

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى - جيجل -

Université Mohamed Seddik Benyahia -Jijel



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences de la Terre et de l'Univers

كلية علوم الطبيعة و الحياة

قسم علوم الأرض و الكون

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : Master Académique en Géologie

Option : Génie Géologique

Thème

Approche SIG et cartographie des zones à risques de glissement : cas de la commune de Taher – JIJEL

Membres de Jury

Président : A. Baghdad

Examineur : H. Kebeb

Encadrant : N. Hamadou

Présenté par :

AMIRA Saida

BOUDANOUF Habiba

Année Universitaire 2016-2017

Numéro d'ordre (bibliothèque) :

Remerciements

Nous tenons à remercier tout d'abord ALLAH le tout puissant qui nous a donné la force, la volonté et le courage

Pour accomplir ce modeste travail.

Nous remercions nos très chers parents pour leurs soutiens

Et leurs patiences.

Nous remercions en particulier notre encadrant M : HAMADOU NOUREDINE pour toute l'aide qu'il n'a cessé de nous prodiguer jusqu'à l'achèvement de ce mémoire de fin d'étude.

Nos remerciements s'adressent aussi aux membres de jury, pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail et pour avoir accepté de le juger

Nous remercions également:

Tous les enseignants du département des Sciences de la Terre de l'Université de Jijel.

Monsieur Rouikha .Y pour leur aide et leur compréhension.

Toute personne ayant aidé de près ou de loin à la réalisation de ce travail

À tous nos amies et collègues de notre promotion Master II 2017.

- Merci enfin à tous ceux qui ont lu et liront ce mémoire...



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :
Ceux qui m'ont encouragé dans ma vie et qui
m'ont
donné tant d'amour,
La lumière de mes yeux:
Ma mère (djazia)
A mes soeurs : fatiha , souaad
et sa famille surtout djamal, fath et samira.
A toute ma grande famille.
A tous mes amis de promotion et surtout
: habiba, khadiga,
A tous mes amis de l'université sans exception.
A tous ceux que j'aime et que m'aiment



Saida





Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A celui qui m'a donné vie et qui m'a apporté sans cesse, mon exemple de la vie mon père MAHFOUD.

A Ma très chère mère, TAWASSE, ma première enseignante, qui m'a soutenu toujours par son amour, sa compréhension et son encouragement, qu'elle trouve ici l'expression de ma vive reconnaissance.

A Mes très chères soeurs : Sara , liala , farida .

Mes Frères : nasser ,Ayeche , ghano moloude , nouradine , hicheme .

Toute les personnes j'aime surtout Mohcine , jijé , arwa .

A tout les membres de la famille petits et grands.

A tous mes amis de promotion et surtout :saïda ,khadija, fodile.



HABIBA



Sommaire

Remerciement	
Dédicace	
Sommaire	
Liste de tableaux	
Liste de figures	
Liste des photos	
Introduction générale	1
<i>Chapitre I : analyse du milieu physique</i>	
I.1.Présentation de la région	3
I.2. Site et situation géographique de la commune Taher	3
I.3. Relief et pente	4
I.3.1. Relief	4
I.3.2. Pente	5
I.4.La végétation :	6
I.5. Cadre socio-économique	7
<i>Chapitre II : contexte géologique</i>	
II. Description géologique et lithologique	9
II.1. géologie régionale	9
II.2. Lithostratigraphie du bassin	9
II.2.1. Dépôts détritiques du Quaternaire.....	9
II.2.2. Les dépôts Post-nappes	9
II.2.2.1.Dépôts conglomératiques du Pliocène	9
II.2.2.2 Marnes bleues du Miocène	10
II.3.Substratum des dépôts Post-nappes	10
II.3.1. Olistostrome de l'Oligo-Miocène (OMK)	10
II.3.1.1. Le flysch Numidien	10
II.3.1.2. Le flysch mauritanien	10
II.3.1.3. Le flysch massylien	11
II.3.2 Socle kabyle	11
II.4. géologie locale	13
II.4.1.Classification lithologique de la zone étudiée	14
II.5.Conclusion	14

Chapitre III : Etude hydro-climatologique

III.1.Introduction	15
III.1.1.les caractéristiques climatiques	15
III.1.1.1.La pluviométrie	15
III.1.1.2.Température	16
III.1.1.3.Bilan hydrologique selon la méthode de Thornthwaite	17
III.1.1.3.1.Calcul de l'évapotranspiration potentielle (ETP)	18
III.1.1.3.2.Calcul de l'évapotranspiration réelle (ETR) station de Ferhat Abbas (1988-2007)	18
III.1.1.3.3.Estimation du ruissellement	18
III.1.1.3.4.Calcul de l'infiltration(I)	18
III.2.Hydrologie	21

Chapitre IV : méthodologie de travail et cartographie

IV.1. Introduction	22
IV.2.l'information géographique	22
IV.3.les composantes de l'information géographique	22
IV.4. le système d'information géographique (SIG)	23
IV.5.Aperçu historique	23
IV.6. Approche et logiciel utilisé	23
IV.6.1. Logiciels utilisés	23
IV.6.2. Organigramme et méthodes mises en œuvre	23
IV.7.Méthode d'analyse.....	26
IV.7.1.Les paramètres aléas glissement de terrain	26
IV.7.1.1facteur pente	26
IV.7.1.2. Facteur lithologie	28
IV.7.1.3.Facteur occupation de sol	31
IV.8.Cartographie de degré de vulnérabilité glissement terrain	33
IV.8.1.Combinaison pente –lithologie	33
IV.8.2.Combinaison (pente –lithologie) occupations des sols	35
IV.8.3.Carte de risque de la commune de Taher	37

Chapitre V : validation des résultats

V.1.Introduction	41
V.2.Les indices d'instabilité ressentis dans la zone en question	41
V.2. 1.Les indices d'instabilité du glissement de terrain à la cite 200 logts à ouled soussi commune de taher	42
V.2.2.Glisement du terrain cité Boukaabour (Taher)	43
V.2.3.Les indices d'instabilité du glissement de terrain de la zone Tassift.	44
V.3.Conclusion	44
V.4. Présentation de glissement terrain (cite 200 logts à ouled soussi commune de taher)	45

V.4.1.Introduction	45
V.4.2.La localisation et la situation de glissement de terrain	45
V.5.Description de glissement terrain (cite 200 logts à Ouled Souissi commune deTaher) ...	46
V.5.1. Profil de glissement terrain en question	46
V.5.2. Description lithologique de glissement terrain (cite 200 logts)	47
V.6.Étude géotechnique de glissement cite 200 logts à Ouled Souissi commune de Taher	48
V.6.1.Introduction	48
V.6.2.Les essais de laboratoire	48
V.6.2.1.Résultats des essais d'identification	48
V.6.2.2.Description et mesure des propriétés physiques des sols	48
V.6.2.3. Les limite d'Atterberg.....	49
V.6.2.4.Les Analyses chimiques	52
V.6.3. Conclusion	53
V.7.Étude géophysique de glissement terrain cite 200 logts à ouled soussi commune de Taher	53
V.7.1.Introduction 5.....	3
V.7.2.Interprétation des résultats des traînés électriques = tomographie (reconnaissance géophysique = méthode de Résistivité)	54
V.7.2. 1.Etude géophysique de sub-surface à l'aide de la tomographie électrique (imagerie électrique) du site commun taher	54
V.7.2.2.Interprétation des images tomographiques	55
V.7.3.Conclusion	58
<i>Chapitre VI : Calcule de stabilité et confortement</i>	
VII.1.Introduction	59
VI.1.1.Méthodes de calcul	59
VI .1.1.1.Méthode des tranches de Fellenius (suédoise)	59
VI.1.2 . Calcule de stabilité par le logiciel (GEO-SLOPE)	61
VI.2.Conclusion	63
VI.3. Confortement et remèdes	63
VI.3.1.Les différents travaux de confortement	63
VI.3.1.1. Les techniques de drainage	63
VI.3.1.2. Reprofilage (Talutage)	65
VI.3.1.3.Butée du pied	65
VI.3.1.4. Le reboisement.....	65
VI.3.1.5. Elimination de surcharge	66
VI.4.Conclusion	66
Conclusion générale.....	67
Bibliographie	

Liste des tableaux

Tableau 1	. Répartition de la population et la densité 2008 de la zone d'étude
Tableau 2	Répartition des réseaux routiers et cadre bâtis ; commue de Taher
Tableau 3	Classification des formations lithologiques
Tableau 4	.Précipitation moyennes mensuelles station - Aéroport Ferhat Abbas (1988-2007) (A.N.R.H)
Tableau 5	température maximal en c° (1988-2007) station aéroport Ferhat Abbas (A.N.R.H).
Tableau 6	bilan hydrologique station Ferhat Abbas (1988-2007)
Tableau 7	Répartition surfacique des pentes dans la zone étude
Tableau 8	Classe des pentes et indices attribués
Tableau 9	Classes de friabilité des sols et indices attribué (carte lithologie)
Tableau 10	Classe de dureté des roches et indices attribués
Tableau 11	.Répartition surfacique, codification et vulnérabilité occupation des sols.
Tableau 12	Règle de décision du potentiel de glissement
Tableau 13	Règle de décision du risque glissement avec union (pente -lithologie)- occupation de sol)
Tableau 14	Répartition surfacique de la contrainte union (pente -lithologie)- occupation de sol
Tableau 15	Répartition surfacique des casses de vulnérabilité et cadre bâtis exposé aux risques de la zone d'étude.
Tableau 16	les coordonnées UTM
Tableau 17	Caractéristiques de profil défavorable de glissement terrain)
Tableau 18	Surface du glissement terrain

Liste des tableaux

Tableau 19	Résultats des sondages carottés (L.G.G Sétif, 2012)
Tableau 20	Caractéristiques géotechniques des formations lithologiques
Tableau 21	. Paramètres d'identification de La teneur en eau.
Tableau 22	Valeurs des paramètres physiques mesurés par L.G.G Sétif (2012)
Tableau 23	. Valeurs des limites d'Atterberg L.G.G Sétif (2012)
Tableau 24	Résultats des analyses chimiques (L.G.G Sétif, 2012).
Tableau 25	Valeurs de coefficient de sécurité FS données en fonction l'importance de l'ouvrage
Tableau 26	Caractéristiques géotechniques des formations lithologiques

Liste des figures

- **Fig N°(01)** : Carte de localisation commune de Taher
- **Fig N°(02)** : Model numérique de la terre MNT commune de Taher
- **Fig N°(03)** : Carte pente commune de Taher
- **Fig N°(04)** : Carte d'occupation du sol
- **Fig N°(05)** : Carte infrastructure commune de Taher
- **Fig N°(06)** Limite du bassin Néogène de Jijel.
- **Fig N° (07)** : Esquisse géologique de l'extrémité de la Petite Kabylie (Andrieux et Djellit, 1989) légèrement modifiée
- **Fig N° (08)** : Colonne litho stratigraphique synthétique du remplissage du bassin néogène de Jijel établie A partir des descriptions de Durand Delga, (1955) et Djellit (1987)

- **Fig N°(09)** : Carte lithologique de la commune de Taher
- **Fig N°(10)**. Carte de la précipitation annuelle dans la wilaya de Jijel (ANRH, 1996)
- **Fig N° (11)** Distributions des précipitations moyennes mensuelles en mm (1988-2007)
- **Fig N°(12)** Courbe de la température maximale et minimale (1988-2007) en (mm) Station Ferhat Abbas
- **Fig N°(13)** : Représentation graphique du bilan hydrologique station Ferhat Abbas
- **Fig N°(14)** Carte de réseau hydrographique
- **Fig N°(15)** : Organigramme et méthodologie de l'approche SIG
- **Fig N°(16)** : Carte des pentes
- **FigN°(17)** : Carte de vulnérabilité –Pente (la carte Topographie)
- **Fig N°(18)** : Carte des classes de la dureté.
- **Fig N°(19)** : Carte de Vulnérabilité lithologie Commune de Taher.
- **Fig N°(20)** Carte de l'occupation de sol (image satellitaire)
- **FigN°(21)** : carte de vulnérabilité –occupation des sols (image satellitaire)
- **Fig N°(22)** : Carte vulnérabilité pente lithologie
- **Fig N°(23)** : Carte de vulnérabilité glissement terrain
- **Fig N°(24)** : Carte de risque glissement terrain commune de Taher
- **Fig N°(25)** : Table attributaire et répartition surfacique de cadre bâtis exposé fort et très fort dans commune de Taher sur ARCGIS 10.2.1
- **fig. N°(26)** : Localisation des zones instables sur la carte de risque glissement terrain (zone de Taher
- **Fig N°(27)** Localisation du glissement du terrain cité Boukaabour dans la zone à vulnérabilité glissement de terrain élevé
- **Fig N°(28)** : Profil défavorable de glissement terrain en question sur Arc gis
- **Fig N°(29)** : Coupe lithologique au niveau de site 200 logts à Ouled soussi commune de taher (Y .Rouikha)
- **Fig N°(30)** : Schéma simplifie les phases constitutives des sols
- **Fig N°(31)** : Limites du retrait, de plasticité et de liquidité sur une échelle de teneur en eau
- **Fig N°(32)** Projection des couples (Wl,Ip) dans l'abaque de Casagrande.
- **Fig N°(33)** : Diagramme de Casagrande de classification des sols fin.
- **Fig N° (34)** Position des minéraux argileux les plus connus sur l'abaque de plasticité de Casagrande
- **fig. N°(35)** : . Carte de situation des profils (LGG Sétif, 2012)

Liste des figures

- **Fig N°(36)** Pseudo-section du profil N°01(LGG Sétif (2012)
- **Fig N°(37)** Pseudo-section du profil N°02 (LGG Sétif (2012)
- **Fig N°(38)** .Pseudo-section du profil N°03(LGG Sétif (2012)
- **Fig N°(39)** : Pseudo-section du profil N°04(LGG Sétif (2012)
- **Fig N°(40)** : schéma illustrant le découpage en tranches d'un talus G.philipponnat ; et H.Bertrand ; 2003).
- **Fig N (41)** : Forces agissant sur la tranche en (G.philipponnat ; et H.Bertrand ; 2003)
- **Fig N (42)** Cercle critique obtenu selon le profile en long de levé topographique.
- **Fig N (43)** : Exemple d'un drain subhorizontal.

Liste des photos

- **Photo N°(01)** : Dépôt anarchique des matériaux d'apport (remblais).
- **Photo N°(02)** : Fissures et des crevasses de 10 à 20 cm d'ouverture environ
- **Photo N°(03)** : fissures dans les constructions glissement de terrain à la cite 200 logts
- **Photo N°(04)** : ligne de rupture de glissement terrain
- **Photo N°(05)** : Inclinaison des arbres glissement de terrain à la cite 200 logts
- **Photo N°(06)** : fissures dans les constructions à citer Boukaabour -Taher
- **Photo N°(07)** : Inclinaison du mur soutènement à citer Boukaabour -Taher
- **Photo N°(08)** : Inclinaison des arbres de glissement de terrain
- **Photo N°(09)** : Fissure sur la construction de glissement de terrain
- **Photo N°(10)** .Arrachements du glissement de terrain
- **Photo N°(11)** : Localisation de glissement de terrain 200 logts à ouled soussi commune de Taher
- **Photo N°(012)** : Appareillage utilisé

Introduction Générale

Introduction générale

Les glissements de terrains sont très fréquents surtout au Nord-est d'Algérie. Chaque année, des stabilités causent des dommages importants aux infrastructures et aux ou particulier durant les périodes hivernales, les régions montagneuses et côtières subissent des mouvements de terrain actifs qui déplacent d'importants volumes de matériaux détritiques.

La gestion des projets d'urbanisation et de l'aménagement de territoire consiste à prendre en considération les effets et l'impact du risque glissement de terrain sur les travaux d'exécution.

La commune de Taher connaît une activité intense de l'aléa glissement. Le contexte géomorphologique, géologique et géotechnique de la zone d'étude rend ce territoire, particulièrement exposé aux phénomènes glissements de terrain de grande ampleur. Ce type d'instabilité est essentiellement observé dans les terrains meubles argile et marne.

Une étude géologique, hydro-climatologique, géophysique et géotechnique, est nécessaire avant toute implantation ou réalisation d'un projet.

Le développement des systèmes d'information géographique (S.I.G) a été particulièrement important dans le domaine de l'aménagement du territoire cette dernière décennie. L'utilisation de l'espace nécessite une étude pluridisciplinaire, c'est-à-dire un modèle des enjeux, des aléas, de la vulnérabilité, et enfin de la mesure du risque, tant que la société est fragile : elle manque de souplesse dans ses structures qui ne sont pas adaptées à l'imprévu, elle n'a pas de solutions techniques pour se protéger de tous les effets dommageables, et elle ne sait pas vraiment maîtriser l'occupation et l'exploitation de son espace.

Toute analyse des risques naturels doit être menée avec cette idée. La prévention des risques permet d'éviter des catastrophes, mais il y aura toujours des catastrophes puisque le risque nul n'existe pas et la connaissance est incertaine.

Le présent travail concerne l'application d'une nouvelle approche concernant l'utilisation de la méthode SIG pour la cartographie thématique nécessaire à la compilation des données de terrains, pour localisation les différents aléas et risques potentiels du mouvement de terrain dans notre région d'étude, ainsi que la localisation précise de certaines infrastructures et équipements.

Avec l'importance prise par les problèmes d'instabilités notamment de la zone en question, on a ainsi assisté à la mise en place de nombreux projets d'aménagement visant à constituer des Systèmes d'Information géographique (SIG) pour répondre aux besoins d'analyse et de suivi des phénomènes.

Le présent travail a pour but

- Détermination des éléments et paramètres indiquant la vulnérabilité du milieu.
- d'adopte les solutions techniques par l'application des S.I.G pour remédier le problème.

Ce travail facilitera sans doute la tâche aux aménagistes et géotechniciens dans la détermination des coefficients d'aménagements à partir de la cartographie spécifique que nous arrivons à faire dans ce mémoire.

Ainsi qu'une meilleure sélectivité de certaines données et de leurs sources, afin d'éviter de provoquer des risques liés à la négligence ou aux fausses données cartographiques de certains aléas.

Introduction générale

À cet effet la présente étude renferme les étapes suivantes :

Première chapitre est analyse de milieu physique.

Deuxième chapitre est l'analyse contexte géologique.

Troisième chapitre étude hydro- climatologique.

Première chapitre c'est méthodologie de travaille et cartographie.

Deuxième chapitre validation des résultats et étude géotechnique de la zone en

question

Troisième chapitre calcule de stabilité et étude géophysique glissement terrain

Chapitre I :
Analyse du milieu
physique

I.1. Présentation de la région

La commune de Taher (Fig.1) fait partie de wilaya de Jijel. Elle occupe une superficie de 56.86 km². Dont la population est estimée à 134839 habitants en 2000. La wilaya de Jijel se situe au Nord Est du pays, elle est limitée : au Nord par la mer méditerranée ; à l'Est par la wilaya de Skikda ; à l'Ouest par la wilaya de Bejaia ; au Sud par les Wilaya de Mila et Sétif.

I.2. Site et situation géographique de la commune Taher

La commune de Taher est située à 15 km à l'est de la ville de Jijel, dont sa population est de 77367 habitants depuis le dernier recensement (RPGH) de l'année 2008. Elle est limitée :

Au Nord par la mer Méditerranée ; au Sud Chahna Oudjana ; à l'Est par la commune de Chekfa et Chahna ; à l'Ouest par la commune Émir Abdel Kadar.

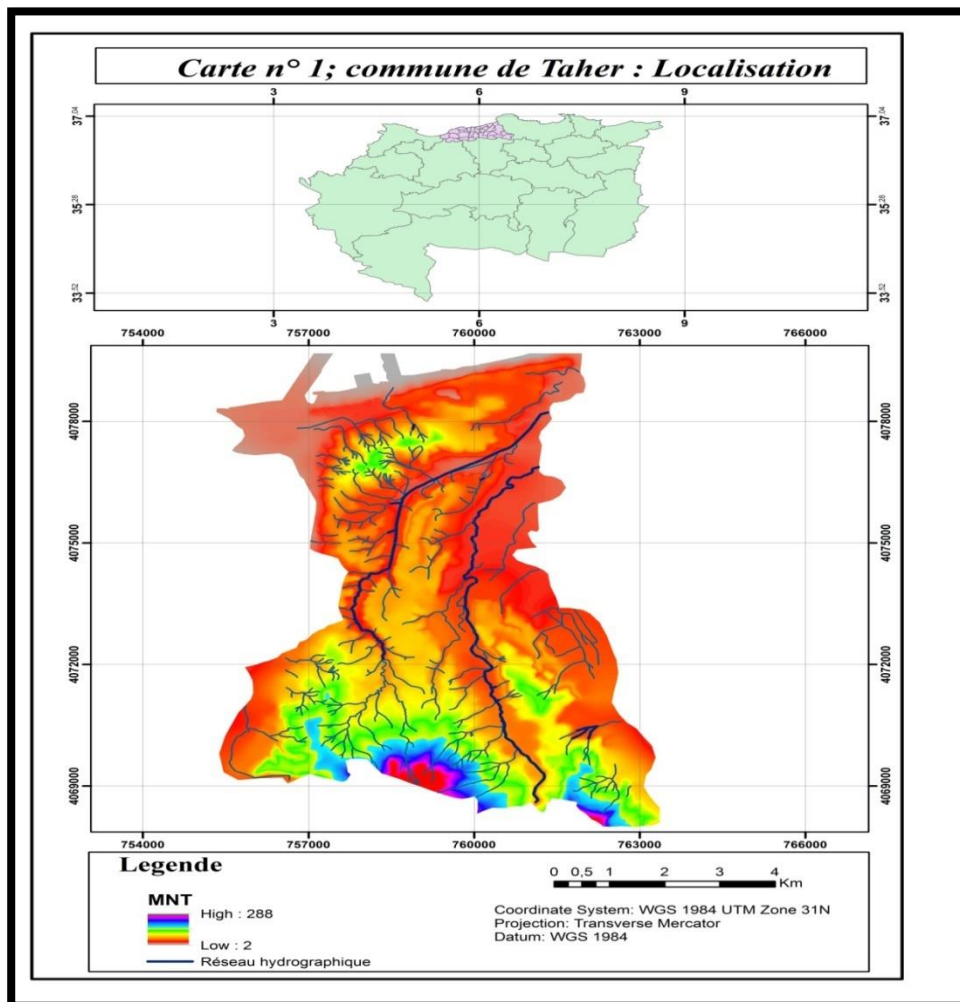


Fig.01. Carte de localisation commune de Taher

I.3. Relief et pente

I.3.1. Relief

La région de Taher est caractérisée par une morphologie assez faible et d'une altitude moyenne ne dépassant pas les 300 mètres.

