur principal du mouvement. La stabilité d'un bloc est donnée par le rapport entre les forces stabilisantes et les forces déstabilisantes. On parle du facteur de sécurité (F).

- Si $F < 1$: rupture de l'équilibre.
- Si $F > 1$: conservation de l'équilibre.

VI.4.7 -Actions sismiques :

La stabilité d'un massif est fonction du rapport des forces stabilisantes sur les forces déstabilisantes. Lors d'un séisme, il y a émission d'ondes sismiques qui se propagent dans le sol.

VI.4.8- Actions anthropiques :

L'aménagement de terrain provoque des déséquilibres qui généralement, à l'échelle humaine, passent inaperçus, mais lorsqu'une situation est à l'état d'équilibre précaire, la moindre intervention peut générer des désordres importants.

VI.5- Risques de mouvements de terrains du futur barrage de Tabellout :**VI.5.1- Repérage des zones instables :**

Pour repérer les zones instables il faut établir un plan topographique à grand échelle, généralement les cartes topographiques disponibles sont à petit échelle. Il convient donc pour un mouvement de terrain bien localisé d'entreprendre un levé topographique à grand échelle (1/1000 ou 1/500) de la zone en mouvement, et d'en tirer un plan en courbes de niveau.

Pour le cas de notre zone étudiée nous avons utilisé la carte de TAMESGUIDA établie à l'échelle 1/50.000. fig (VI-8)

VI.5.2- Repérage des traits caractéristiques des mouvements :

La carte que nous avons établie à partir de la carte topographique de TAMESGUIDA en 1/50.000 et nos visites de terrain nous ont permis de repérer différentes zones que nous avons estimées présenter des risques dans la région étudiée. Nous donnons en figure qui ont suivi, les quelques photos prises sur site qui illustrent parfaitement nos propos.

Extrait de la carte topographique de Tamezguida :