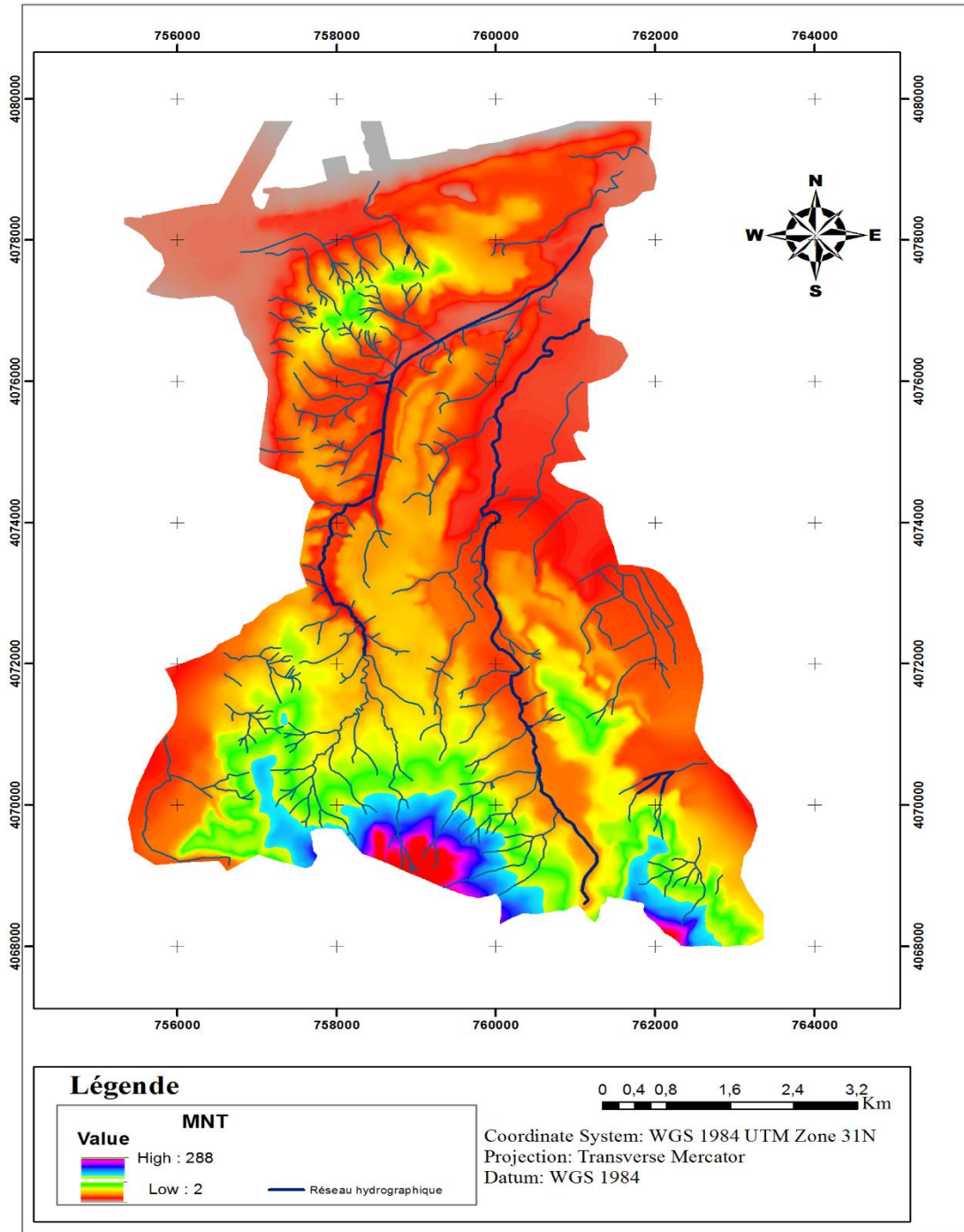


Fig.02. Model numérique de la Terrain (MNT) commune de Taher(carte topographie)

I.3.2. Pente

Les pentes représentent un élément important pour caractériser les aspects du relief. Elles sont aussi liées à la dynamique du milieu car, elles entrent en action comme facteurs jouant un rôle fondamental dans l'analyse morpho dynamique et l'explication de certaines formes de l'érosion et les mouvements de masse.

La carte des pentes a permis d'associer aux différents milieux les systèmes de pentes qui les caractérisent. A titre d'exemple, les argiles commencent à connaître des glissements à partir de 18 % de pente et des ravinements à partir de 25 %.(Amireche.H (2002).

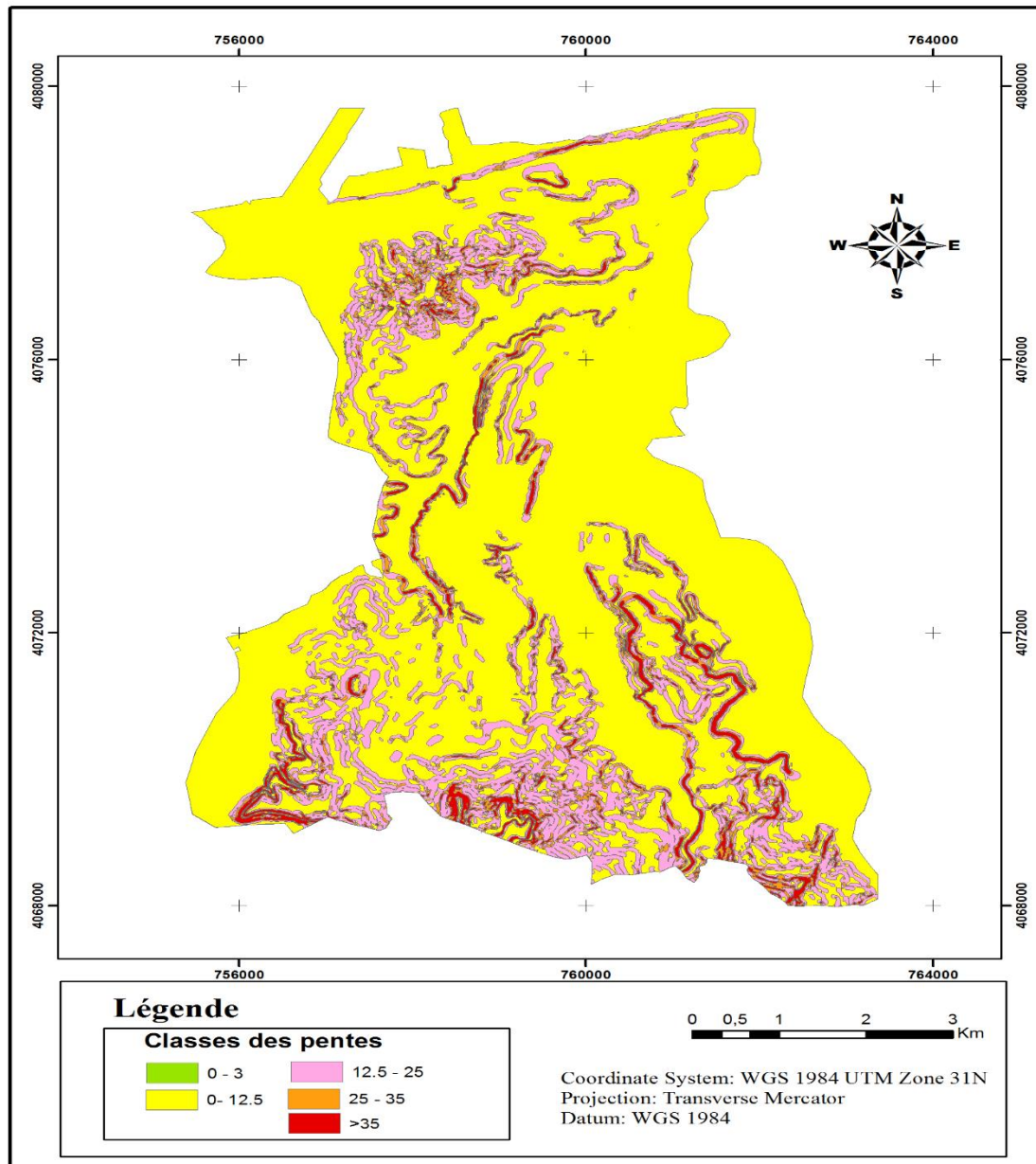


Fig.03. Carte des pentes commune de Taher (la carte de MNT)

Selon la carte des pentes (Fig.03), l'aire d'étude est caractérisée par une classe des pentes faibles (0 - 3%). La valeur de la pente est de toute évidence un des facteurs essentiels de l'instabilité ; c'est un des paramètres de calcul du coefficient de sécurité. C'est pourquoi beaucoup de travaux traitant de la dynamique de versants comportent une carte des pentes. La détermination des classes de pente varie d'un auteur à un autre, elle dépend d'abord des types de mouvements de masse.

I.4.La végétation

La région d'étude est caractérisée par une couverture assez faible ; elle est représentée par des arbres, maquis et maquis arboré de l'ordre de 7%, et caractérisé par des terrains agriculture environ de 21% de la surface total, donc notre zone est occupée par une végétation moyenne.

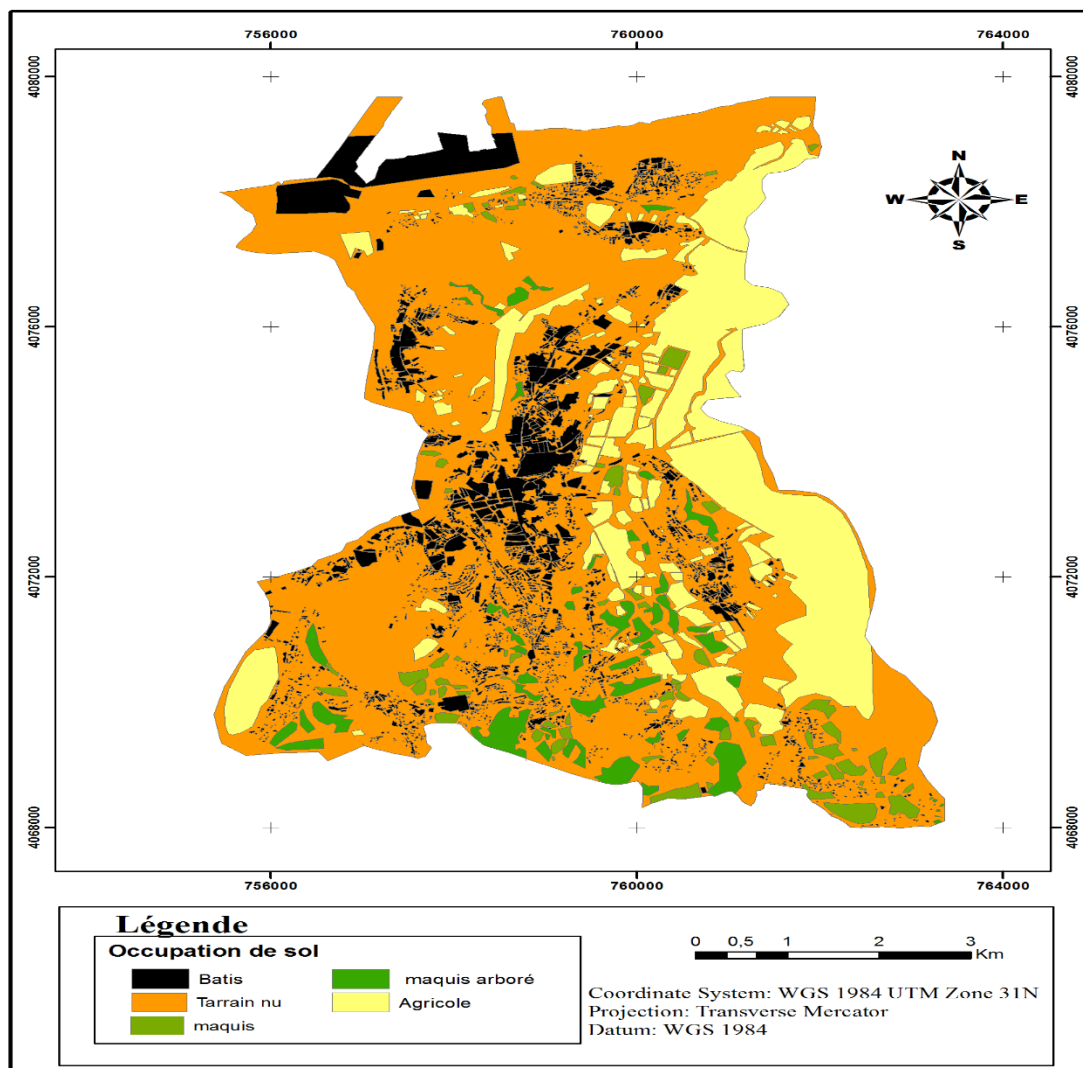


Fig.04. Carte d'occupation du sol (image satellitaire)

I.5. Cadre socio-économique

L'étude socio-économique a pour objet de déterminer les différents éléments démographiques, et les activités économiques et leurs impacts sur la dynamique de l'occupation des sols dans la zone étudiée.

➤ **La population**

Tableau. 01. Répartition de la population et la densité 2008 de la zone d'étude

commune	habitants 2008	Superficie Km ²	Densité Hab/km ²
Taher	77367	56.86	1361

Au dernier recensement général de la population et de l'Habitat (RGPH) du 31/12/2008 (tableau 01), la population de la commune de Taher est estimée à 77367 habitants, avec une densité de 1193 hab /km².

Tableau.02. Répartition des réseaux routiers et cadre bâtis ; commue de Taher

Commune	Route (km)	Bâtis (km ²)
Taher	229.05	6 ,06

L'examen de tableau (n°2) ci-dessus montre que :

- les routes occupent une longueur de 229.05 km;
- Le cadre bâti s'étale sur une superficie de l'ordre de 6.06 km². Ce dernier représente une mosaïque avec une concentration légèrement notamment au centre de la zone d'étudié.

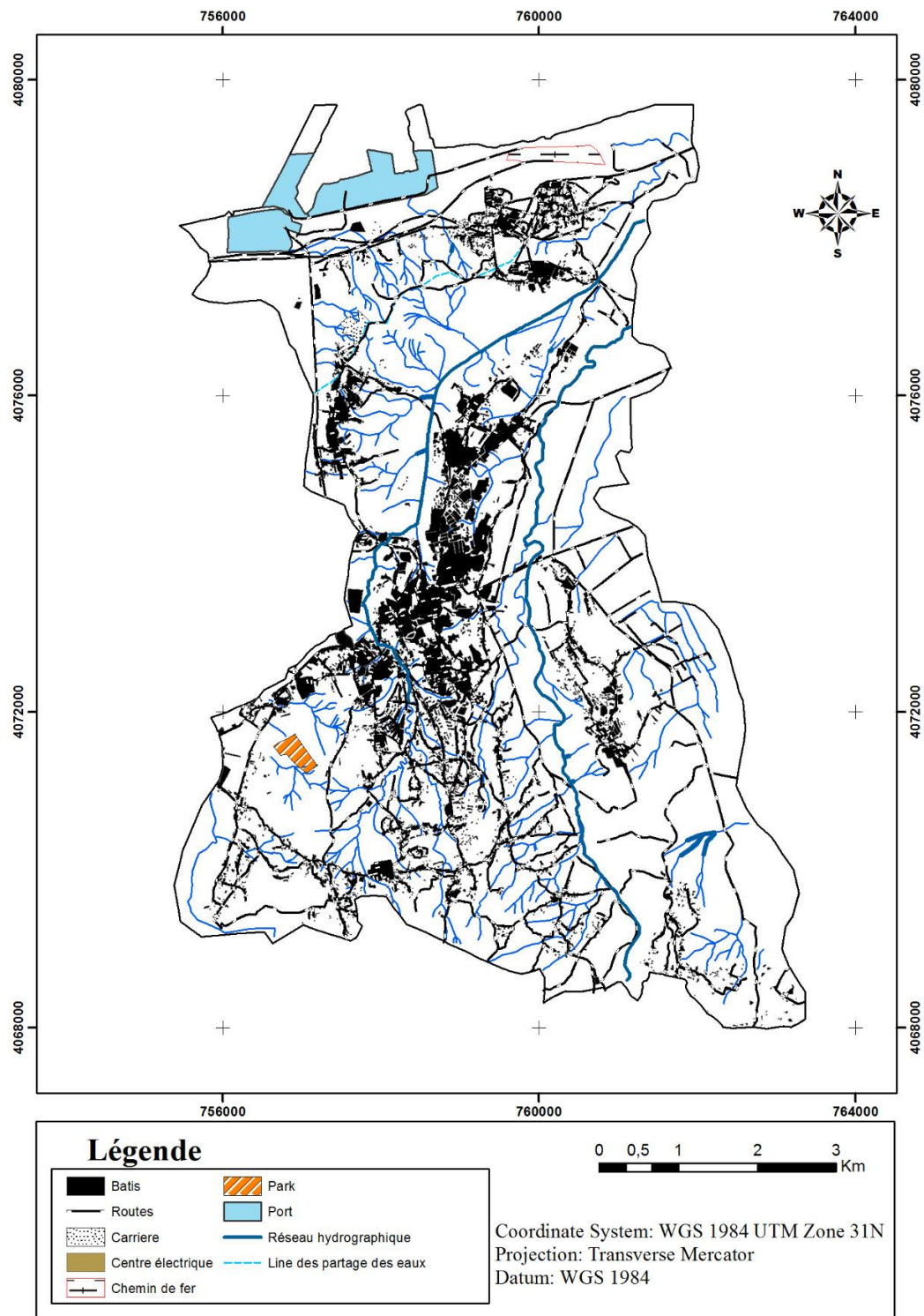


Fig. 05 .Carte d’infrastructure commune de Taher (image satellitaire)

Selon la figure (Fig.05) ci-dessus, on peut déduire que :
 - la totalité de la population et les activités économiques se trouvent concentrées en grande partie au centre de la commune de Taher.

Chapitre II :

Contexte géologique

II. Description géologique et lithologique

II.1. géologie régionale

Le site étudié fait partie du Bassin Néogène de Jijel qui est limité au Sud par l'arête montagneuse du massif de Béni-Khettab, à l'Est par l'arête montagneuse de Seddat, à l'Ouest par le massif volcanique d'El-Aouana, et au Nord par la mer Méditerranée (Fig.6).

Méditerranée (Fig.6).

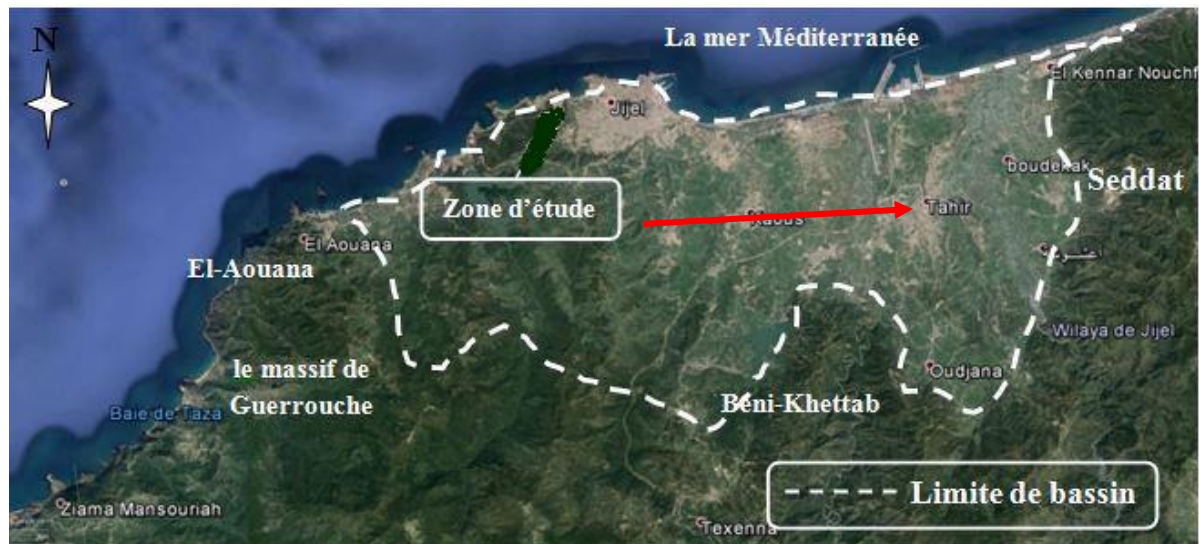


Fig.6. Limite du bassin Néogène de Jijel.

II.2. Lithostratigraphie du bassin

II.2.1. Dépôts détritiques du Quaternaire

Dans la région de Jijel, les formations quaternaires sont représentées par : les dépôts détritiques du Quaternaire sont principalement représentés par de :

- Des Calcaires coquillé (Jijel, Rabta, Oueld Bounar, Tassouste),
- Les alluvions récente constitué les terrasse sableux limoneuse des plane alluviale des grands oueds.
- Les terrasses anciennes sont constituées de dépôts détritiques essentiellement des galets, des graviers et des cailloux, à matrice sableuse, avec parfois des intrications limoneuses et argileuses.

II.2.2. Les dépôts Post-nappes

II.2.2.1. Dépôts conglomératiques du Pliocène

Ces formations sont constituées de dépôts continentaux détritiques avec des éléments hétérogènes (conglomérats, des microconglomérats, des graviers, des sables et des argiles sablo-limoneuses). Elles ont été datées du Pliocène (Durand Delga, 1955).

II.2.2.2 Marnes bleues du Miocène

Ces marnes bleues ou grises sont datées du Burdigalien inférieur (Durand Delga, 1955) ou Du Tortono-Messénien (Djellit, 1987). Elles montrent des intercalations de niveaux carbonatés jaunes ocre (miches calcaires) qui soulignent la stratification, avec parfois de minces lits gypseux. L'épaisseur de ces marnes peut aller jusqu'à 300 m (Durand Delga, 1955).

II.3. Substratum des dépôts Post-nappes

Le substratum englobe les formations du socle et sa couverture olistostromique représentée par les formations appartenant à l'Oligo-Miocène Kabyle.

II.3.1. Olistostrome de l'Oligo-Miocène (OMK)

D'âge aquitano-serravallien (Djellit 1987), cet olistostrome montre dans une matrice marneuse à passées gréseuses molassiques, des blocs ou olistolites de taille, d'âge et de nature variés. Ces derniers sont représentés par (Figure 07) :

- blocs de la série numidienne
- blocs de la série mauritanienne
- blocs du socle kabyle
- blocs non structurés sans schistosité et sans métamorphisme de la série massylienne.

L'olistostrome Oligo-Miocène Évolue, localement, vers le bas, à des conglomérats de l'Oligocène

II.3.1.1. Le flysch Numidien

Le flysch numidien dont l'âge est estimé à l'Aquitaniens-Burdigalien (Raymond, 1976). Ce flysch couvre une grande partie de la côte de la ville de Jijel, notamment, la région de Djebel Mezghitane et de Kissir. Il est également, bien représenté au Sud de Jijel (région de Djimla, Tamezguida) et à l'Est de Jijel (région de Chehna, Bouraoui Belhadef et El Milia).

Ce flysch comporte de bas en haut :

- Des Argiles colorées dites « argiles numidiennes » de teinte verte, rouge ou violacée à tubotomoculum d'âge Oligocène supérieur.
- Des grès numidiens en bancs épais, à grains hétérométriques, et à dragées de quartz datés Aquitaniens à Burdigalien inférieur (Durand Delga, 1955).
- Le sommet se termine par des silexites dont la partie supérieure atteint le Burdigalien basal (Lahonder, 1979).

II.3.1.2. Le flysch mauritanien

Ce terme a été proposé par Gelard (1969) du Néocomien au Lutétien, Ce flysch est présent sur la rive Est de Oued Kissir (Bouillin 1979). Il montre de bas en haut : - une alternance de marnes et de calcaires.

- une assise de bancs gréseux homométriques
- conglomérats.