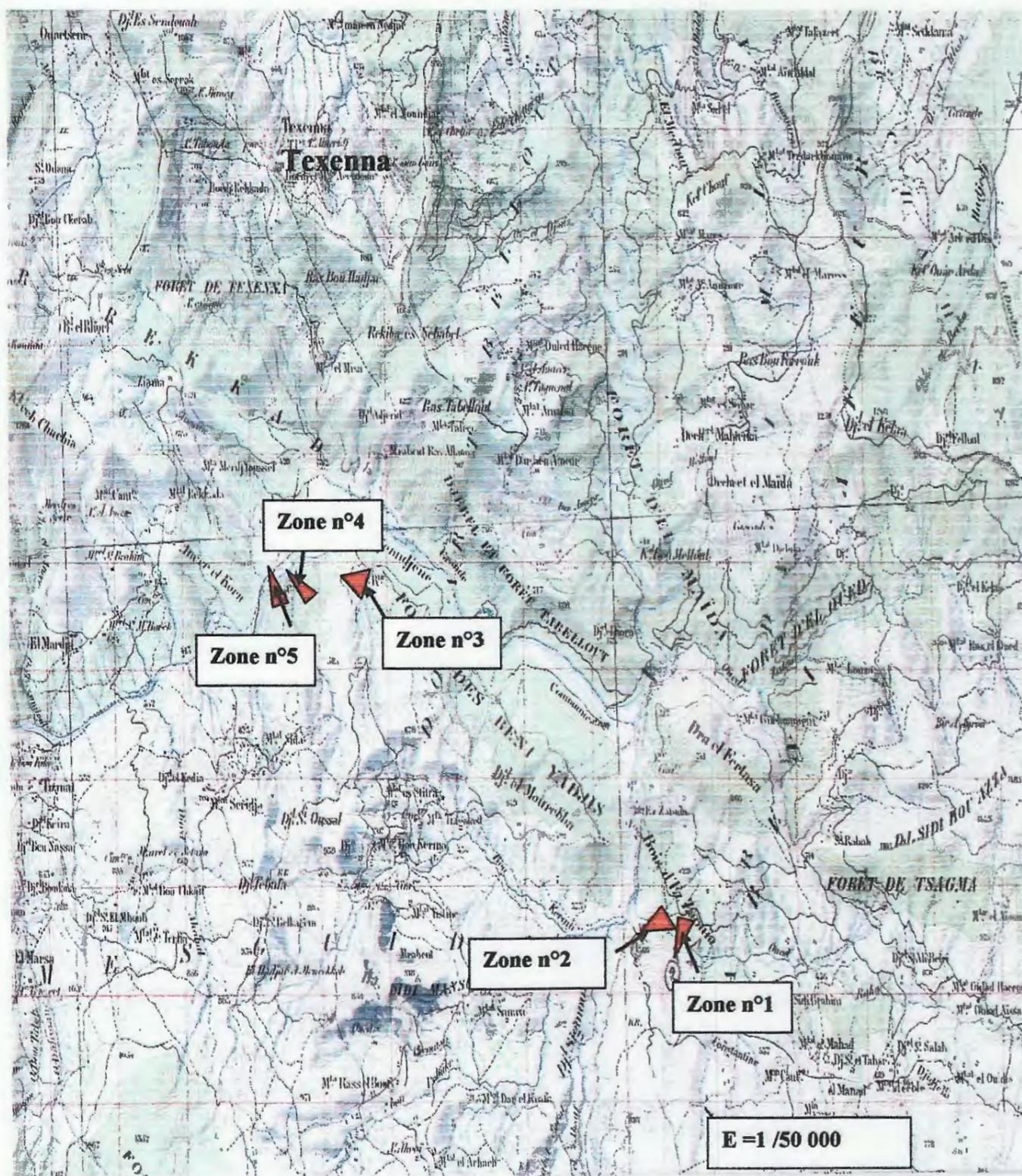


Fig (VI-8) : Localisation des zones à risque

VI.5.3 -Etablissement de la carte des risques :

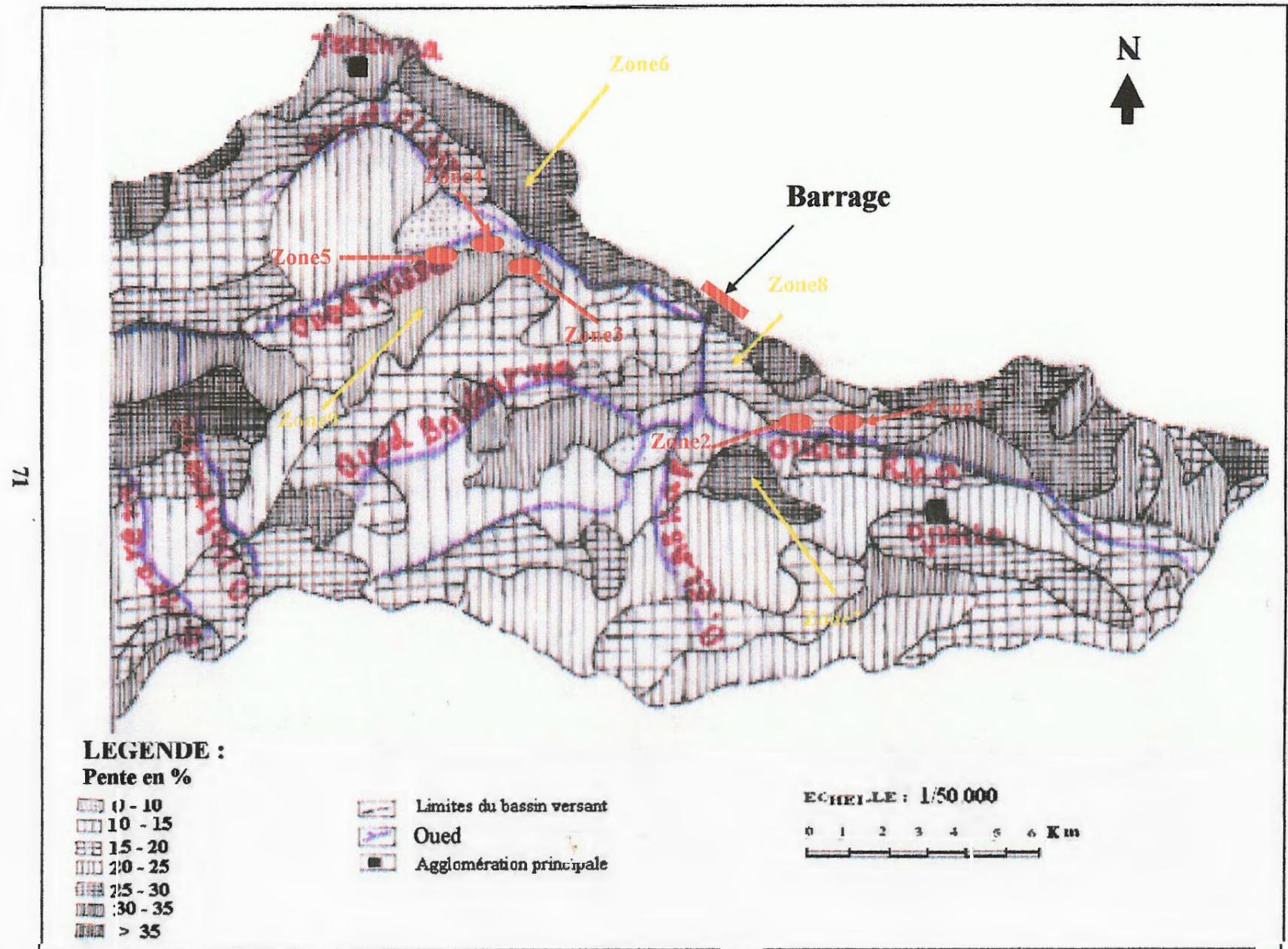
N'ayant pas pu nous sortir et nous déplacer suffisamment sur notre terrain pour affiner au mieux une carte de zonation des différents secteurs à risque, nous nous sommes limité à dresser une esquisse (qui demande la précision par plusieurs sorties sur terrain)