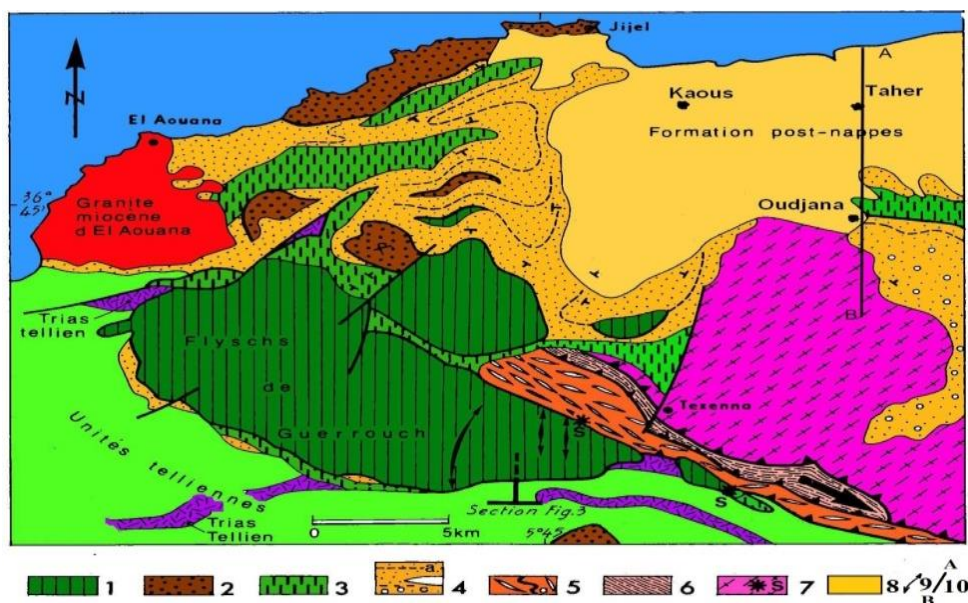


Fig. 07. Esquisse géologique de l'extrémité de la Petite Kabylie (Andrieux et Djellit, 1989).

Légende : Unité supra-kabyle : 1-nappe de Guerrouch ; 2-numidien ; 3-unité du flysch dissocié ;4-Oligo-miocène kabyle (a, stratification ;b, olistolite majeur).Unités infra-kabyle : 5-unité du Flyschs chisto-gréseux (a, Cénomano-Turonien) ; 6-unité volcano-sédimentaire (la flèche dans cette unité indique la direction de cisaillement) ; 7-socle kabyle (S, copeaux de socle à la base des unités supra-kabyles) ; 8- formation post-nappes
9-plis N-S dans la nappe de Guerrouch .

II.3.1.3. Le flysch massylien

Le terme flysch Massilien a été proposé par Raoult (1969), pour caractériser les formations détritiques schisto-quartzitiques. Ce flysch comporte une série allant du Néocomien, au Lutétien terminal et regroupe trois ensembles qui sont de bas en haut :

- Argile et grés quartzitiques, des grés légèrement calcaires, et localement des niveaux conglomératiques de l'Albo-aptien.
- Marnes et calcaires fins du Vraconien, des microbrèches et conglomérats de Cénomaniens inférieur et moyen, des calcaires fins noirâtres, auxquels sont associés des phytolites noires. Bancs calcaires à microfaune pélagique du Turonien-cénomaniens.

II.3.2 Socle kabyle

Le socle Kabyle est composé de deux grands ensembles (Delga D. 1955, Djellit H. 1987) :

- **Ensemble supérieur:** ils comportent de bas en haut :
 - Des schistes noirâtres qui surmontent, parfois, des conglomérats remaniant les formations sous-jacentes,
 - Des psammites rouges et vertes à graptolites,
 - Des grés calcaires à tentaculites,
 - Des calcaires à orthocères.

- **Ensemble inférieur:** constitué de gneiss fins parfois ocellés, à intercalation de marbres et d'amphibolites. Les termes de base de cet ensemble conservent des assemblages reliques du faciès des granulites (Djellit H. 1987).

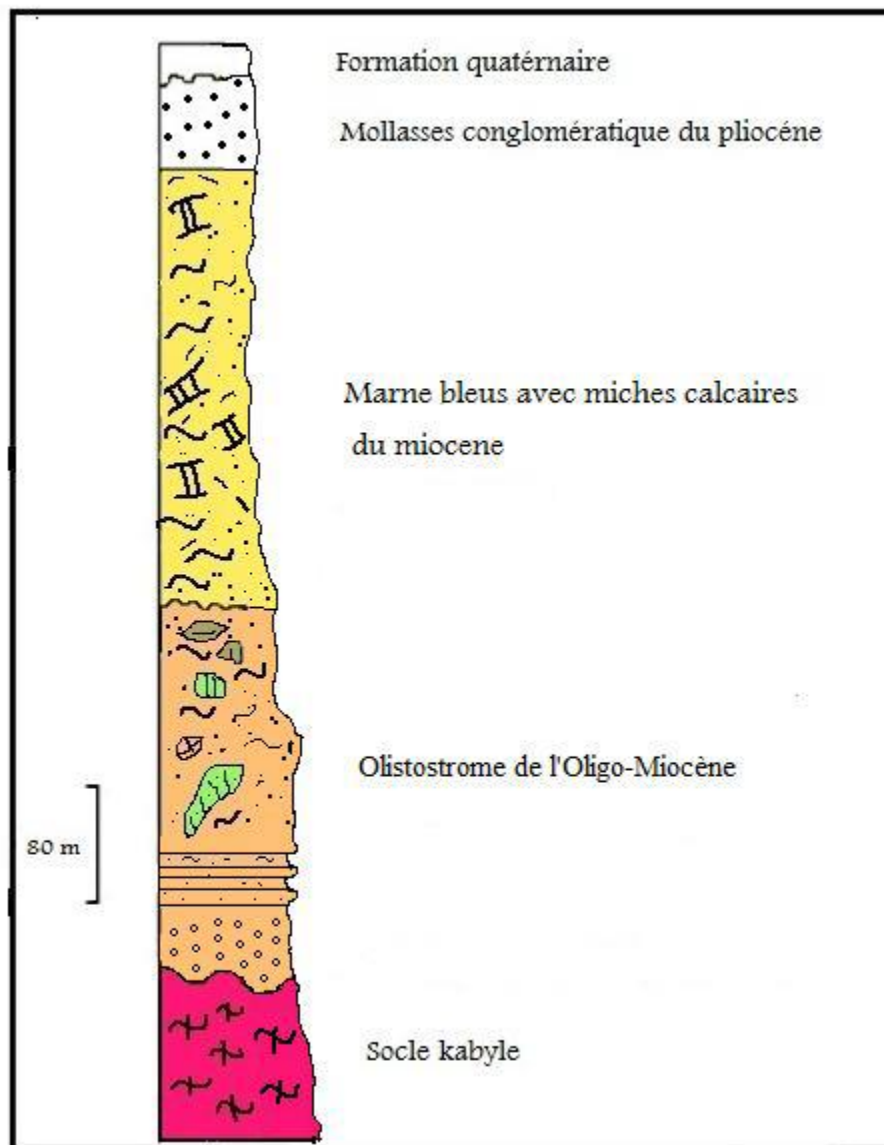


Figure.08. Colonne litho stratigraphique synthétique du remplissage du bassin néogène de Jijel établie à partir des descriptions de Durand Delga, (1955) et Djellit (1987)

II.2. géologie locale :

Dans la région de Taher (figure. 09), les différents termes lithologiques de cette région peuvent être résumés comme suit :

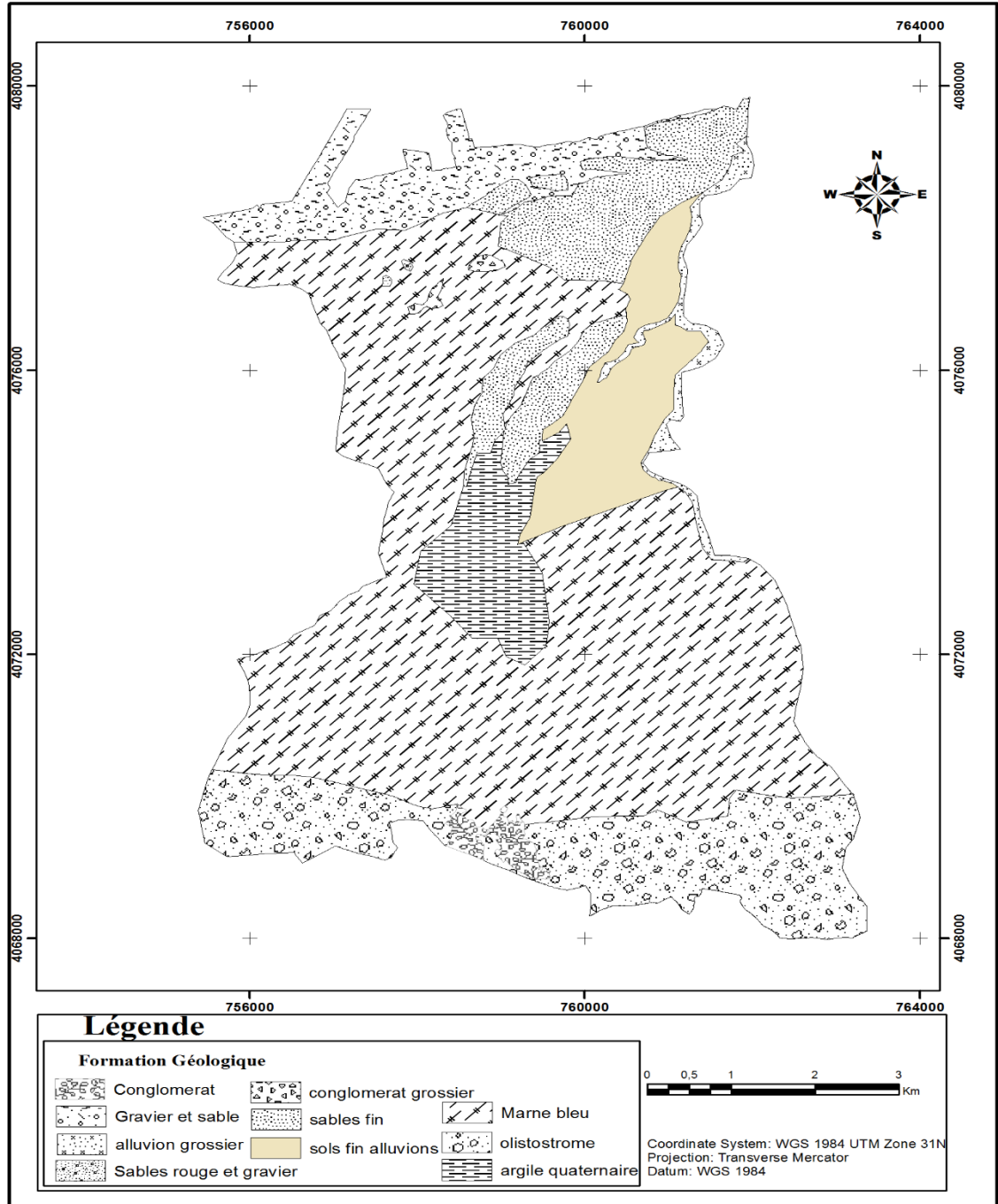


Fig.09 .Carte lithologique de la commune de Taher

Les différentes formations géologiques de la région de Taher, sont regroupés dans le tableau ce dessous (N°03).

II.2.2.Classification lithologique de la zone étudiée : Les matériaux géologiques se distingue en formations meubles (sable, argile, marne) ou en formations consolidées (grès, calcaires, dolomies...). L'application du logiciel Arc gis à permet de cité l'étendue des diverses zones (tableau 03) à érodibilité faible, moyenne et forte de différentes formations lithologiques de la commune de Taher.

Tableau .03 . Classification des formations lithologiques

Dureté	Roche résistante moyenne	Roche résistante faible	Roche meuble
Formation lithologique	-Sol fin alluvions sable fin -Alluvions grossier -Conglomérat -Gravier est sable -Sable rouge	mollasse	Marne bleu et argile
Sup (km²)	14.8	8.18	33.96
%	26.02	14.38	59.72
total	56.86		

a-Roche résistante moyenne : caractérisées pour l'essentielle par les formations de Sol fin alluvions sable fin alluvions grossier-conglomérat-gravier est sable -sable rouge s'étale sur une superficie de 14.8.km², soit 26.02.% de la zone étudié.

b- Roche faible : elles sont représentées dans la zone d'étude par les formations mollasse, avec une superficie de 8.18.km²

c- Roche meuble : elles sont représentées par les formations marne bleu et argile avec une superficie de 33.96km².

II.3.Conclusion

Le secteur d'études appartient à la partie occidentale du bassin Néogène de Jijel. Les formations dans ce secteur sont constituées par des marnes bleues Tortono-Messiniennes surmontées par des argiles limoneuses ou des limons argileux du quaternaire. Les paramètres géologiques (lithologie, structure), représentent un facteur important qui favorisent l'instabilité des versants.

Chapitre III : Etude hydroclimatologique

III.1.Introduction

L'eau joue un rôle important dans la déstabilisation des terrains de n'importe quelle nature, donc nous avons opté à une analyse de toutes les données pluviométrique.

Pour mieux caractérisé la zone d'étude, en mettant l'accent sur les quantités d'eau ruisselé, infiltrées dans le sol, et celles perdues par évapotranspiration.

La connaissance de tous ces facteurs sera en fin de compte résumé par bilan hydrographique.

III.1.1.les caractéristiques climatiques

L'étude des valeurs de précipitation et température des années (1988-2007) (ARNH) de station Aéroport Ferhat Abbas Permettra ayant affecté le climat de cette région.

III.1.1.1.La pluviométrie

L'aire d'étude qui se trouve dans un domaine climatique qui se caractérisé par un climat tempéré et humide par un été sec et chaude et hiver doux et humide avec des précipitations annelles variant entre 775.5 et 1194.5 mm/an.

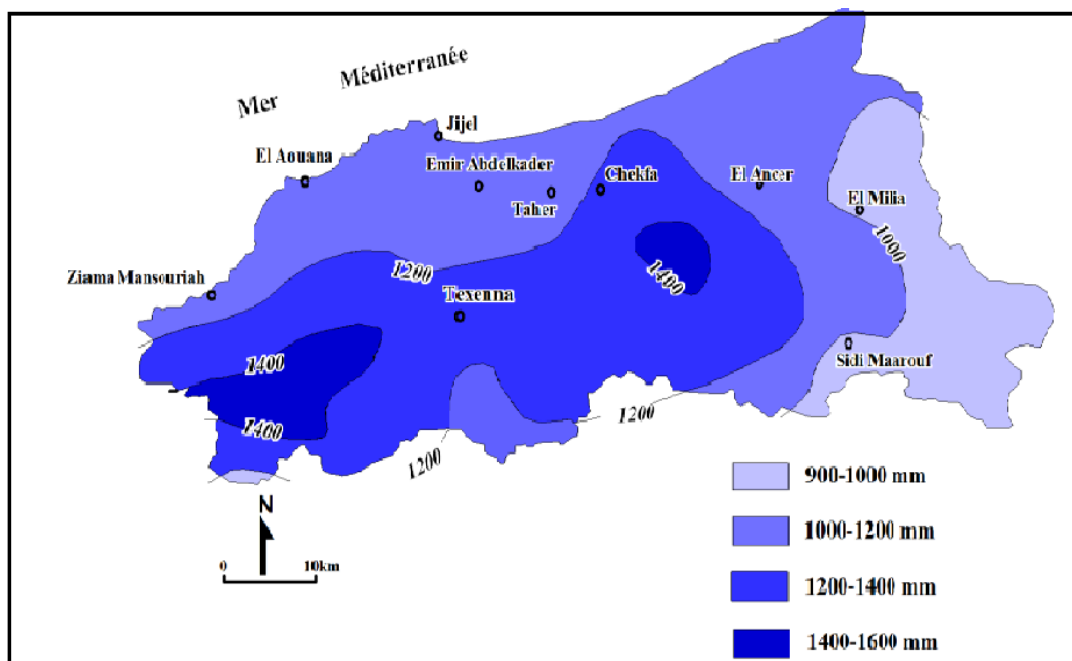


Fig.10. Carte de la précipitation annuelle dans la wilaya de Jijel (ANRH, 1996)

Tableau .04 .Précipitation moyennes mensuelles station - Aéroport Ferhat Abbas (1988-2007) (A.N.R.H)

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Av	Mai	Jui	Juil	Aou
P (mm)	59.6	83.3	154.3	204.6	133	107.3	76.9	88.4	47.6	14.5	3	12

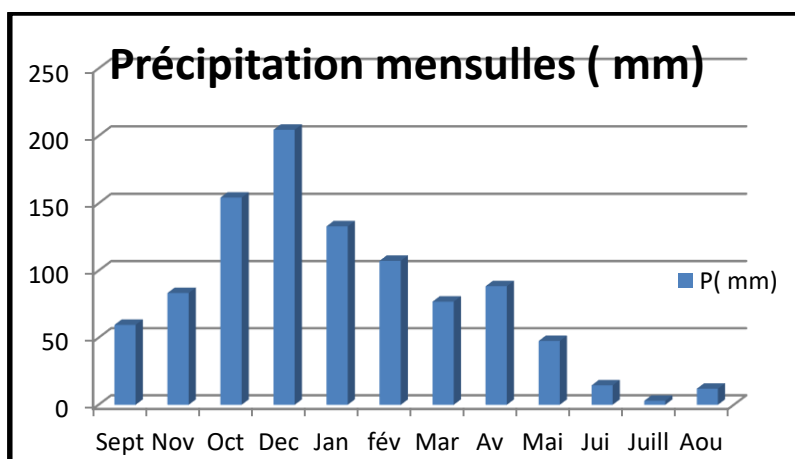


Fig.11. Distributions des précipitations moyennes mensuelles en mm (1988-2007)

Station Ferhat Abbas.

D'après le tableau des précipitations on remarque un maximum de pluie qui se situe au mois de décembre avec 204.6mm par contre le minimum de précipitation se situe au mois de juillet avec 3 mm alors qu'en septembre on constate une augmentation des pluies (premier pluie d'automne). la moyenne de précipitation enregistrées sur période de 19 ans est de 82.04 mm.

III.1.1.2. Température

La température constitue avec les précipitations l'élément majeur qui régit le climat d'une région.

Le tableau ci-dessous montre que la température moyenne

Annuelle est de l'ordre de 17.80°C avec les mois les plus chauds sont : Juin, Juillet, Aout avec un maximum de température enregistré au mois d'aout (31.3°C).

Tableau.05. température maximal en °C (1988-2007) station aéroport Ferhat Abbas (A.N.R.H).

Mois	m(C°)	M(C°)	(M+m)/2(C°)
Septembre	18.3	28.5	23.4
Octobre	16.1	25.6	20.85
Novembre	10.8	20.4	15.6
Décembre	8.1	17.1	12.6
Janvier	6.7	16.17	11.44
Février	6.5	16.3	11.4
Mars	8.1	18.31	13.21
Avril	9.6	19.9	14.75
Mai	12.9	23.3	18.1
Juin	16.5	27.5	22
Juillet	19	30	24.5
Aout	20.3	31.3	25.8
Année	12.74	23.47	17.80

- M = Température moyenne des minima du mois
- (M+m)/2 = Température moyenne du mois
- M = Température moyenne des maxima du mois

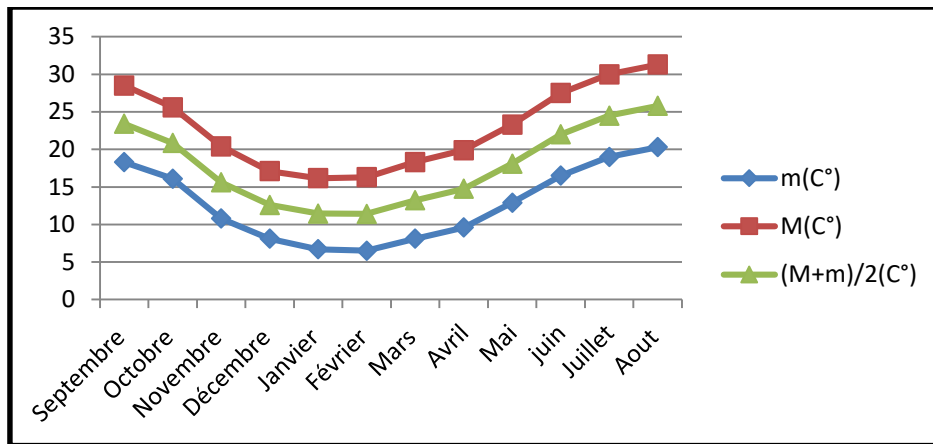


Fig. 12. Courbe de la température maximale et minimale (1988-2007) en (mm) Station Ferhat Abbas.

D’après ce tableau on constate que la température décroît de Septembre jusqu’à janvier et en suite elle augmente.

Aout est le mois le plus chaud avec une moyenne de **25.8°**

Février est le mois le plus froid avec une moyenne de **11.4°**

La moyenne mensuelle de la période de 19 ans est de **17.80°**

III.1.1.3. Bilan hydrologique selon la méthode de Thornthwaite :

III.1.1.3.1. Calcul de l’évapotranspiration potentielle (ETP) :

L’évapotranspiration potentielle (ETP) correspond à l’évapotranspiration d’une surface qui serait suffisamment approvisionnée en eau pour évaporer la quantité d’eau maximale permise par les conditions climatiques. A cet effet, Thornthwaite a établi une corrélation entre la température moyenne mensuelle et l’évapotranspiration potentielle mensuelle. la formule utilisée pour le calcul d’ETP selon Thornthwaite est donnée comme suit

$$ETP (mm) = 16 \left(10 \cdot \frac{\pi}{I} \right)^a$$

Avec : ETP : Evapotranspiration potentielle en mm.

T : Température moyenne mensuelle du mois considéré exprimé en C°.

I : Indice thermique annuel égale à la somme des indices mensuelle des 12 mois de l’année.

$$I = \sum_{i=1}^{12} i \text{ avec: } i = \left(\frac{T}{5} \right)^{1.514}$$

$$a=0.016.I +0.5$$

ETP= ETP.K avec : ETPC : Evapotranspiration potentielle mensuelle corrigée.

K : Coefficient de correction.

D'après les données de la station Aéroport Ferhat Abbas (1988-2007)

$$I=81.28$$

$$A =1.8$$

III.1.1.3.2.Calcul de l'évapotranspiration réelle (ETR) station de Ferhat Abbas (1988-2007)

-Si les précipitations du mois (P) sont supérieures à l'évapotranspiration potentielle on pose que $ETR= ETP$.La quantité d'eau reste (P-ETR) va alimenter la RFU jusqu' à son maximum (100mm) et si elle dépasse cette valeur il y aura un excès qui va partir soit sous forme d'infiltration efficace vers la nappe, soit sous la forme de ruissellement .

-Si les précipitation du mois (P) sont inférieures a l'évapotranspiration potentielle, la valeur de $ETR= P+RFU$, jusqu'à égalisation avec ETP ,Si la RFU est nulle , il va se produire un déficit agricole $Da= ETP-ETR$ ce dernier paramètre représente alors le besoin des cultures à l'irrigation .

C'est la quantité d'eau nécessaire à la transpiration non ralentie d'un tapis végétal couvrant entièrement et alimenté régulièrement en eau.

III.1.1.3.3.Estimation du ruissellement :

Station Ferhat Abbas (1988-20017) :

Selon Thornthwaite : Le ruissellement est exprimer par $R=\frac{p^3}{3.(ETP)^2}$

Avec : $p=984.50mm$

$ETPC=973.45mm$

$$R=\frac{(984.50)^3}{3.(973.54)^2}=335mm ; R\%=\frac{R(mm).100}{P} ; R\% =34\%$$

Donc le ruissellement représente 34% des précipitations.

III.1.1.3.4.Calcul de l'infiltration(I) :

.Station Aéroport Ferhat Abbas (1988-2007).

$$I= 511.68-335.66 = 176.02mm; I\% = \frac{176.02.100}{984.50} = 17.88\%$$

Donc l'infiltration représente 17.88% de précipitation

Tableau. 06 .bilan hydrologique station Ferhat Abbas (1988-2007)

Station d'aéroport Ferhat Abbas (1988-2007)													
Moi	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Tout annuel
P (mm)	59.6	83.3	154.3	204.6	133	107.3	76.9	88.4	47.6	14.5	3	12	970
ETPC (mm)	110.62	84.64	44.51	29.60	25.77	25.02	39.52	121.50	81.84	117.25	144.65	148.53	973.45
P-ETPC (mm)	-51.02	-1.34	109.79	175	107.23	82.28	37.38	-33.10	-34.24	-102.75	-141.65	-136.53	
RFU (mm)	0	0	100	100	100	100	100	66.90	32.66	0	0	0	
ETR (mm)	59.6	83.3	44.51	26.60	25.77	25.02	39.52	88.4	47.6	14.5	3	12	472082
DA (mm)	51.02	1.34	0	0	0	0	0	33.10	34.24	102.75	141.65	136.53	500.36
EX (mm)	0	0	109.79	175	107.23	82.28	37.38	0	0	0	0	0	511.68

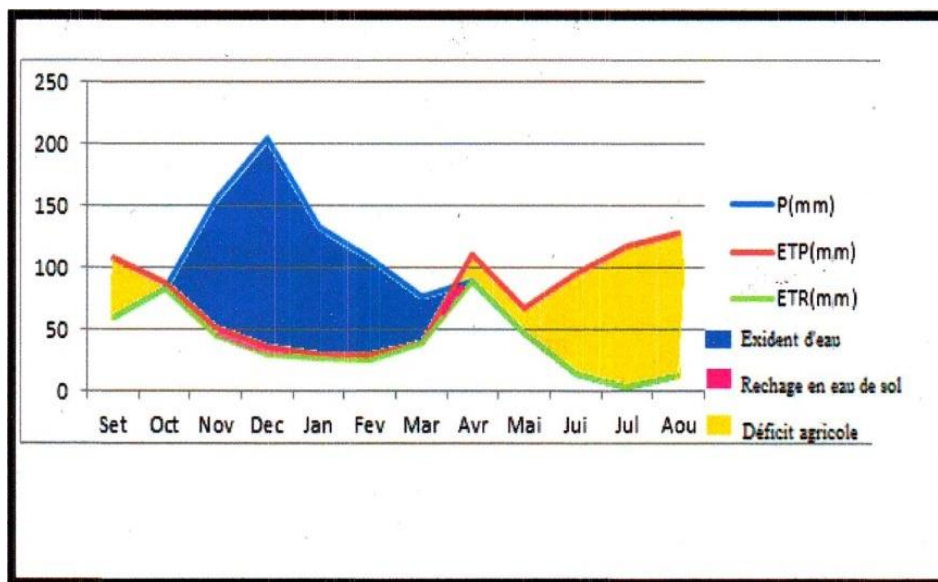


Fig.13 .Représentation graphique du bilan hydrologique station Ferhat Abbas

Interprétation du bilan hydrique :

L'observation des données résumées dans le tableau précédent (06), les résultats

Suivantes :

Les précipitations atteignent leur maximum leur au mois de décembre (204.6mm) station Ferhat Abbas, période durant laquelle l'évapotranspiration potentielle (ETP) atteint son minimum au mois de février (25.02mm) station Ferhat Abbas.

L'évapotranspiration potentielle (ETP) atteint son maximum (148.53) au mois d'aout station Ferhat Abbas.

La quantité importante des précipitations joue un rôle important dans l'accélération des mouvements de terrain.

L'infiltration est très importante .elle est de l'ordre 176mm (station Ferhat Abbas) d'où l'importance de son rôle dans l'instabilité de la zone étudiée. Que ce soit par l'alimentation des nappes ou par gonflement des sols fins imperméables .on n'oublie pas le rôle du ruissellement, surtout en cas de forte crue.

Les facteurs hydrologique et jouent un rôle important dans la dynamique des zones instables de la région d'étude.

III.2.Hydrologie

La densité de drainage, introduite par Horton, et la longueur totale du réseau hydrographique par unité de surface du bassin versant et $0.37\text{km}/\text{km}^2$ donc la zone d'étude caractérisé par une faible densité.

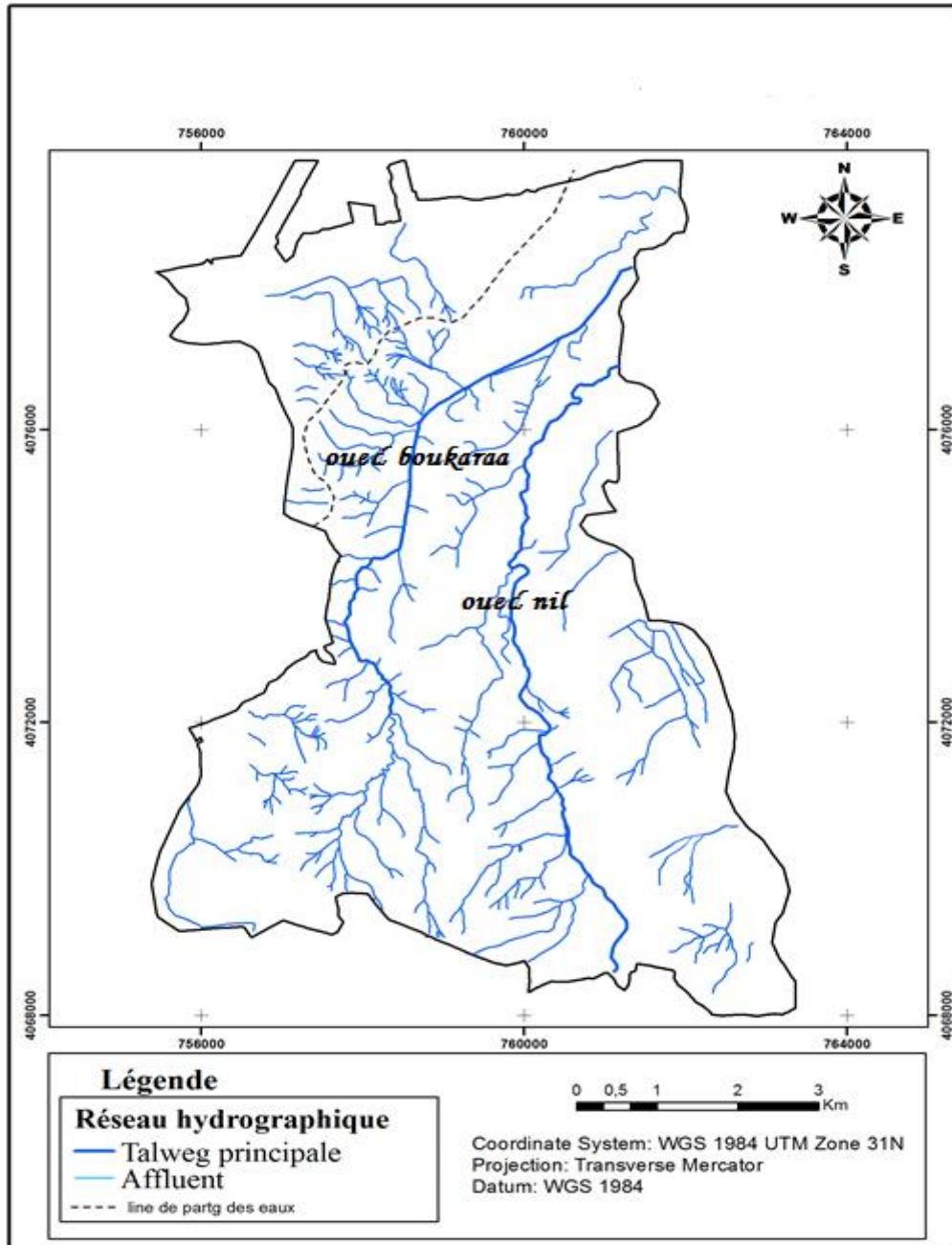


Fig.14 .Carte de réseau hydrographique

La zone d'étude, est drainé par plusieurs cours d'eau importantes qui ruissellent généralement du Sud vers le Nord et se déversent dans la mer.

Chapitre IV :
méthodologie de travaille
et cartographie

IV.1. Introduction

Afin de contribuer à une meilleure gestion du risque glissement de terrain dans la zone d'étude, la méthodologie adoptée dans cette étude est basée sur l'approche multifactorielle SIG.

En premier lieu, nous allons mettre l'accent sur les systèmes d'informations géographiques (SIG), cela nécessite de développer quelques éléments de base telles les définitions des SIG, aperçu historique, leurs composants, domaines d'application, etc.

Par la suite, nous allons parler de notre logiciel de travail ARC GIS, son environnement et expliquer comment il fonctionne, depuis la saisie des données géographiques ou attributaires jusqu'à la réalisation de la carte thématique.

IV.2. l'information géographique**❖ Définition**

L'information géographique désigne toute information relative à un point ou un ensemble des points spatialement référencé à la surface de la terre.

Elle est d'importance primordiale pour tous ceux qui ont à gérer un espace ou des objets dispersés dans un espace donné aussi diverses que la distribution de ressources naturelles (sol, eaux, végétation), la localisation d'infrastructures (route, édifices réseaux d'équipement divers) les limites administratives et politique même des données relatives à la population, à l'emploi, etc. L'information est dite géographique lorsqu'elle se rapporte à un ou plusieurs lieux de la surface du globe terrestre, cette information possède la caractéristique d'être localisée, repérée ou géocodée.

IV.3. les composantes de l'information géographique

Les données géographiques ont deux (2) composants : Les données spatiales et les données attributaires.

-les données spatiales : représentent des objets géographiques associés avec leur localisation dans le monde réel (données localisées) les objets géographiques sont représentés sur les cartes par des points, des lignes et des polygones.

-les données attributaires découvrent des propriétés particulières des objets géographiques telles que : le numéro de parcelle, la largeur de pont ou un type de végétation.

IV.4. le système d'information géographique (SIG)**❖ Définition**

Un SIG est un système d'information géographique de nombreuses définitions.

- Un ensemble de procédures utilisées conserver et traiter de l'information a référence géographique. (Aronoff1989)
- Un ensemble puissant d'outils pour saisir, conserver, extraire, transmettre et afficher les données spatiales décrivant le monde réel. (Burroughs1986)
- Une structure institutionnelle qui utilise la technologie des SIG pour gérer une banque de données et exercer son mandat spécifique avec un financement stable et continu. (Carter1989).

IV.5.Aperçu historique

Le premiers SIG opérationnels est apparus dans les annéesn1960 au Canda et aux Etat unis. Qui rassemble des informations relatives a l'usage du sol.et des données concernant l'environnement sur grande partie de territoire canadien. Le logiciel a été développé pour ces besoins spécifiques. Deux autres réalisation précoces méritent d'être mentionnées le new York Land use information système (1967) et le Minne Sota Land Management information système (1969).depuis cette époque les couts et les difficultés techniques ont considérablement diminué et de nombreux logiciels commerciaux sont aujourd'hui disponibles offrant de bonnes performances a un prix raisonnable.

IV.6. Approche et logiciel utilisé**IV.6.1. Logiciels utilisés**

Logiciels utilisés sont :

- Arc GIS 10.2.1
- GEO-SLOPE (2007)
- Easy Google Maps Downloader.
- Auto CAD.

IV.6.2. Organigramme et méthodes mises en œuvre

La réalisation d'un modèle cartographique à l'aide d'un SIG qui consiste à localiser l'aléa ainsi les zones de forte vulnérabilité glissement de terrain.

La thématique permet aussi de présenter des outils d'analyses pour l'évaluation de glissement de terrain dans la zone d'étude, afin de mettre en place une disposition d'aménagement notamment dans les zones à potentialité élevée et très élevée.

Le principe utilisé pour la spatialisation de degré du risque glissement de terrain : les zones ayant la même formation lithologique, le même type d'occupation des sols, la même classe de pente, expose le même degré du risque.

La démarche prend en considération trois facteurs qui influents la stabilité des sols :

pente, lithologie et végétation.

L'approche multifactorielle fondée sur l'arrangement des paramètres selon leurs degrés d'impact sur le phénomène étudié

❖ **méthode statistique utilisé**

Cette technique statistique est introduite en 1988 par Yin et Yan, elle repose sur la Densité de phénomène par facteur. Les pondérations sont obtenues par le logarithme de la densité par facteur divisée par la densité de la surface totale (Jarde et Sarkar, 1993 ;)

$$W = \left(\frac{\text{Densité classe}}{\text{Densité map}} = \ln \left(\frac{si}{ni} \frac{s}{N} \right) \right)$$

D'ou:

W= le poids d'une classe I ;

Si =le nombre de cellules ou la surface de classe i qui a glissé ;

Ni= le nombre total de cellules ou la surface de la classe i ;

S= le nombre total de cellules ou la surface totale qui a glissé ;

N= le nombre total de cellules ou la surface totale des unités de pentes pour le site d'étude.

L'approche SIG suivie au cours de ce chapitre est basé sur les données tel que, satellitaires, topographique, géologiques ainsi sur des mesures et des observations effectuées

Sur le terrain (GPS, données sont ensuite intégrées et analysées dans un environnement SIG pour la restitution et la cartographie des zones exposées aux risques.

- une carte topographique au 1 :2500 de la région, avec une équidistance des courbes de niveau de 10m ; cette carte a été Numéris et géo positionnée en fonction de la projection latitude/longitude UTM.
- Travail de terrain, observation effectuées par GPS.
- données statistique (carte pluviométrique ANRH de 30 ans).

La première étape de notre étude consiste à citer les facteurs les plus représentatifs intervenant dans les phénomènes de glissement de terrain, inclinaison de la pente, lithologie et occupation des sols exprimée par le couvert végétal.

L'utilité de notre démarche réside et s'appuie sur l'apport des paramètres sous forme des données localisables par l'exploitation d'un SIG, permettant de spatialiser et caractériser le degré de vulnérabilité de glissement de terrain sur l'ensemble de la zone d'étude.

L'approche globale pour la réalisation des différentes taches a été basée sur l'utilisation des systèmes d'information géographique.

La figure(15) ci- dessous ordonne l'organigramme ainsi que les différents stades de collecte, d'analyse thématique de structuration, et finalement analyse spatiale et géotraitement à l'aide d'un système d'information géographique (SIG).

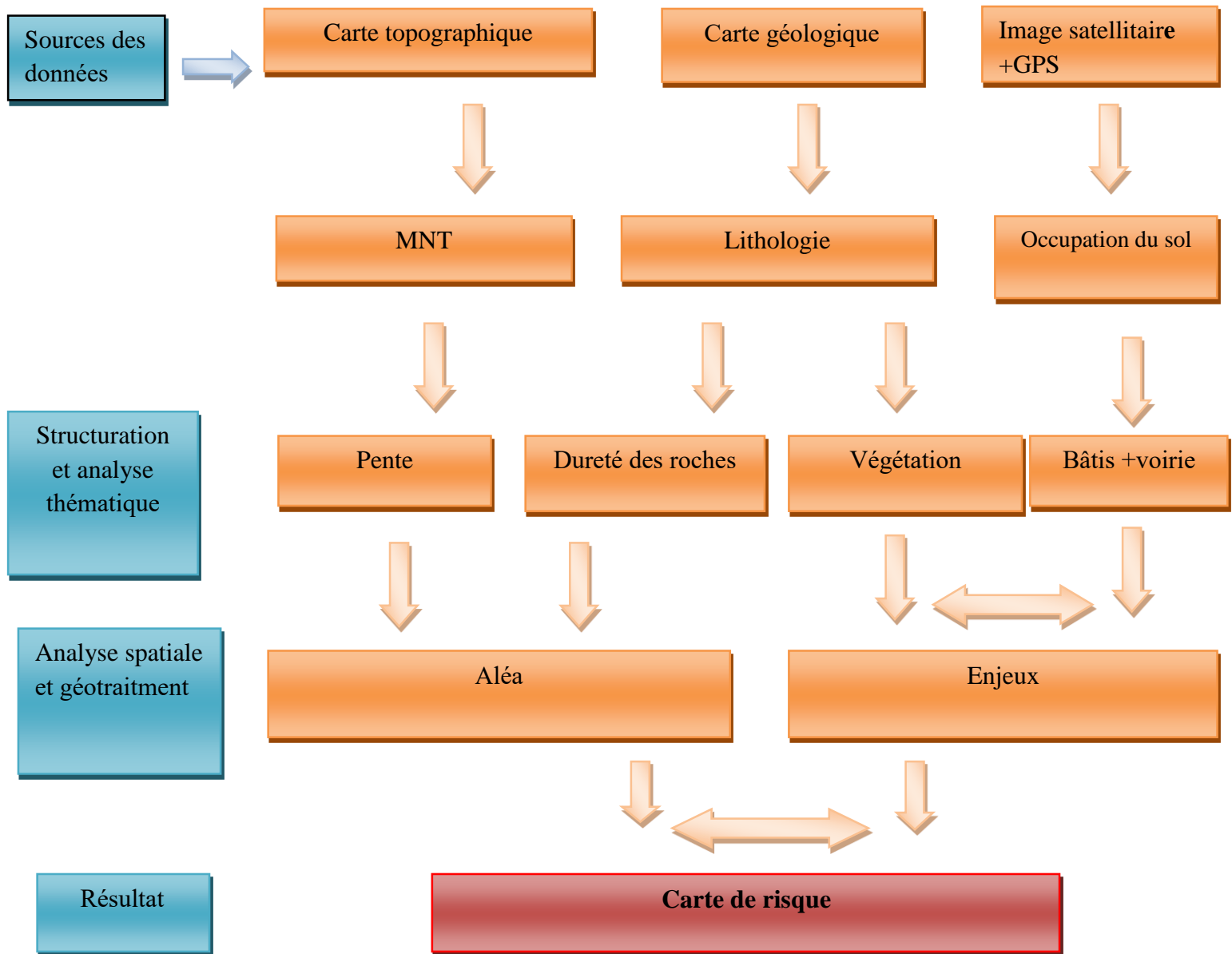


Fig.15. Organigramme et méthodologie de l'approche SIG

Chapitre V :

Validation des

résultats

IV.1.Méthode d'analyse

L'intégration des données SIG dans le logiciel ARC GIS, a permis de définir les paramètres ayant impacté sur le phénomène de glissement terrain de la zone d'étude : pente,

Lithologie, occupation des sols.

IV.1.1.Les paramètres aléas glissement de terrain

IV.1.1.1facteur pente

La pente a une grande influence sur le milieu physique puisqu'elle provoque largement le glissement du terrain. L'inclinaison de la pente agit directement sur la vitesse du ruissellement, accélérant le transport solide vers le bas et augmentant ainsi l'impact de l'ablation des matériaux détritiques.

En effet, la pente constitue un facteur important dans la vulnérabilité de glissement terrain. La carte des pentes réalisée à partir du modèle numérique de terrain (MNT), nous a permis d'identifier quatre classes des pentes (tableau (7)) selon la vulnérabilité du glissement terrain.

Tableau.7 .Répartition surfacique des pentes dans la zone étude

Pente (degré)	Surface (Km ²)	Surface (%)
0-12.5	41.41	72.83
12.5-25	11.13	19.57
25-35	2.33	4.11
>35	1.99	3.49
Totale	56.86	100%

L'examen de la carte des pentes (fig16) montre, que 72.83 % de la superficie de la zone d'étude présente une faible pente, celle-ci se trouve presque dans la totalité de la zone d'étude. La zone caractérisée par des classes des pentes moyenne (12.5-25) s'étale sur une superficie de 11.13 Km² soit 19.57% de la zone d'étude, cette classe s'observe pour l'essentiel au Nord-Ouest et sud-Ouest, par contre les classes des pentes fortes et très fortes avec 2.33 Km² et 1.99 Km² respectivement.

À partir de la carte des pentes en fonction de leur vulnérabilité, on constate que les pentes fortes, ce qui implique une forte vulnérabilité au phénomène glissement du terrain.

Tableau .8.Classe des pentes et indices attribués

classe des pentes (degré)	vulnérabilité pente	Code
0-12.5	faible	1
12.5-25	Moyenne	2
25-35	Forte	3
+35	Très forte	4

L'arrangement et codification rationnelle de paramètre indicateur pente tableau (8) selon leur impact sur l'aléa glissement terrain a permis de définir quatre zones dans la zone en question.

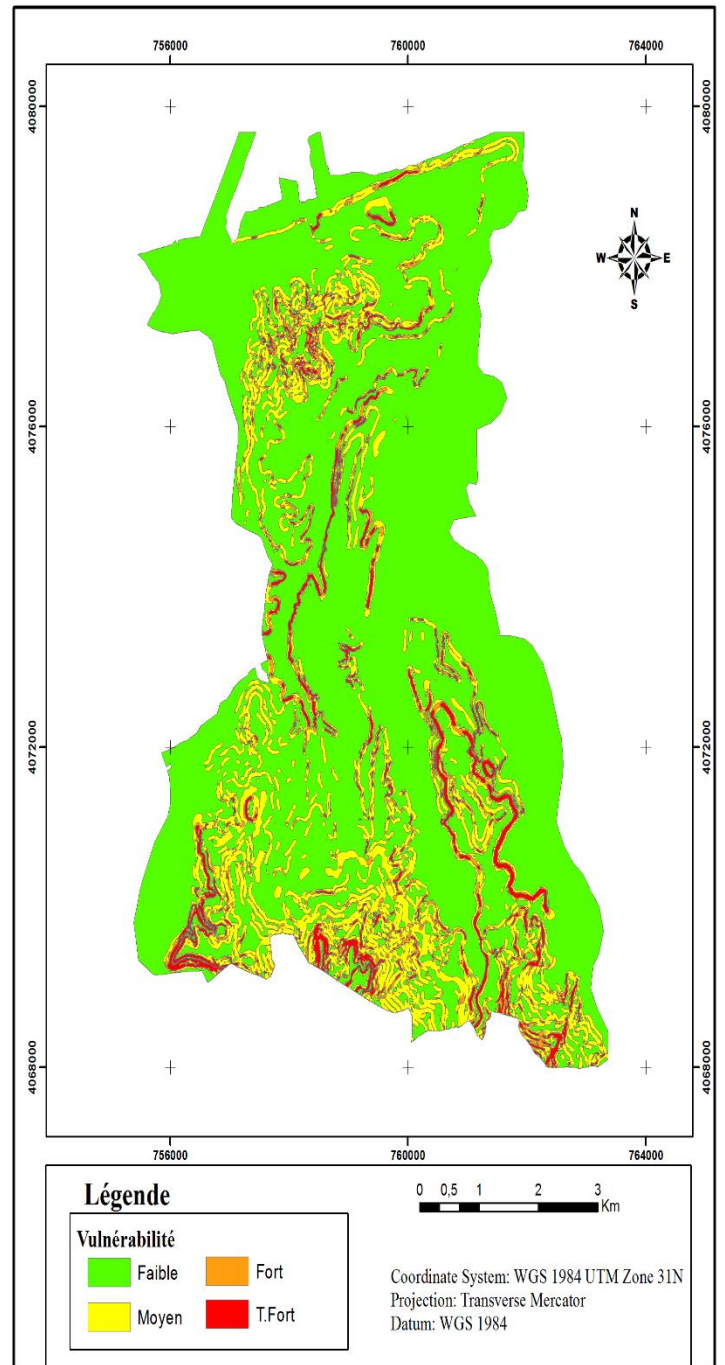
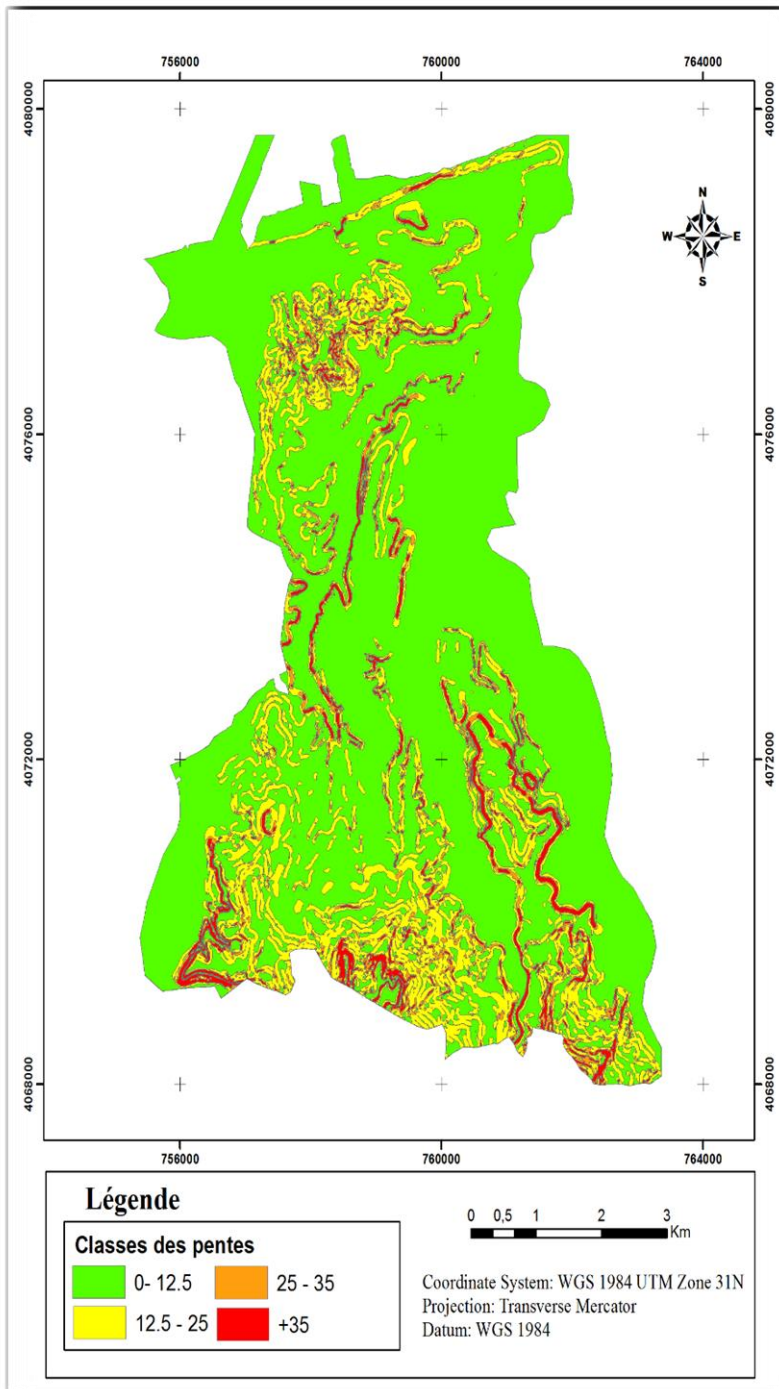


Fig.16 .Carte des pentes

Fig. 17. Carte de vulnérabilité –Pente (la carte Topographie)

Les zones à vulnérabilité faible et moyenne code (01) et (02) représentent une superficie de 41.41 Km² et 11.13 Km² respectivement, tandis que les zones marquées par des codes attribués 3 et 04 (fort et très fort) représentent 7.60% de la zone d'étude.