Esquisse que nous avons confectionné en fonction des données géologiques (carte géologique de TAMESGUIDA), des données géomorphologiques (pentes, chevelu hydrographique), hydrologiques et aussi nos propres constatation effectuées lors de nos sortie sur terrain.

Toutes ces données nous a permis de dresser la carte ou l'esquisse de quelque zones a risque existant au sein de notre terrain.

Encore une fois nous ne prétendons pas avoir réussi l'établissement de carte des risques de notre zone étudiée –l'élaboration d'une telle carte se fait avec des moyennes beaucoup plus sophistiqués, plusieurs méthodes utilisant l'outil informatique sont utilisées de nos jours, elles ont montré leur efficacité, nous pouvons citer comme exemple la méthode DRASTIC.

Fig(VI-7): Carte des risques



VI.5.4 -Les zones à risque dans la région de Tabellout :

Zone : n°1

Fig (VI-9) : Photo illustrant les formations triasiques affectés par un glissement.

Zone : n°2

Fig (VI-10) : Photo illustrant un glissement du terrain en face de Merdj Abdellah.

Zone n°3 :

Fig (VI-11) : Photo illustrant une désagrégation sur le talus par l'effet de ruissellement

Zone n°4 :

Fig (VI-12) : Photo illustrant une désagrégation sur le talus par l'effet de ruissellement.

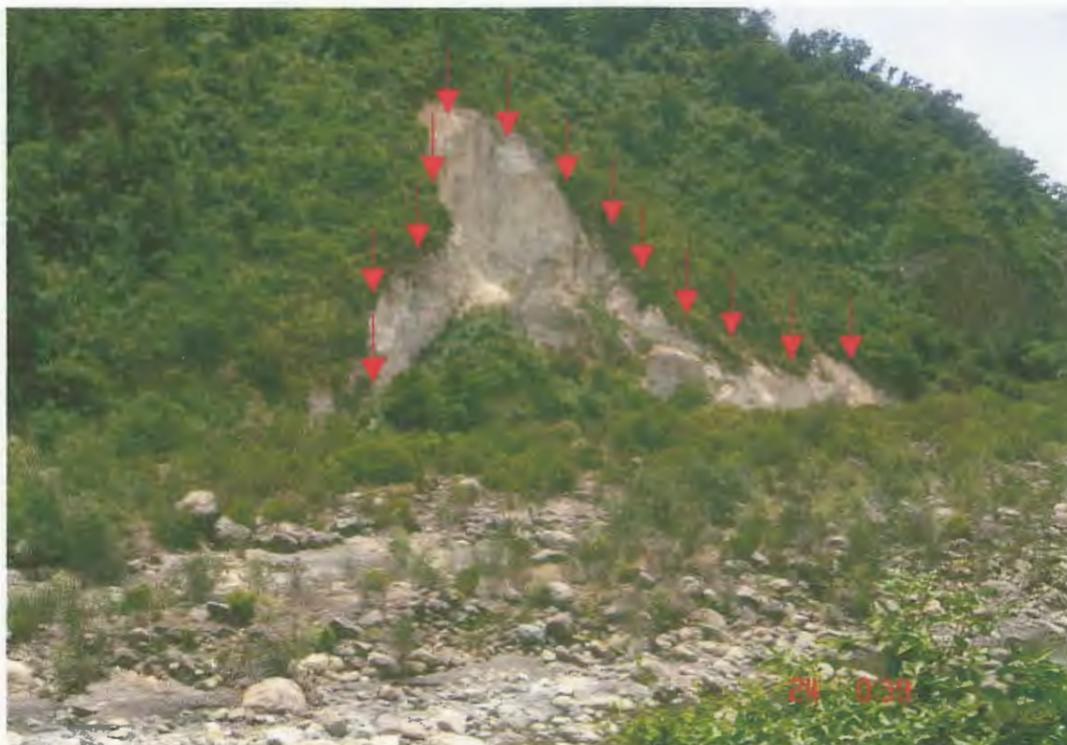
Zone n°5 :