Le principe utilisé pour la spatialisation de degré d'aléa de glissement terrain (selon le paramètre pente), les zones ayant la même classe des pentes exposent le même degré de vulnérabilité (pente).

IV.1.1.2. Facteur lithologie

La lithologie joue un rôle très important dans le glissement de terrain, elle est traduite par la carte lithologique simplifiée l'issue de la numération des cartes géologiques et cartographie sur le terrain.

À partir de la carte lithologique (fig.18.), nous avons pu estimer la friabilité des formations affleurant. On peut ainsi distinguer trois classes des matériaux (tableau 9) moyennes, faible, très faible.

Chaque classe est assigné un indice variant entre 2 et 4.

Tableau.09. Classes de friabilité des sols et indices attribué (carte lithologie)

Formation lithologique	Dureté	Classe lithologique	Indice attribué (degré de vulnérabilité)
-Marne bleu -Argile	Roche meuble	Très faible	4
-Molasse olistostrome	Roche moyenne résistante	Faible	3
-Sol fin alluvions ; Sable fin -Alluvion grossier ; Conglomérat -Gravier et sable -Sable rouge	Roche à faible résistante	Moyenne	2

Tableau.10. Classe de dureté des roches et indices attribués

classe de la lithologie	vulnérabilité – lithologie	Superficie		Code
		Km ²	%	
Roche à résistante moyenne	Moyenne	14.8	26	2
Roche à résistante faible	Forte	8.18	14.38	3
Roche meuble	Très forte	33.96	59.62	4

Le principe utilisé pour la spatialisation de degré d'alea de glissement de terrain (selon le paramètre lithologie), les zones ayant la même classe des pentes exposent le même degré de vulnérabilité (lithologie).

D'après les cartes ci-dessous fig. (18 et 19) et le tableau (n°10) on constate

- Les zones à vulnérabilité fort et très fort marqués par des codes (03) et (04), s'étalent sur une superficie de 8.18 Km² et 33.96 Km² respectivement, tandis que la zone marquée par un code attribué 2 (moyenne) représentent 26.02% de la zone en question.

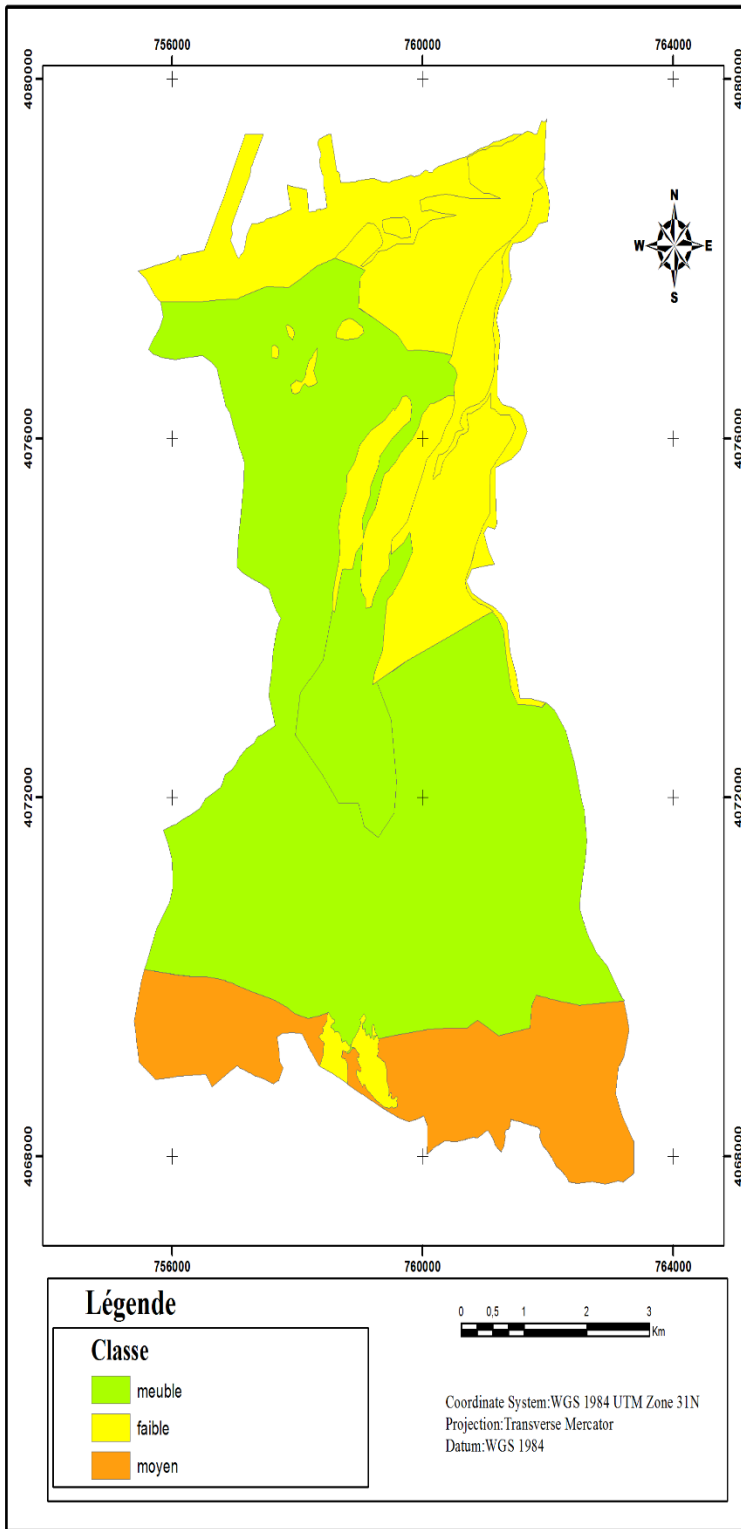


Fig. 18. Carte des classes de la dureté.
Commune de Taher.

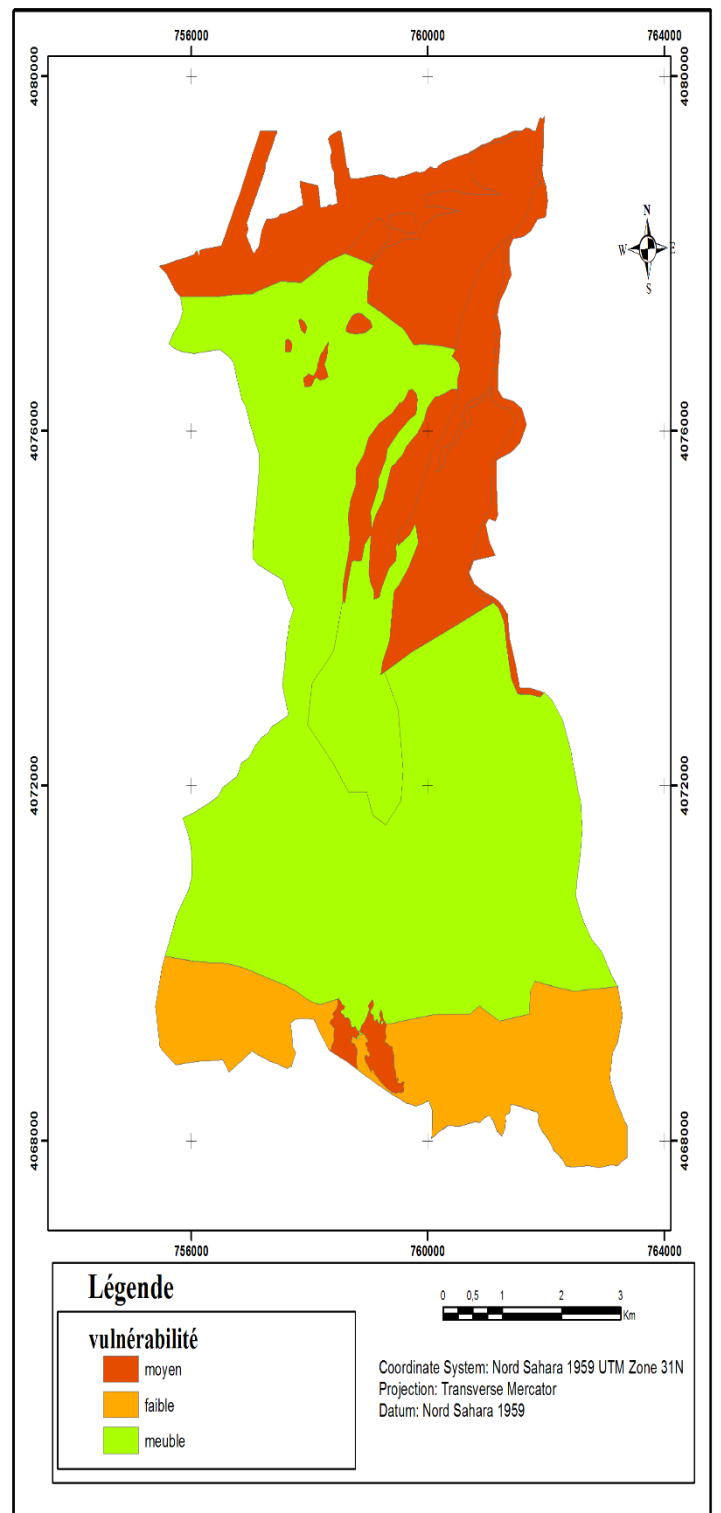


Fig. 19. Carte de Vulnérabilité
Lithologie Commune de Taher.

IV.1.1.3. Facteur occupation de sol

La végétation joue un rôle essentiel dans la protection du sol. Elle exerce une protection mécanique sur le sol. L'occupation des sols est constituée des terrains agriculture de 20.79 % de la surface total, les maquis représentent 2.78% et les maquis arborés occupent 3.79% de la zone en question .donc notre zone occupée par une végétation moyenne.

Tableau .11 .Répartition surfacique, codification et vulnérabilité occupation des sols.

Type d'occupation	Types de végétation	Surface (Km ²)	Indice attribué	Vulnérabilité	Surface (%)
Agricole	Végétation à faible densité	11.83	1	fort	20.79
Maquis	Végétation dense	1.58	2	Faible	2.78
Maquis arboré	Végétation à moyenne densité	2.16	3	moyen	3.79
bâtis	bâtis	6.06	/	/	10.66
Terrain nu	Terrain nu	35.27	4	Très fort	61.98
Totale	/	56.86	/	/	100%

Le principe utilisé pour la spatialisation de degré d'alea de glissement terrain (selon le paramètre occupation), les zones ayant la même classe occupation des sols exposent le même degré de vulnérabilité(occupation des sols).

Les zones à vulnérabilité fort et très fort marqués par des codes (03) et (04), s'étalent sur une superficie de 2.1 Km² et 35.27 Km² respectivement, tandis que la zone marquée par un code attribué (02) (moyenne) représentent 1.58% de la zone en question, et la zone marquée par le code (01) faibles occupés une surface 11.83 Km² soit 20.79% de la zone étudiée

Les résultats de cette étude méthodologique seront présentés de manière progressive pour aboutir à la carte des vulnérabilités de la zone d'étude, certaines cartes sont issues directement de l'interprétation de l'image satellitaire, d'autre part numérisations des données existantes et enfin les cartes finales regroupent de l'intégration des données satellitaires et celles du SIG.

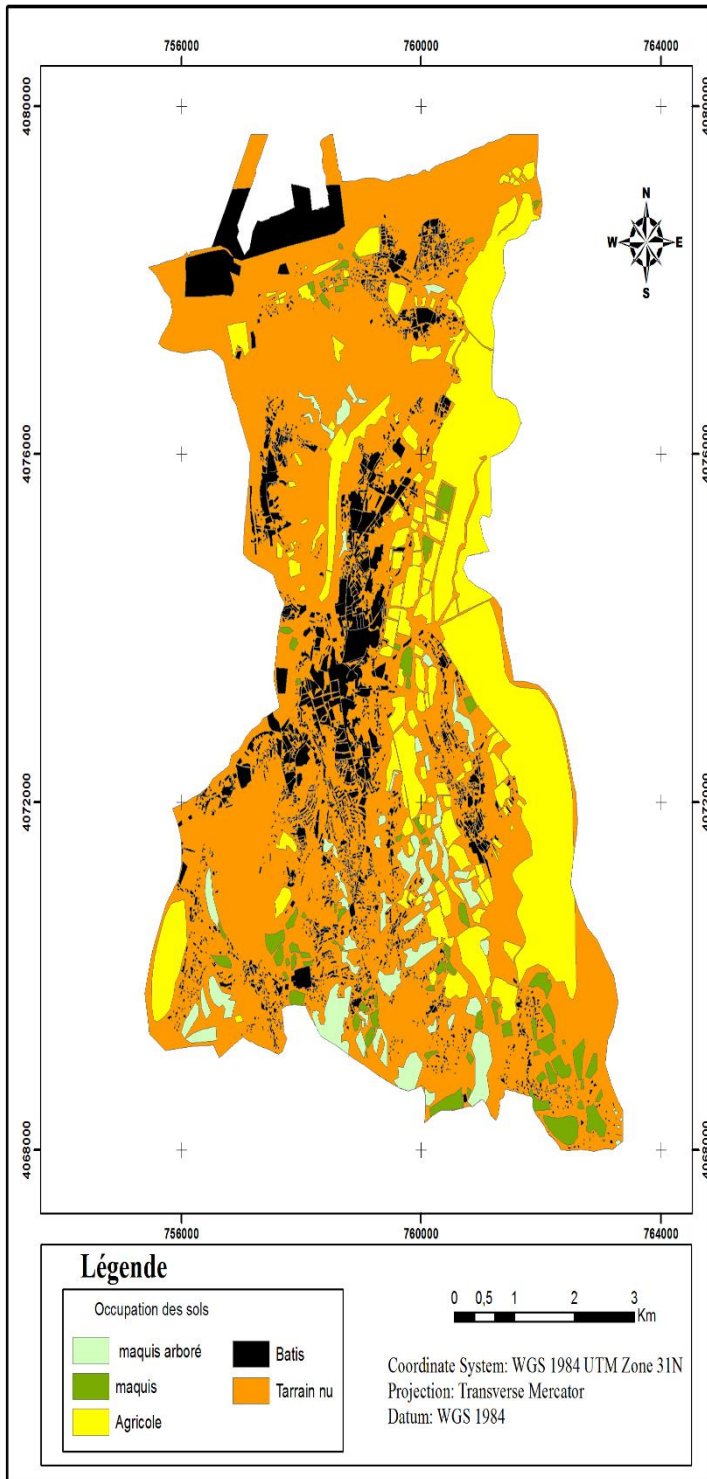


Fig.20.Carte de l'occupation de sol (image satellitaire)

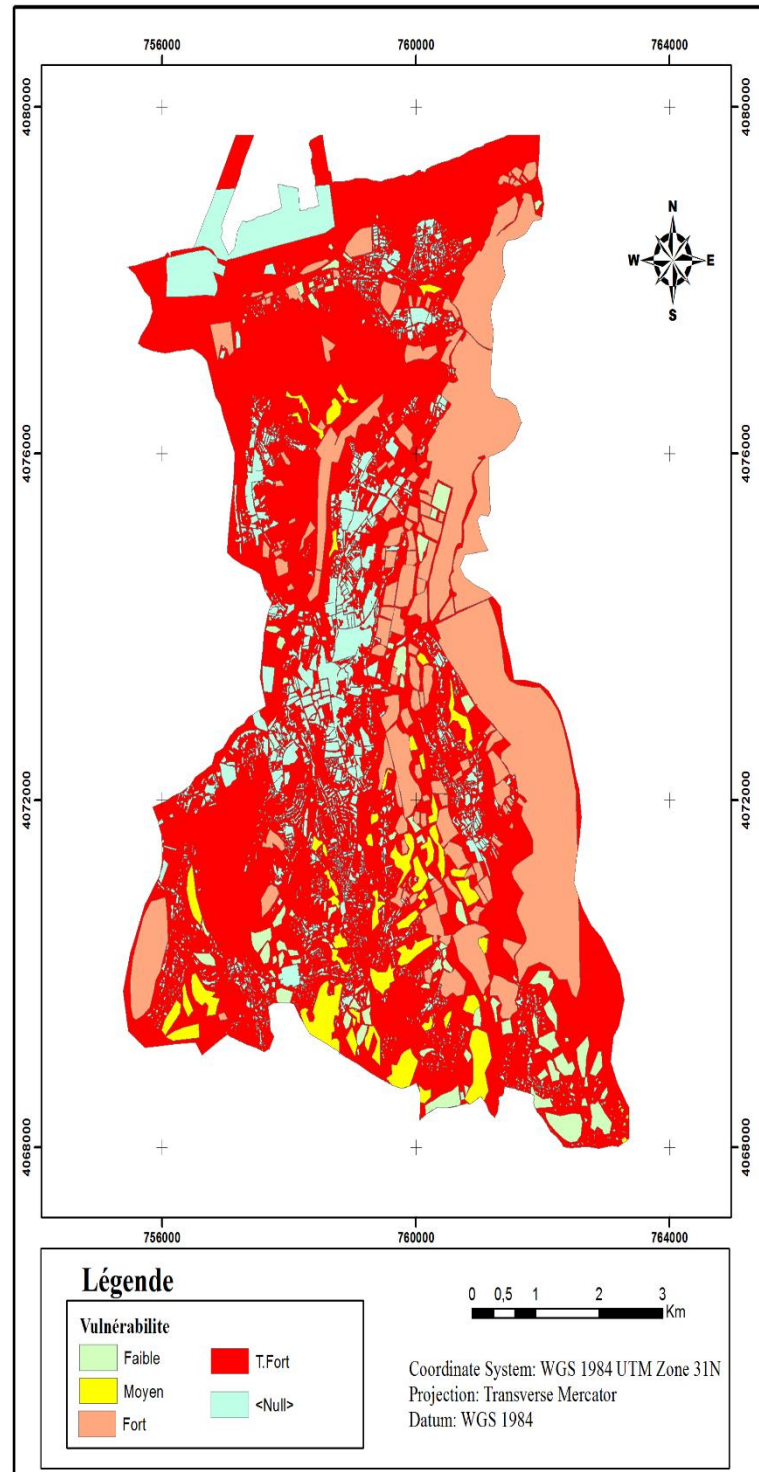


Fig. 21.carte de vulnérabilité –occupation des sols (image satellitaire)

IV.2. Cartographique de degré de vulnérabilité glissement terrain

L'application de l'approche SIG multifactorielle nous a permis de superposer et d'analyser plusieurs facteurs tels que la pente, la lithologie et occupations des sols. La carte de risque déduite ont été ensuite confrontées à la réalité de terrain pour validation

IV.2.1. Combinaison pente –lithologie

L'application des règles de décision (Combinaison pente –lithologie) présentée dans le tableau (12), a permis de définir quatre classes des contraintes sont délimitées : 1, 2, 3 et 4.

Tableau. 12. Règle de décision du potentiel de glissement

Lithologie		pente			
		0-12.5	12.5-25	25-35	+35
		1	2	3	4
-Sol fin alluvions ; Sable fin -Alluvion grossier ; Conglomérat -Gravier et sable -Sable rouge	2	1	2	2	3
-Molasse	3	2	3	3	3
- Marne bleu -Argile	4	2	3	3	4

D'après La carte de sensibilisation combinaison pente lithologie (fig. 22) ci – dessous ; la zone d'étude représente 4 zones de vulnérabilité glissement terrain faible, moyen, fort et très fort.

Les zones de faible et moyenne vulnérabilité s'étalent sur une superficie de 43.14 km² soit 75.83%. , tandis que les zones de fort et très forte vulnérabilité représentent 13.75 Km soit 24.18% de la zone étudiée.

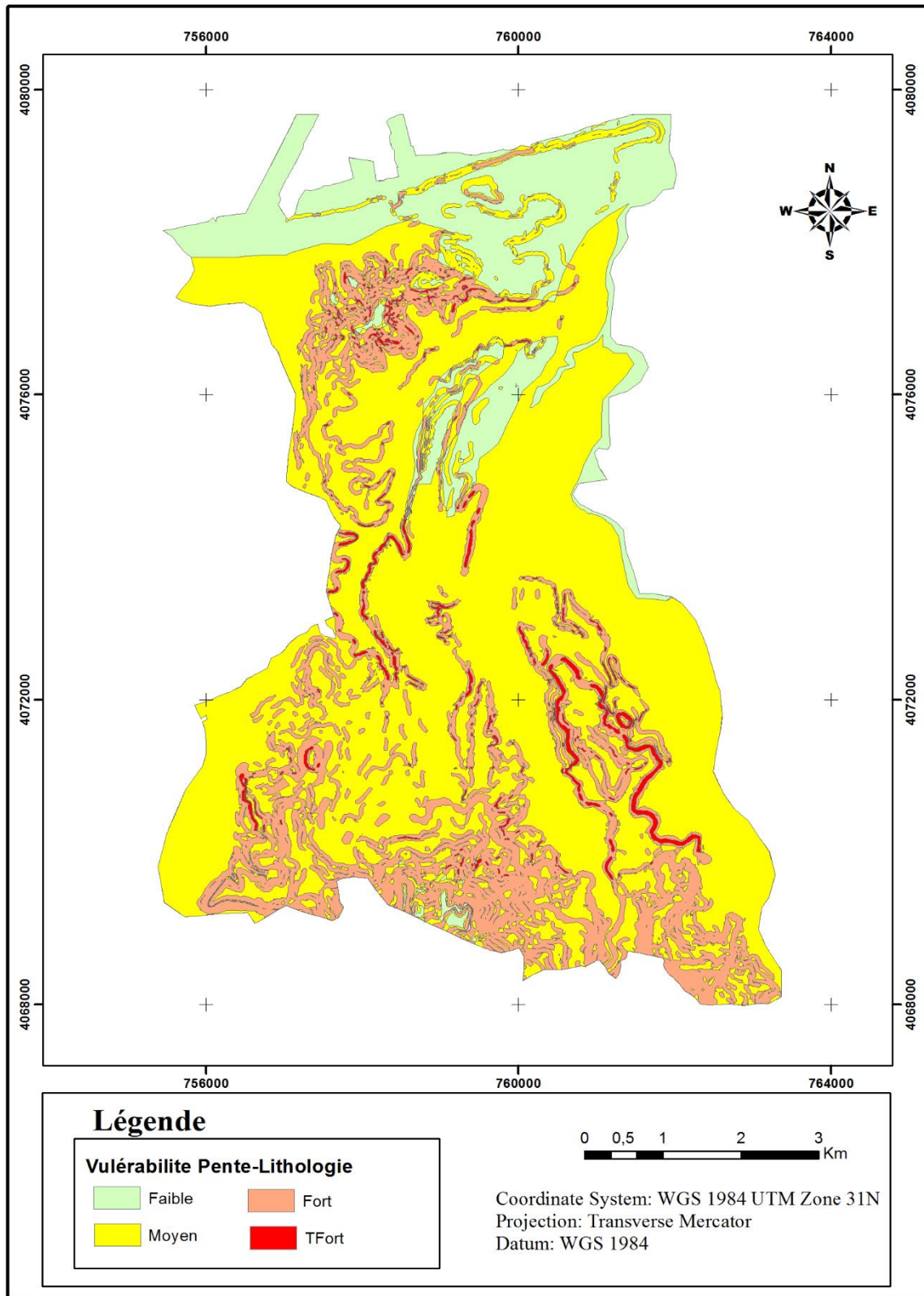


Fig.22.Carte vulnérabilité pente lithologie

IV.2.2. Combinaison (pente –lithologie) occupations des sols :

Les règles de décision, et code attribuer (Combinaison pente –lithologie- occupation des sols) de la zone en question, regroupé dans le tableau (13), nous ont permis de définir quatre classes des contraintes: 1, 2, 3 et 4

Tableau.13. Règle de décision du risque glissement avec union (pente -lithologie)- occupation de sol)

Intersecté (Pente lithologie)	Occupations des sols			
	Maquis	Maquis arboré	Agricole	Terrain nu
	Dense	Moyenne densité	Faible densité	Très faible densité
	1	2	3	4
1	1	1	2	2
2	1	2	2	2
3	2	3	3	3
4	3	3	3	4

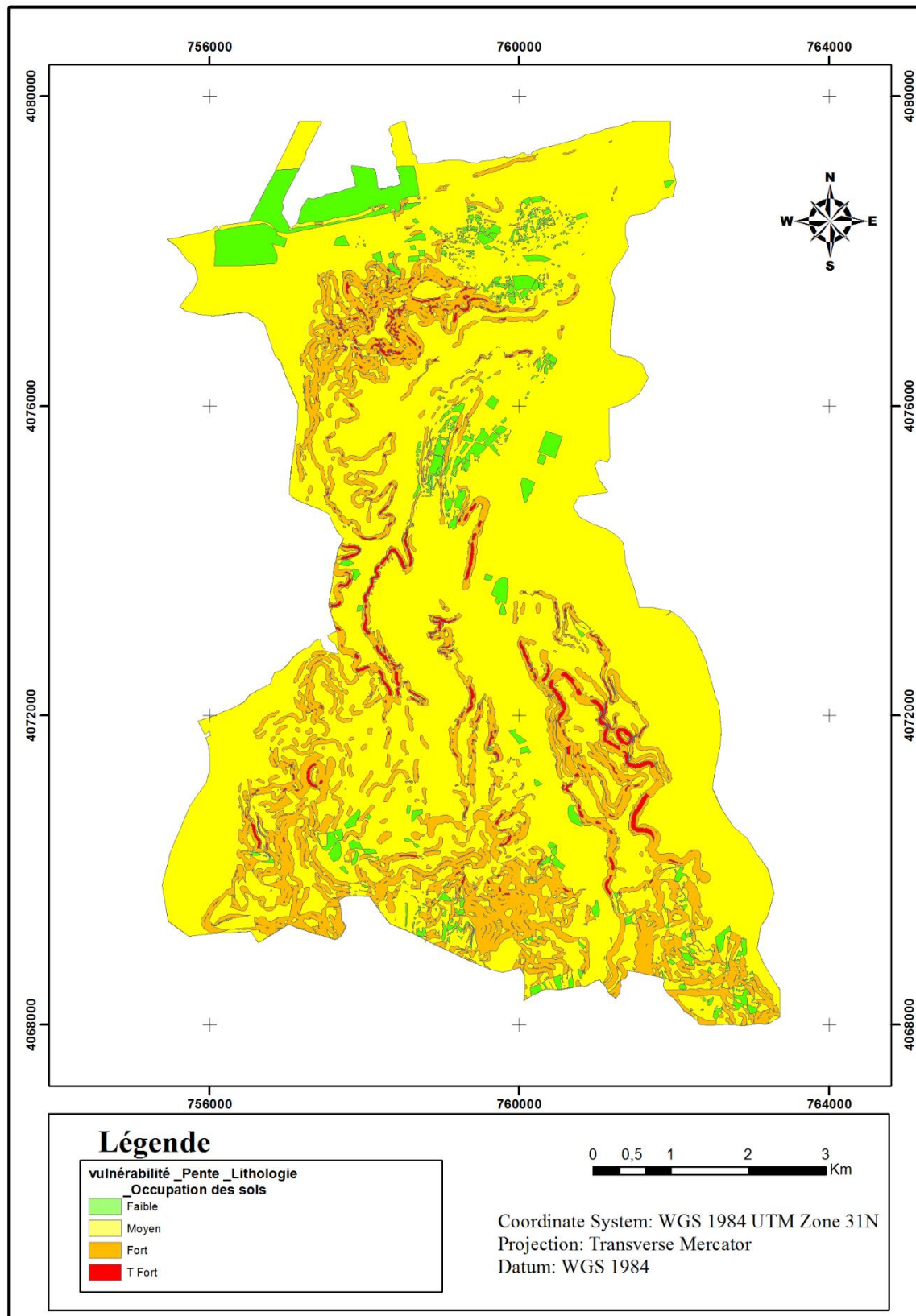


Fig.23. Carte de vulnérabilité glissement terrain

Selon le tableau (14) répartition surfacique de la contrainte union (pente lithologie- occupation des sols) on distingue quatre classes : faible, moyenne, fort, très fort.

Tableau.14.Répartition surfacique de la contrainte union (pente -lithologie)- occupation de sol

Code pente - lithologie -occupation	Vulnérabilité pente - lithologie -occupation	Superficie (Km)	Superficie (%)
1	faible	2.9	5.11
2	moyenne	42.13	74.1
3	Fort	11	19.35
4	Très fort	0.82	1.44

D'après la carte de vulnérabilité glissement de terrain ci-dessus (fig.23.) la zone d'étude renferme 4 zones de vulnérabilité glissement de terrain :

- Première zone caractérisée par une vulnérabilité faible, occupe une superficie de 2.9 Km², avec un substratum caractérisé par des formations sableuses. Cette zone s'observe au nord de la zone d'étude.
- Zone à vulnérabilité moyenne, occupe une superficie de l'ordre de 42.13 Km² soit 74.1% de la zone en question. Elle affleure sur la formation lithologique tell que marne bleu, argile conglomérat
- Les zones de vulnérabilité fort et très fort s'étalent sur une superficie de 11.82 Km², s'observe pour l'essentiel par des formations lithologiques ; marnes bleues, mollasse et conglomérat avec des classes des pentes fort et très fort.

IV.2.3.Carte de risque de la commune de Taher

La combinaison des cartes pente, lithologie, occupation de sol suivant la règle de décision mentionnée sur le tableau(n°14), a permis de produire une carte thématique appelée carte des risques glissement de terrain. Celle-ci comprend quatre classes faible, moyen, fort et très fort.

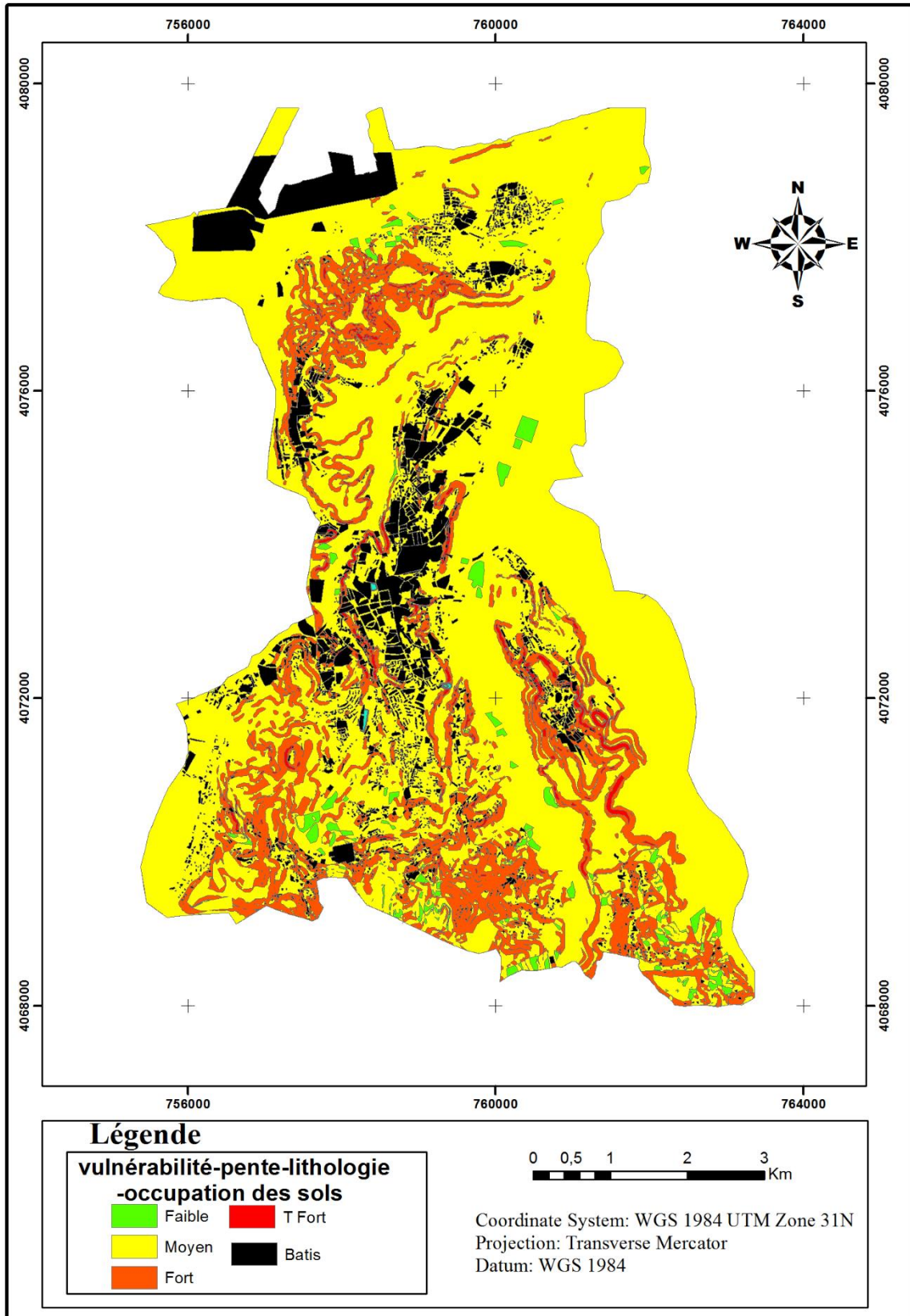


Fig. 24. Carte de risque glissement terrain commune de Taher

Tableau.15.Répartition surfacique des casses de vulnérabilité et cadre bâtis exposé aux risques de la zone d'étude.

Classe de vulnérabilité (GT)	Superficie Km ²	Superficie %	Cadre bâtis exposé au risque GT	
			Superficie Km ²	Superficie %
Tés fort	0.82	1.44	0.06	0.99
fort	11	19.35	0.70	12
Moyenne	42.13	74.1	3.27	53.96
Faible	2.9	5.11	1.98	32.97

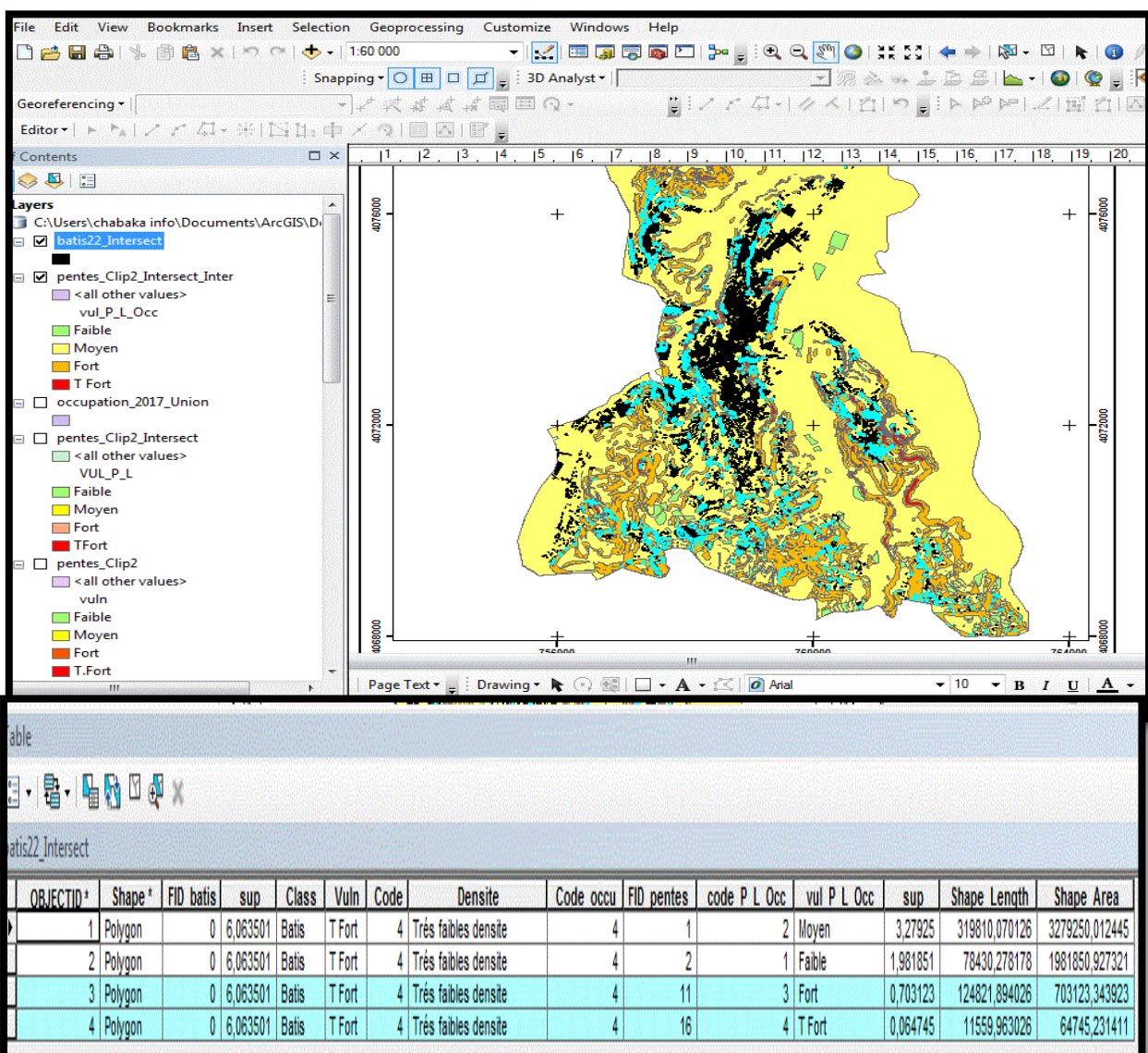


Fig.25. Table attributaire et répartition surfacique de cadre bâtis exposé fort et très fort dans commune de Taher sur ARCGIS 10.2.1

L'application de logiciel ARC GIS -(table attributaire (fig.25) et le tableau (n°15) nous a permis de déduire les différentes zones de cadres bâtis de la commune de Taher exposé aux risques glissement terrain.

Le cadre bâti exposé à aléa glissement terrain fort et très fort, s'étale une surface de l'ordre de 0.76 km² soit 12.67%, s'observe pour essentiel dans la partie Nord- Oust et Sud de la zone étudiée. Tandis que les bâtis exposés à aléa glissement terrain moyenne et faible caractérisé par une superficie 5.25 km².au l'ordre 87.20% répartie au nord et milieu de la zone d'étude.

L'application du SIG (ARC GIS) a permis d'établir une carte de risque glissement de terrain général de la commune de Taher. Cette carte renferme les différentes zones exposées aux risques glissement terrain à potentialité élevée et très élevée.

- La totalité de cadre bâti expose une vulnérabilité de glissement de terrain très forte, critique c'est-à-dire la zone rouge (cadre bâti illicite) s'étale sur une superficie de 6 .4 Ha soit 1.05% de la totalité de la zone.
- Le cadre bâti expose une vulnérabilité glissement terrain (classe forte occupe une superficie 70 Ha soit 11.55%).

V.1.Introduction

Pour valider les résultats obtenus dans la carte de risque de la zone d'étude, nous avons établi une confrontation directe avec la réalité de terrain. L'analyse et traitement des différents phénomènes (glissement terrain) ressentis dans les zones à potentialité déclarés ont permis d'évaluer ces zones en élevé et très élevé (figure26) ainsi de valider les résultats obtenez à l'aide d'un système information géographique.

V.2.Les indices d'instabilité ressentis dans la zone en question

Les indices d'instabilité localisés à l'aide de GPS (fig.26), a parmi de valider les données et résultat cité précédemment (zone faible, moyenne, fort et très fort) obtenir à l'aide d'un SIG.

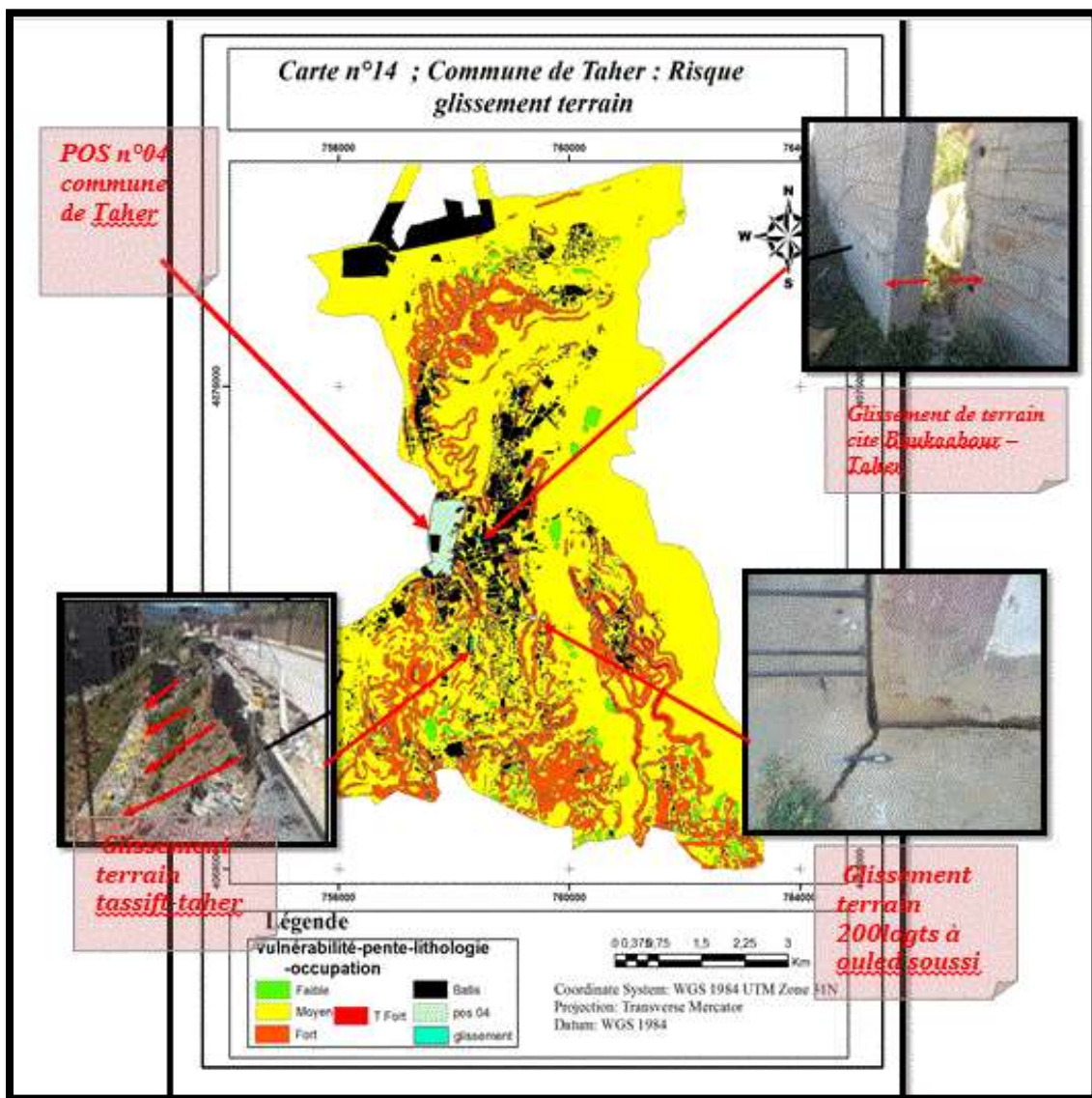


Fig. 26. Localisation des zones instables sur la carte de risque glissement terrain (zone de Taher

V.2. 1. Les indices d'instabilité du glissement de terrain à la cite 200 logts à ouled soussi commune de taher :

➤ **Les indices géomorphologiques**

Ces indices sont constitués par les formes de terrains engendrées par les divers processus de façonnement des versants.



Photo.01. dépôt anarchique des matériaux d'apport (remblais).



Photo .02. Fissures et des crevasses de 10 à 20 cm d'ouverture environ

➤ **Les témoignages de la végétation**

La végétation peut, elle aussi, apporter des témoignages d'instabilité actuelle ou passée. Elle est également un bon critère d'activité des mouvements.



Photo. 03 .fissures dans les constructions glissement de terrain à la cite 200 logts



Photo. 04. ligne de rupture de glissement terrain

➤ **Autres indices**

Le déplacement ou Inclinaison des arbres : à haute tension ou constitue des bons indices d'un mouvement actif.



**Photo .05 . Inclinaison des arbres
glissement de terrain à la cite 200**

V.2.2. Glissement du terrain cité Boukaabour (Taher)

Localisation géographique : il est situé dans la région de Taher, emprunte un chemin secondaire menant vers l'entrée de la cité Boukaabour. Le glissement en question est survenu sur un terrain incliné.