Fig (VI-13) : Photo illustrant des chutes des blocs triasiques au niveau d'oued Djendjen.

VI.5.5 -Les zones à probabilité de risque à Tabellout :

D'après la carte des risques et la carte géologique de TAMEZGUIDA nous avons observé les zones probable a risque qui suit :

Zone 6 :

C'est une zone caractérisée par des formations métamorphiques de pente supérieure à 35%, avec des chevelus hydrographiques de direction vers Tabellout, ces roches sont altérées avec la réaction en eau ce qui provoque le glissement de ces roches vers le futur barrage deTabelout.

Zone 7-8 :

Sont des zones à probabilités de risque, elles sont caractérisées par des éboulis, avec des chevelus hydrographiques de pente de 25-30% jusqu'à >35%.

Zone 9 :

Constituer essentiellement par des roches triasiques caractérisées par des réactions avec les eaux de l'oued djendjen, et des chevelus hydrographiques de pente de 30-35%, ce qui donne des chutes de blocs triasiques ou (ce qu'on appelle l'écroulement).

VI.6- Conclusion :

Cette étude concerne en particulier l'identification d'un mouvement effectif de terrains , mais elle peut être appliquée à l'étude de la stabilité d'un versant avant l'apparition de tout mouvement (bien sûr en dehors du repérage géométrique de la surface de glissement ou de mouvement en général) pour éviter tout désordre pouvant résulter au cours ou après la construction et posant alors des problèmes .Dans notre travail, on a essayé de donner une idée générale sur les causes des instabilités (comme les causes hydrologiques ,les causes liées à la nature géologique et la topographie de la zone étudiée).

CONCLUSION

GENERALE

A travers l'étude géologique nous avons pu observé et mettre en relief la variété des formations qui affleurent dans la zone étudiée.

L'étude des caractéristiques géomorphologiques a permis à son tour de connaître les différents paramètres du sous bassin, nous retenons à travers ce chapitre la forme allongée du sous bassin, des grandes et brusques variations de pentes et surtout le chevelu hydrographique très développé qui rend aisé et très développé l'écoulement en cette partie du grand bassin de l'oued djendjen.

Le traitement de la partie climatologique par les précipitations sous toutes leur forme (solide et liquide) à permis de son côté de mettre à jour les grandes richesses hydriques que recèle la région. Nous avons entre autre montré l'irrégularité des précipitations. Nous posons à travers ce chapitre avoir bien mis en relief l'un des facteurs essentielles de tout mouvement ou glissement de terrain.

La partie hydrologique et hydrogéologique que nous n'avons pas assez développé dans notre travail a elle aussi son importance car c'est à partir de l'hydrologie que nous avons pu estimer les quantités (ou volume) d'eau écoulés aux environs de Tabellout.

Nous avons par le biais de notre traitement hydrogéologique expliqué comment finalement les systèmes aquifères en cette partie du grand bassin de l'oued djendjen.