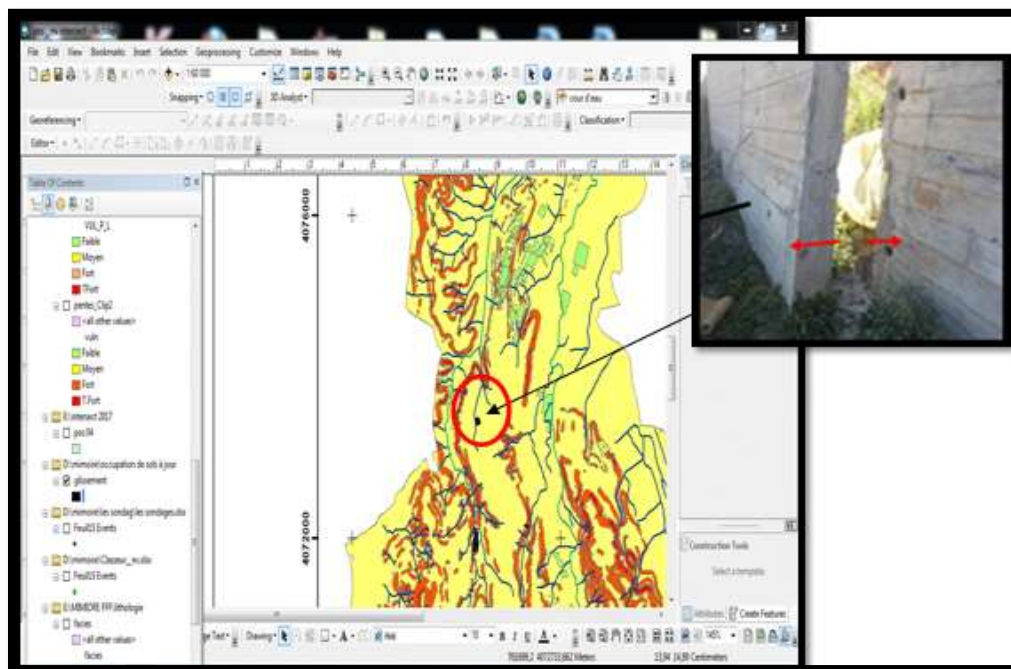


Fig.27. Localisation du glissement du terrain cité Boukaabour dans la zone à vulnérabilité glissement de terrain élevé

➤ Autre indice



Photo.06. fissures dans les constructions à cité Boukaabour -Taher



Photo.07. Inclinaison du mur soutènement à citer Boukaabour -Taher

V.2.3.Les indices d'instabilité du glissement de terrain de la zone Tassift.



Photo .08.Inclinaison des arbres de glissement de terrain



Photo.09.Fissure sur la construction de glissement de terrain



Photo.10 .Arrachements du glissement de terrain

V.3.Conclusion

Vu les résultats obtenus par l'application de l'approche SIG, et d'après l'analyse des données composantes les différents facteurs d'instabilités, voir même les indices marqués dans la zone de Taher, on conclue une adaptation des données aux phénomènes des glissements enregistrés dans la région de Taher.

Donc ça signifie le phénomène de glissement survenu sur la région de Taher en général.

V.4. Présentation de glissement terrain (cite 200 logts à ouled soussi commune de taher)

V.4.1.Introduction

Les glissements de terrains sont des mouvements de masse qui se développent dans des matériaux meubles et, en général, argileux. Les glissements évoluent en général lentement. Le volume des glissements de terrain est très variable : de quelques mètres cube à plusieurs millions de mètres cube (versant entiers).

V.4.2.La localisation et la situation de glissement de terrain :

Le site objet de cette étude est situé au Sud Est de la ville de Taher sur la rive gauche du talweg qui déverse dans oued Bou Kraa ayant un écoulement vers le Nord.

La surface totale de site selon le levé topographique réalisé est de 01 hectares 86 ares 51 centiares et selon la convention la surface concernée par l'étude est de 10000 m², et la surface de la masse glissante d'après le levé topographique est 1644 m².

Le site d'étude est délimité par les coordonnées UTM suivant :

Tableau 16 .les coordonnées UTM

X	Y
759278.84	4072185.06
759425.04	4072146.59
759267.65	4072146.59
759357.19	4072196.96
759336.60	4072131.20



Photo.11. Localisation de glissement de terrain 200 logts à ouled soussi commune de Taher

V.5.Description de glissement terrain (cite 200 logts à Ouled Souissi commune deTaher)

V.5.1. Profil de glissement terrain en question

Tableau. 17. Caractéristiques de profil défavorable de glissement terrain

Profil défavorable GT	Paramètres	
	Pente	25°
	Longueur	138m
	Positionnement par rapport au nord	168°

Tableau. 18. Surface du glissement terrain

Surface totale	108651m ²
Surface de la zone active	1644m ²

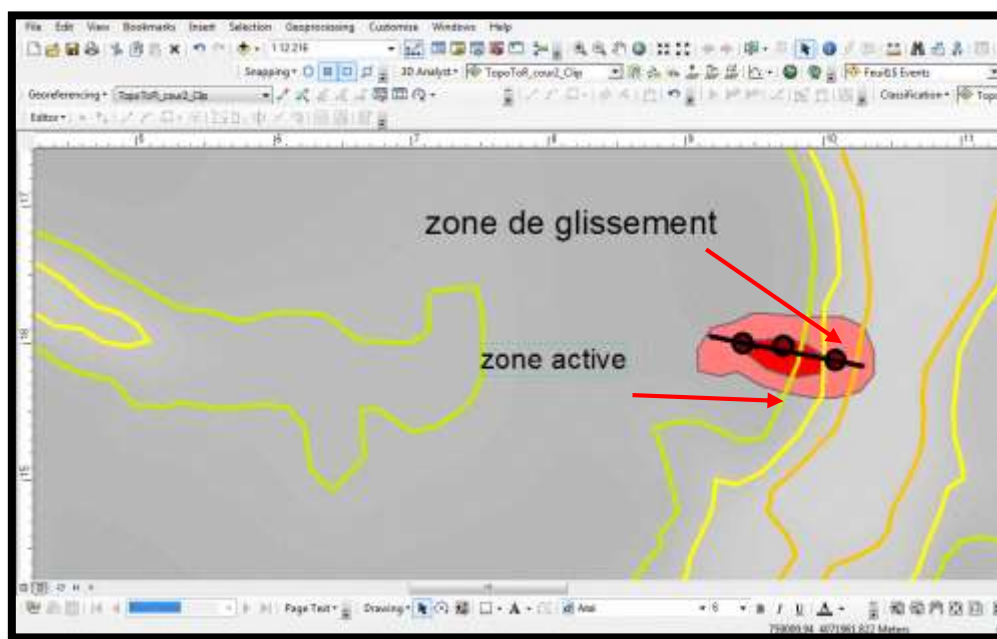


Fig.28. Profil défavorable de glissement terrain en question sur Arc gis

D’après les tableaux ci-dessus et la figure cités ci-dessus, on distingue que la zone active représente 1,5% de la superficie totale et notre glissement s’allonge sur une longueur de 138m avec une pente de 25%.

V.5.2. Description lithologique de glissement terrain (cite 200 logts)

Tableau.19. Résultats des sondages carottés (L.G.G Sétif, 2012)

N° du sondage	Profondeur de l'essai en (m)	La lithologie
SC N° 01	0.00 – 2.60 m 2.60 – 3.00 m 3.00-15.00 m	- Argile rouge graveleuse et caillouteuse - niveau caillouteux - argile sableuse jaunâtre à grisâtre
SC N° 2	0.0 – 1.20 m 1.20 – 15.00 m:	- terre végétale (Argile brune) - argile sableuse jaunâtre à grisâtre
SC N°03	0.0 – 1.20 m 1.20 – 2.60 m 2.60-15.00 m	-GNT. -niveau caillouteux avec une matrice argilo sableuse - limon sableux

Tableau .20.Caractéristiques géotechniques des formations lithologiques

Matériaux	γ_d (kn/m ³)	C(KPa)	Φ (°)
Niveau caillouteux	16.8	82	3.29
Marne à bloc (molasse)	17.4	79	3.83

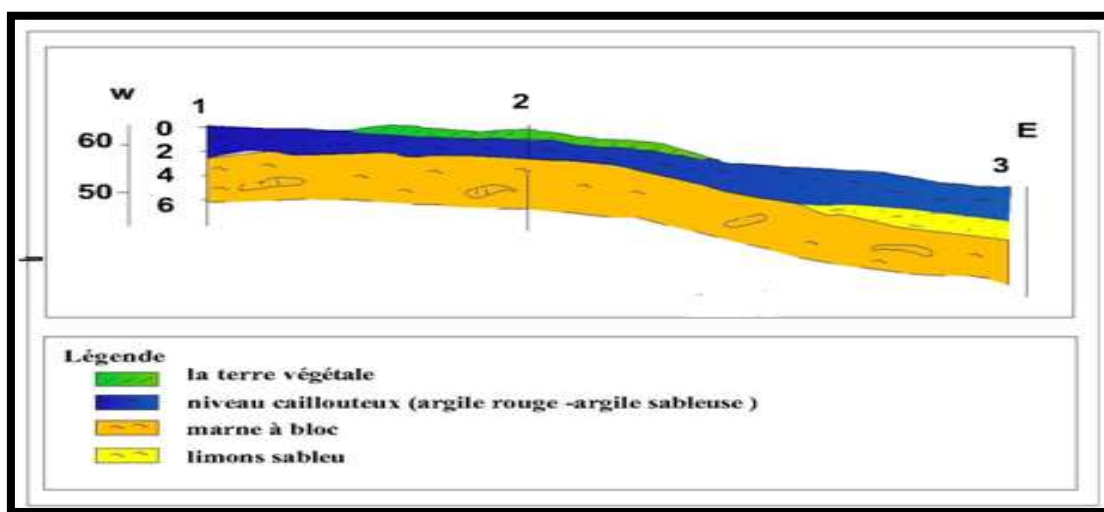


Fig.29. Coupe lithologique au niveau de site 200 logts à Ouled soussi commune de taher (Y .Rouikha)

Vue les résultats obtenus lors des sondages (profondeur 15m) du site de glissement, on peut définir la nature de terrain en trois (03) formations géologiques, la première est un niveau cailloteaux, la 2^{ème} est du marne à bloc et la 3^{ème} est un limon sableux.

V.6.Étude géotechnique de glissement cite 200 logts à Ouled Soussi commune de Taher

V.6.1.Introduction

La géotechnique est l'ensemble des activités liées aux applications de la mécanique des sols, de la mécanique des roches et de la géologie de l'ingénieur. La mécanique des sols étudie plus particulièrement le comportement des sols sous leurs aspects de résistance et déformation.

A partir des essais de laboratoire et in situ de plus en plus perfectionnés, la mécanique des sols fournit aux constructeurs les données nécessaires pour étudier les ouvrages de génie civil et de bâtiment et assurer leurs stabilités en fonction des sols sur lesquels ils doivent être fondés, ou avec lesquels ils seront construits (ex. barrages en remblais) ; ceci tant durant la progression des travaux (grands terrassements) qu'après la mise en service des ouvrages.

➤ Les domaines d'applications

La mécanique des sols joue un rôle essentiel dans l'acte de construire pour tous les travaux de bâtiment et de génie civil en relation avec les sols.

- La stabilité des pentes naturelles et des talus et les travaux de stabilisation.
- L'amélioration et le renforcement des sols.

V.6.2.Les essais de laboratoire

V.6.2.1.Résultats des essais d'identification

Les essais physiques ont pour but, la détermination des caractéristiques physiques des sols, telles que : le poids volumique, les densités, la teneur en eau, les limites d'Atterberg,... etc. Ces essais permettent aussi de préciser la nature du sol, sa structure, et les propriétés physico-chimiques.

V.6.2.2.Description et mesure des propriétés physiques des sols

Le système d'unités métriques utilisées est (Fig. 30).

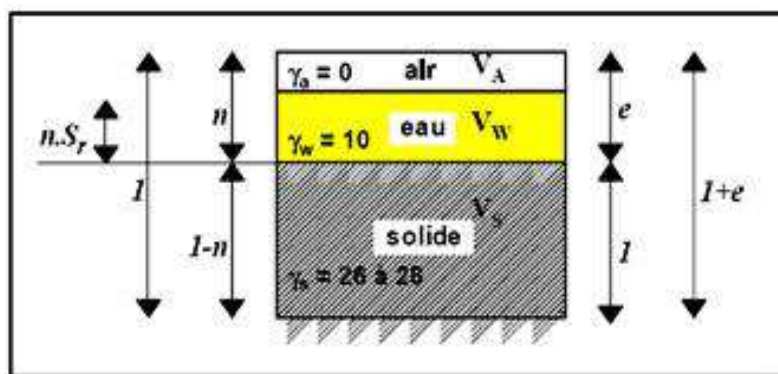


Fig. 30. Schéma simplifié les phases constitutives des sols

a) La teneur en eau (W)

La teneur en eau est supposée être la quantité d'eau dans les espaces entre les particules solides. Cette eau peut être éliminée par simple passage du sol dans une étuve à une température d'environ 105 à 110 C°. Elle est exprimée en pourcentage (%) de la masse spécifique du sol. $W (\%) = WW / WS .100$ avec : WW : poids de l'eau dans l'échantillon.

WS : poids des grains solides dans l'échantillon.

Le tableau ci-dessous donne une classification adoptée par FAER en fonction de la teneur en eau:

Tableau. 21. Paramètres d'identification de La teneur en eau.

W(%)	Etat
01-25 %	Légèrement humide
25-50 %	Humide
50-75 %	Mouillé
75-90 %	Détrempé
100 %	Saturé

Les résultats des essais de la teneur en eau réalisé au laboratoire de L.G.G Sétif (2012) sont récapitulés dans le Tableau (n°22)

Tableau. 22. Valeurs des paramètres physiques mesurés par L.G.G Sétif (2012)

Sondag	Profondeur (m)	Teneur/eau naturelle(W)%	(γ_d) T/m ³	(Sr)%
SC1	6.80-7.80	22.25	1.68	98.80
SC2	5.00-6.00	20.40	1.74	100

Le troisième sondage a été réalisé dans la partie aval du site, vu la nature des échantillons prélevés (des alluvions compactes d'anciennes terrasses d'oued) les essais de laboratoire ont été annulés (sol non apte aux essais). Il en ressort de ces résultats que :

- Les valeurs de la teneur en eau (**W**) sont variables entre 20.40a 22.25% (état humide)
- Les valeurs du degré de saturation (**Sr %**) sont très élevées de 98.80 à 100%.

D'après les résultats obtenus, on peut dire que les sols rencontrés sont dans un état moyennement humide.

- Les valeurs des densités sèches (**γ_d**) varient de 1,68 à 1,77 t/m³ on peut dire que les sols rencontrés sont dans un état Le sol est moyenne dense.

Remarque : On peut même classifier (à titre indicatif) un sol en fonction de sa teneur en eau.

V.6.2.3. Les limite d'Atterberg

Lorsque la teneur en eau d'un sol varie, la consistance de ce sol peut évoluer dans de larges limites. Par convention, on définit les trois états suivants:

- Etat solide \implies a) sans retrait, b) avec retrait
- Etat plastique
- Etat liquide

Les limites d'Atterberg sont des teneurs en eau conventionnelles qui décrivent l'état du sol. On les mesure sur la fraction du sol passant au tamis de 0.5 mm (Habib, 1997). Selon les matériaux, les teneurs en eau limites qui séparent ces différents états varient largement. On peut donc utiliser les teneurs en eau qui marquent ces changements d'état pour identifier et comparer les différents sols. A noter que le passage d'un état à un autre ne se produit que progressivement dans un intervalle de teneurs en eau assez large voir (Fig.31).

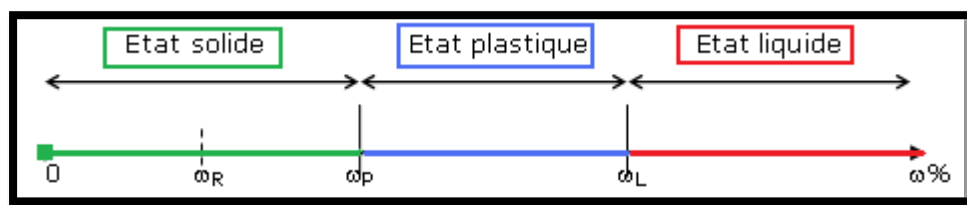


Fig. 31.Limites du retrait, de plasticité et de liquidité sur une échelle de teneur en eau.

Tableau.23. Valeurs des limites d'Atterberg L.G.G Sétif (2012)

Sondage	Limite de liquidité W_L (%)	Limite de plasticité W_P (%)	Indice de plasticité IP
SC01	32.06	15.50	16.56
SC02	32.60	17.54	15.06

- Les résultats des essais des limites d'Atterberg réalisés par le L.G.G Sétif (2012), sont regroupés dans le tableau (23) ci-dessus :

Après la réalisation des essais des limites d'Atterberg, on a reporté les valeurs de (W_L et IP) des échantillons prélevés sur l'abaque de plasticité de Casagrande. On a remarqué que ces points (W_L -IP) se situent au-dessous de la droite A : [$IP = 0.73 (W_L - 20)$], ce qui nous montre qu'il s'agit des argiles peu plastique voir Fig.32.

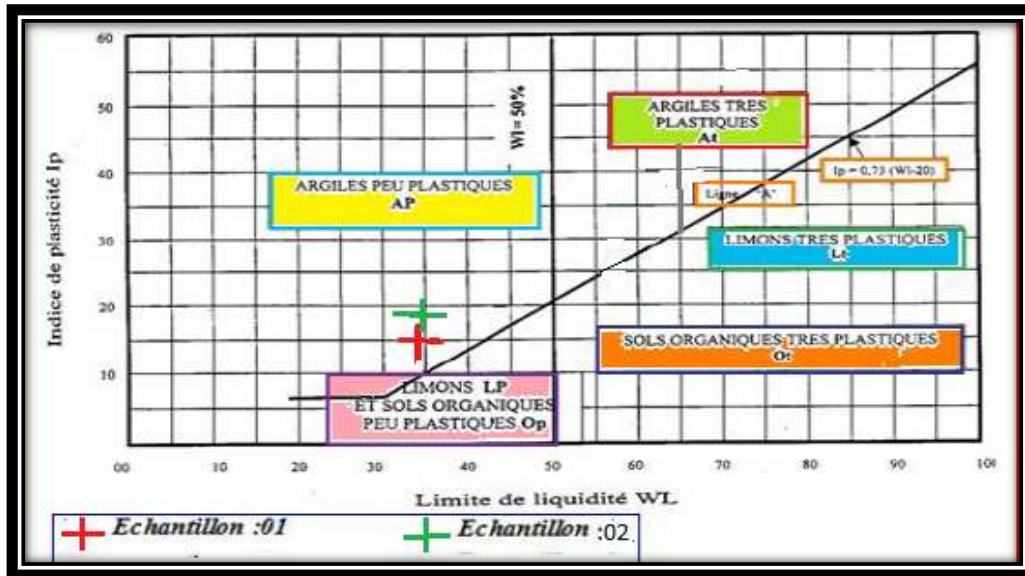


Fig.32.Projection des couples (WL,Ip) dans l'abaque de Casagrande.

Une classification peut être réalisée aussi suivant les valeurs de WL, Wp et IP en se basant sur le diagramme de Casagrande de classification des sols fins.

En reportant les résultats d'essais des sols étudiés (IP et WL) sur le diagramme de Casagrande. On remarque que c'est une argile moyen gonflante à gonflante, voir (figure. 33)

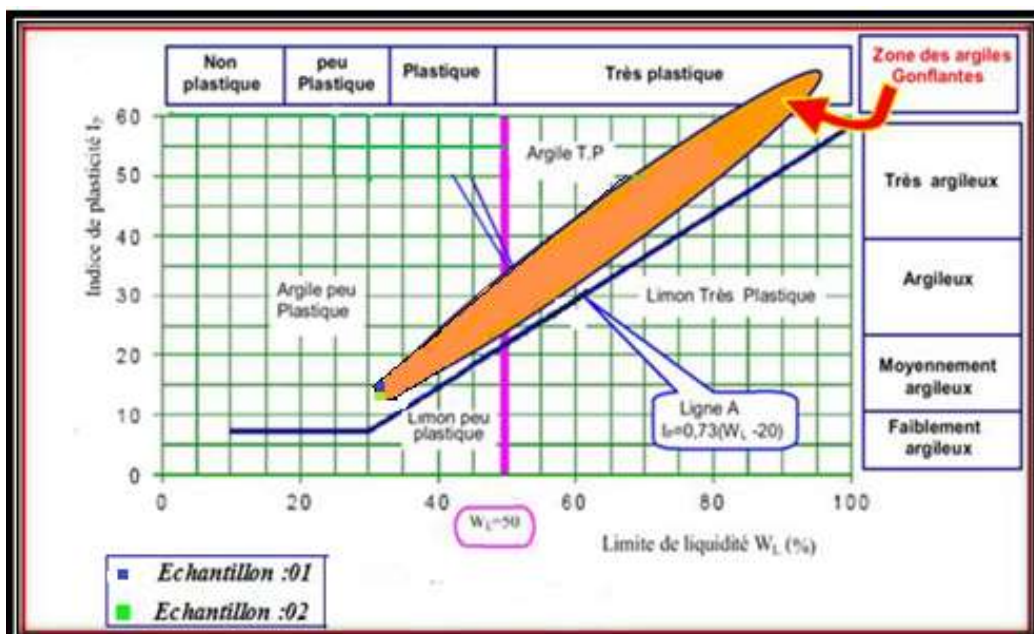


Fig. 33.Diagramme de Casagrande de classification des sols fin.

Les résultats des essais de reconnaissances pour les deux échantillons (Fig.34), permettent aussi de définir les types des argiles étudiées. D’après le diagramme de plasticité de Casagrande ci-dessous, les points représentatifs des sols étudiés sont localisés :

- dans la zone des argiles de la famille d’illites pour l’échantillon (1)
- dans la zone des argiles de la famille d’illites pour l’échantillon (02)

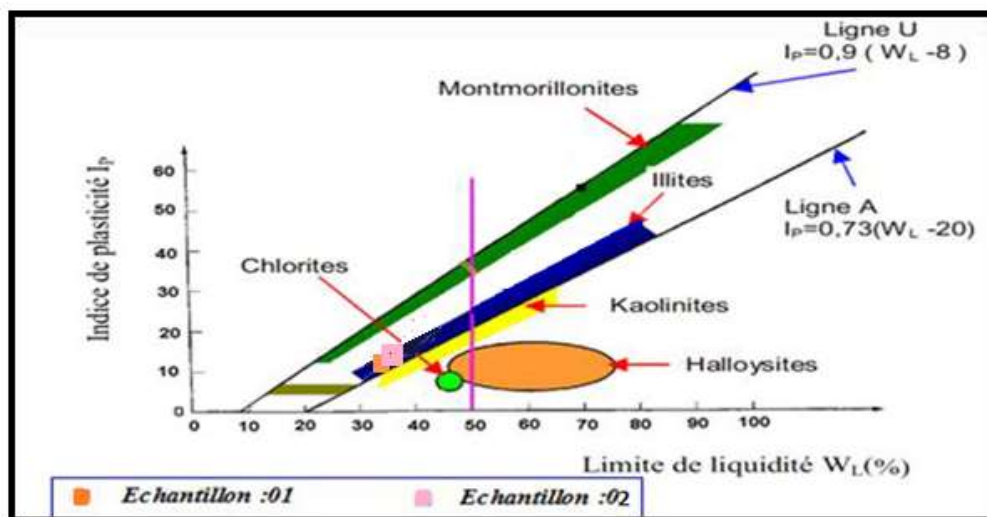


Fig.34. Position des minéraux argileux les plus connus sur l’abaque de plasticité de Casagrande

V.6.2.4. Les Analyses chimiques

Les analyses chimiques ont été effectuées pour déterminer l’agressivité du sol de fondation vis-à-vis des bétons pour la teneur en carbonates, teneur en sulfates, teneur en insolubles ou silices. Selon la norme NF P 94-048.