Encore une fois nous espérons avoir mis en relief les grandes quantités d'eau écoulées qui constituent comme on l'a mentionné auparavant un facteur essentiel d'instabilité et aussi de transport (de fins en particulier) donc d'envasement du futur barrage. Les eaux superficielles écoulées se perdent parfois à travers les grandes fissures ou failles et viennent donc alimenter le système aquifère définis dans la partie hydrogéologique.

Atravers l'esquisse on carte de zonation des risques nous estimons aussi délimité et localisé les zones où il peut y avoir risque de glissement ou d'écroulement...

Comme nous l'avons mentionné antérieurement, dresser une carte à risque demande beaucoup plus de moyenne que ceux dont nous disposons.

Nous conseillons vivement que cette même carte soit revue et corrigée et complétée, car il y va de la stabilité du futur barrage qu'on compte construire à Tabellout.

Bibliographie

- [1] : **Bouillin.J. P (1977)** : Géologie Alpine de la petite Kabylie dans la région de Collo et d'Elmilia (algerie), thèse de doctorat, uni. P. et M. curie.
- [2] : **Bouillin.J. P (1970)** : Définition d'un flysch massylien et d'un flysch mauritanien au sein des flyschs allochtones de l'Algérie, thèse de doctorat, C.R.A code. SC. Paris.
- [3]:**Boukhiout. F, Bouchemella.W(2006)** : Contribution à l'étude hydrogéologique et géotechnique du Barrage Kissir (jijel), Mémoire de fin d'étude, université de jijel.
- [4]: **Boumala.D, Babouri.S (2003)** : Contribution à l'étude hydrogéologique du bassin versant de l'Oued Kissir – Jijel, Mémoire de fin d'étude, université de constantine.
- [5]:**Coeffait.Ph.A(1992)** :Un bassin poste nappe dans son cadre structural l'exemple du bassin de Constantine (Algerie oriental).Thèse science Nancy I .
- [6] : **Djellit et Andreux (1989)** : Structure de la petite Kabylie occidentale (Algerie) flyschs ultra et flyschs externes c.R.A cad . sci . Paris
- [7]: **Delga.D (1955)** : Etude géologique de l'ouest de la chaîne numidique, Thèse doc, N24.
- [8]: **Delga.D (1977)** : Mis en point sur la structure du nord et de la Berberie. Publ .Serv .carte géologique Algérie .Ne .Alger.
- [9]: **Lahondere .J.C (1987)** : Datation des grés numidien d'Algérie orientale conséquences structurales C: R .A code SC. Paris.
- [10]: **Lebourg.T (2000)** : Analyse géologique et mécanique de glissement de terrain dans des moraines des Pyrénées centrales et occidentale (France),thèse de doctorat université de Bordeaux.(France).
- [11]: **Philipponnat .G, Bertrand .H (2003)** : Fondations et ouvrages en terre, (édition EYROLLES).
- [12] : **Raoult.J.F (1974)** : Géologie du centre de la chaîne numidique (nord Constantinois, Algérie), Thèse .sc. Paris Men. Soc. Géol. fr. ns. I. III . Men. N° .21 Paris.
- [13] : **Raoult.J.F (1969)** : Relation enter la dorsale Kabyle et les flyschs sur la transversale de Dj. Ghdeir, phases tangentielles éocène, paléogéographique (nord Constantinois, Algérie) Bull. Soc .fr . Paris.
- [14] : **Remeneras. G(1999)** :L'hydrogéologie de l'ingénieure,(édition EYROLLES).
- [15] : **Tekkouk .M (1983)** : Etude hydrogéologique de la plaine Alluviale de l'Oued Djen jen (Jijel), Mémoire de fin d'étude, université de Constantine.
- [16] : **Tekkouk .M (2005)** : Etude de la pollution par les sulfates des eaux du bassin versant de oued Djendjen ,Thèse de magister, université de Constantine
- [17] : **Terki.T, Later.L(1998)** :Contribution a l'étude hydrogéologique et Modelisation de la plaine de Oued Djendjen wilaya de Jijel, Mémoire de fin d'étude, université de Constantine.
- [18] : **Vila.J.M (1980)** : La Chaîne Alpine d'Algérie orientale et des confins Algero-Tunisiens, thèse de doctorat d'état, université P. et M. Curie (Paris)