Les résultats des analyses chimiques des sols du site étudié sont reportés dans le tableau suivant :

Tableau.24. Résultats des analyses chimiques (L.G.G Sétif, 2012).

		Echantillon 01	Echantillon 02
Analyses Chimiques	Insoluble(%)	95.37	94.84
	CaCO₃ (%)	8.15	9.21
	SO₄H₂O (%)	7.30	7.29
	SO₄⁻ (mg/l)	3001	2996

L'examen des résultats des analyses chimiques sommaires a montré que le sol a une agressivité faible au béton, dont les valeurs des ions SO_4^- sont comprises entre 3001 et 2996 mg/l et les valeurs des carbonates ($CaCO_3$) comprises entre 8% et 19%.

V.6.3. Conclusion

Les caractéristiques géotechniques des sols constituant le site de glissement de terrain (Cite 200 logts à ouled soussi commune de Taher) nous permet de conclure qu'il s'agit des argiles, peu plastiques.

Selon les résultats obtenus par l'essai des limites d'Atterberg, les argiles au niveau du site sujet de glissement de terrain (cite 200 logts à ouled soussi commune de Taher) ont un potentiel de moyen gonflant.

V.7.Étude géophysique de glissement terrain cite 200 logts à ouled soussi commune de Taher

V.7.1.Introduction

La prospection géophysique est une technique non destructive très répandue en géologie de l'ingénieur, elle permet une investigation rapide et peu coûteuse d'un grand volume de sols et capable de caractériser des sols sur une surface étendue ainsi qu'éventuellement de détecter des variations latérales à l'échelle du site. La prospection géophysique devient alors un outil extrêmement puissant pour optimiser les campagnes de forage et réduit leur coût.

L'objectif principal de la présente étude est de déterminer par méthode de la tomographie électrique (ETR ou imagerie électrique), quelles sont les conditions géologiques, le LGG Sétif (2012) a procédé une campagne électrique en réalisant deux profils multi-électrodes (pour imagerie électrique) dans un contexte hétérogénéité des formation de sub-surface. sur la base des sondages carottés réalisés sur le site, nous tenterons d'apporter une interprétation qualitative des résultats de la campagne.

- **Appareillage utilisé** ; L'équipement géophysique utilisé pour mesurer la résistivité apparente du sous-sol est composé de :



Photo. 12. Appareillage utilisé

- Un résistivimètre type SYSCAL R1+ Switch 24.
- Booster (batterie)
- Des électrodes de courant AB (aciers)
- Des électrodes de potentiel MN (cuivre)
- Enrouleurs (Câbles) et accessoires
- Un résistivimètre type SYSCAL
-

V.7.2. Interprétation des résultats des traînés électriques = tomographie (reconnaissance géophysique = méthode de Résistivité)

V.7.2. 1. Etude géophysique de sub-surface à l'aide de la tomographie électrique (imagerie électrique) du site commun taher

➤ Principe de mesure et fonctionnement

La tomographie électrique est une amélioration du traîné électrique classique : on superpose sur un même profil des informations mesurées à partir de dispositif de longueur différentes.

➤ Choix et structure du logiciel (RES2DIN)

L'outil d'inversion utilisé dans notre étude est le logiciel RES2DIN. Ce programme utilise la méthode d'inversion des moindres carrés pour produire un modèle 2D de la sub-surface à partir de la résistivité apparente.

Le laboratoire LGG Sétif a réalisé sur le site de commune Taher quatre (04) profils d'imagerie électrique qui sont représentées en **figure 35**.

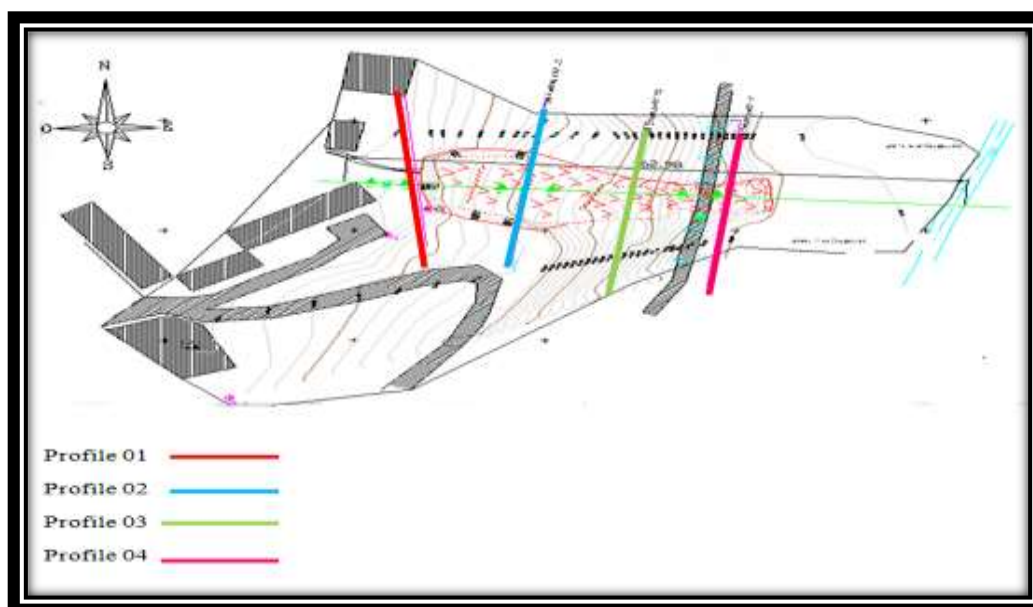


Fig. 35. Carte de situation des profils (LGG Sétif, 2012)

Les pseudo-sections ont été établies avec le dispositif Schlumberger-Wenner, comprenant 24 électrodes espacées chacune par rapport à l'autre de 5m totalisant une longueur de 115m et une profondeur d'investigation de 25m.

Parmi les différentes pseudo-sections réalisées, les quatre images que nous avons retenues dans le cadre de notre travail sont représentées en Figures 36 et 37.

Les différentes pseudo-sections permettent de montrer:

- Une variation graduelle des valeurs de résistivités qui indique le changement du faciès ceci est pratiquement visible dans toutes les pseudo-sections.
- L'apparition des zones très saturées en eau montre que le terrain est très perméable par endroit et indique aussi que ces zones présentent un chemin préférentiel de la circulation d'eau.
- Une ligne A qui montre la limite entre deux milieux de différente résistivité, cette limite peut être une limite entre le terrain naturel (substratum) et le terrain qui a subi un déplacement.

V.7.2.2. Interprétation des images tomographiques :

Comme énoncé précédemment, nous donnons dans ce qui va suivre l'interprétation des profils sélectionnés.

Profil Multi électrodes N°01

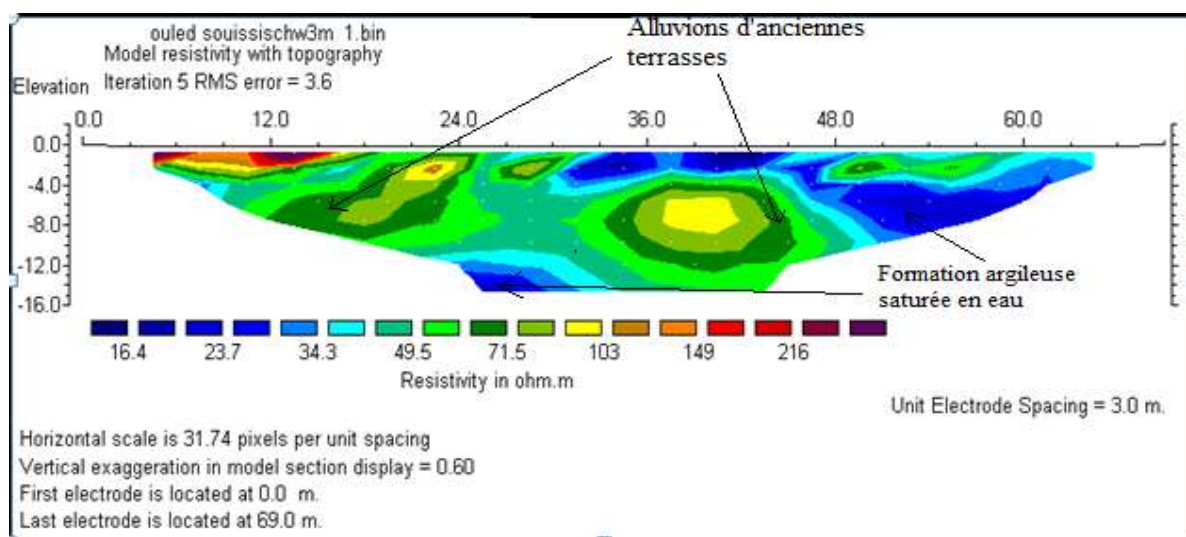


Fig. 36. Pseudo-section du profil N°01 (LGG Sétif (2012))

➤ Interprétation du profil N°01

L'image électrique corrélée aux données des sondages mécaniques permet de dégager deux terrains. De haut en bas nous avons

- **Horizon1:** cet horizon se caractérise par une résistivité variant entre 50 et 71 $\Omega.m$ et d'une profondeur allant de 3 à 12m qui correspond à des Alluvions d'anciennes terrasses.
- **Horizon 2:** cet horizon se caractérise par une faible résistivité variant entre 16 et 24 $\Omega.m$ et d'une profondeur allant de 1, 5 à 14m qui correspond aux formations argileuse saturé en eau. Cette faible résistivité est due à la présence d'une nappe aquifère.

Profil Multi électrodes N°02

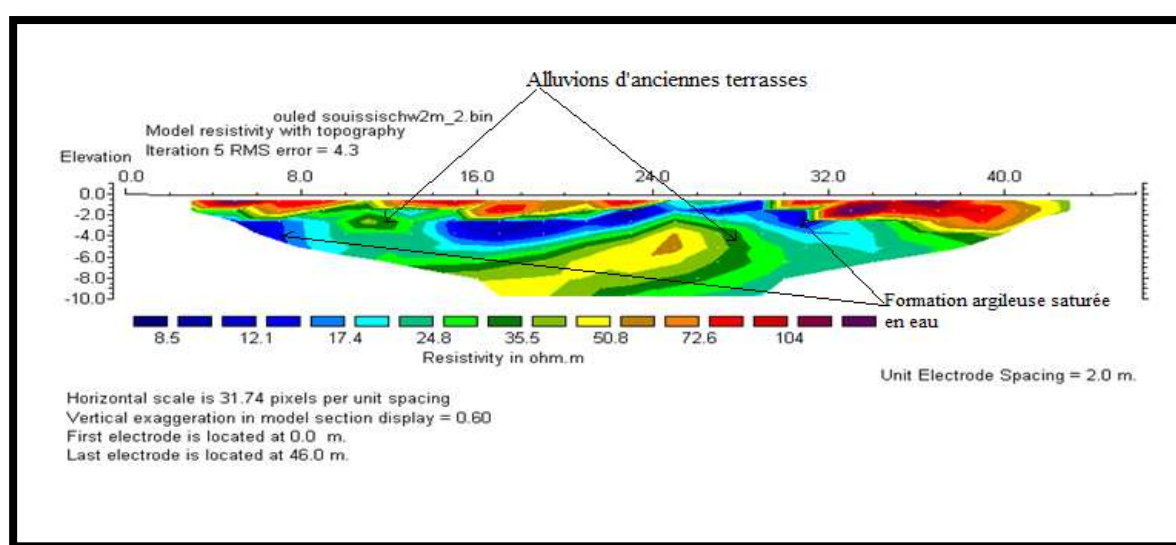


Fig. 37. Pseudo-section du profil N°02 (LGG Sétif (2012))

➤ Interprétation du profil N°02

- **Horizon 1:** cet horizon se caractérise par une résistivité variant entre 25 et 36 $\Omega.m$ et d'une profondeur allant de 3 à 10m qui correspond à des Alluvions d'anciennes terrasses
- **Horizon2:** cet horizon se caractérise par une faible résistivité qui varie entre 8.5 et 13 $\Omega.m$ et d'une profondeur de 0,6 jusqu'à 4.4m qui correspond à des formations argileuse saturé en eau.

Profil Multi électrodes N°03

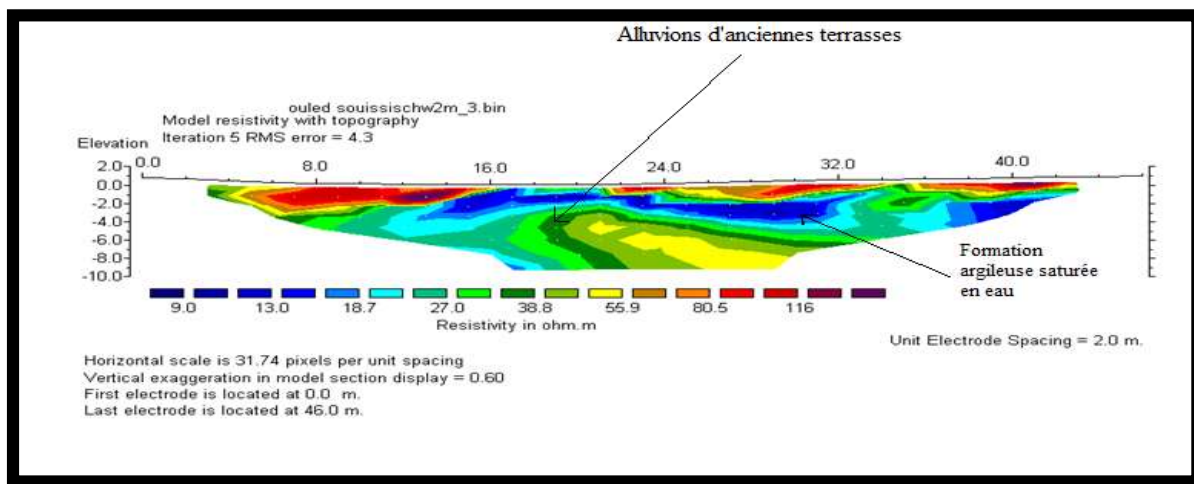


Fig.38.Pseudo-section du profil N°03(LGG Sétif (2012))

➤ **Interprétation du profil N°03**

- **Horizon 1:** cet horizon se caractérise par une résistivité variant entre 27 et 39 Ω .m et d'une profondeur allant de 3 à 10m qui correspond à des Alluvions d'anciennes terrasses
- **Horizon2:** cet horizon se caractérise par une faible résistivité qui varie entre 9 et 13 Ω .m et d'une profondeur de 0,5 jusqu'à 4m qui correspond à des formations argileuse saturé en eau.

Profil Multi électrodes N°04

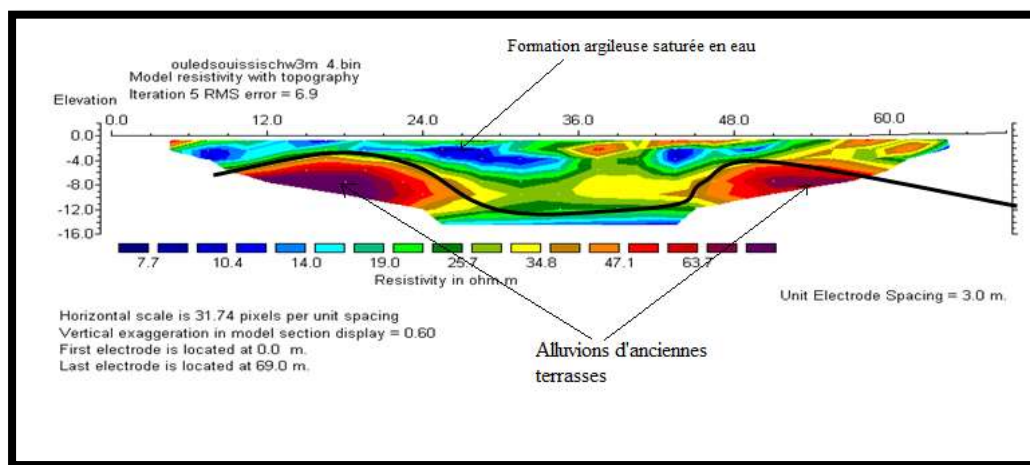


Fig. 39.Pseudo-section du profil N°04(LGG Sétif (2012))

➤ **Interprétation du profil N°04**

- **Horizon 1:** cet horizon se caractérise par une résistivité variant entre 8 et 10.5 $\Omega.m$ et d'une profondeur allant de 2 à 10m qui correspond à des formations argileuse saturé en eau
- **Horizon2:** cet horizon se caractérise par une forte résistivité qui supérieure 65 $\Omega.m$ et d'une profondeur de 5 jusqu'à 11m qui correspond à Alluvions d'anciennes terrasses.

V.7.3. Conclusion

La campagne géophysique d'imagerie électrique, permis de distinguer deux types de formations différents de point de vue électrique et lithologique, ce sont :

- Première formation, corresponde à des argiles saturées en eau à résistivité varie entre 7 à 24 Ohm.m.
- Le deuxième, correspond à des alluvions d'anciennes terrasses avec une valeur comprise entre 24 Ohm.m et 100 Ohm.m , et supérieur à 100 Ohm.m,
Ce que nous permis de déduire que :
 - Le premier matériau correspond à une formation argileuse très riche en cailloux (Alluvions).
 - Le deuxième matériau correspond à des alluvions compactées,
 - Les pseudo-sections obtenues, montrent la cause principale de l'instabilité qui est due à la présence des eaux sous terraines à une profondeur.

Chapitre VI :
Calcul de stabilité et
confortement

VI.1.Introduction

Les mouvements et glissements de terrain sont très souvent des accidents graves de grande ampleur qui provoquent des dégâts matériels considérables et peuvent causer des pertes en vies humaines sous l'effet de la dégradation du sol ou sous-sol par des différents facteurs naturels (eau, pesanteur, séisme, etc.) ou anthropiques (exploitation de matériaux, déboisement, terrassement, etc.). L'intérêt que provoquent les phénomènes d'instabilité de terrain s'est fortement augmenté ces dernières décennies, surtout en raison des dégâts occasionnés par divers événements catastrophiques. L'augmentation des dégâts et des coûts liés aux instabilités de terrain est devenue une source de préoccupation qui touche presque l'ensemble du territoire national. Il est donc primordial, pour établir des plans d'aménagement du territoire, non seulement d'identifier ces phénomènes, mais également de mieux cerner leur comportement afin d'anticiper des dégâts probables.

VI.1.1.Méthodes de calcul

La méthode universellement utilisée pour calcul de stabilité de pente est celle de l'équilibre limite. On considère l'aptitude au glissement d'un certain volume de sol au voisinage de la pente. On étudie la stabilité de cet élément de sol.

VI.1.1.1.Méthode des tranches de Fellenius (suédoise)

C'est la méthode la plus simple pour l'analyse de stabilité des talus. Fellenius suppose que le volume de glissement délimité par la surface de glissement et la topographique du talus est subdivisé en (n) tranches. Chaque tranche est considérée comme un solide indéformable, en équilibre sur ligne de glissement. Considérant c , ϕ ($^\circ$), γ , la stabilité est étudiée en considérant le problème plan, c'est-à-dire en analysant l'équilibre d'une masse de sol d'épaisseur unité dans le sens perpendiculaire à la figure (40) :

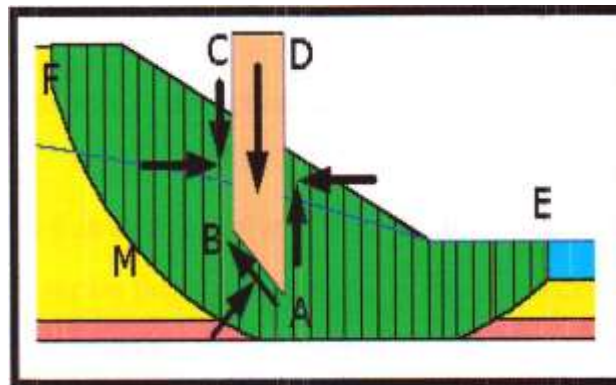


Fig.40. schéma illustrant le découpage en tranches d'un talus (G.philipponnat ; et H.Bertrand ; 2003).

Soit un cercle quelconque de centre O et de rayon R pour lequel on vérifie la sécurité vis-à-vis du risque de glissement. La méthode consiste à découper le volume de sol concerné (compris dans l'arc FMF) en un certain nombre de tranches limitées par des plans verticaux. Étudions l'équilibre de l'une de ces tranches (Fig.40), par exemple la tranche "ABCD".

Étude de la tranche (détermination du coefficient de sécurité) :

❖ Absence de la nappe

Les forces qui agissent sur cette tranche (Fig.42) sont les suivantes :

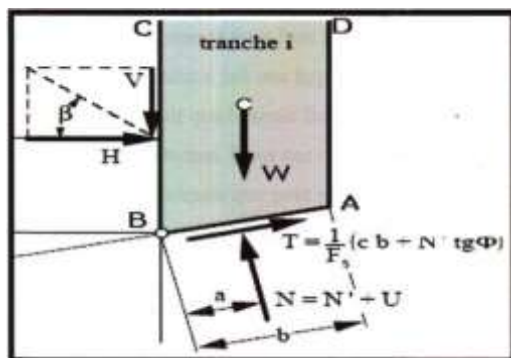


Fig. 41 .Forces agissant sur la tranche en (G.philippinat ; et H.Bertrand ; 2003)

- W : poids de la tranche ABCD se décompose en une force normale "N" et une force tangentielle "T».
- Rn (force résistante : la réaction du milieu sous –jacent sur l’arc AB ; elle est aussi la Résistance du sol due a sa cohésion et son angle de frottement interne.
- Les réactions sur les faces verticales BC et AD décomposées en réactions horizontales H et en réaction V.il s’agit de forces internes au massif étudié.
- Les pressions hydrauliques.
Définition par rapport au centre "O" :
- **Les moments moteurs** : comme celui du poids des terres W (et des surcharges éventuelles, qui tend à provoquer le glissement ;
- **Les moments résistants** : comme ceux des réactions s’opposant globalement au glissement de la tranche (**G.philippinat ; et H.Bertrand ; 2003**).

La surface de rupture étant limitée par les points E et F, le coefficient de sécurité globale FS est défini par l’équation

$$F = \frac{\sum \text{des moments résistants}}{\sum \text{des moments moteurs}} \dots\dots\dots (1) \text{G.philippinat ; et H.Bertrand ; 2003}.$$

Considérons la somme des moments pour l’arc EF, sachant que la somme des moments des forces est nulle .Fellenuis a fait une hypothèse qui simplifie considérablement les calculs, a savoir que la seule force agissant sur l’arc AB est le poids W, a l’exception des forces internes .dans ces conditions, le moment résistant maximal est fourni par la valeur maximale que peut prendre la composante tangentielle de Rn. (**G.philippinat ;et H.Bertrand ;2003**).

D’après la loi de Coulomb, elle s’écrit :

$$(R_n)_t = C_i \cdot AB + N_n \cdot \tan \phi \dots\dots\dots (2) \text{(G.philippinat ; et H.Bertrand ; 2003)}.$$

La somme des moments pour toutes tranches sera :

$$\sum_{n=1}^{n=m} R \cdot (C_i \cdot AB + N_n \cdot \tan \phi_i) \dots\dots\dots (3) \text{(G.philippinat ; et H.Bertrand ; 2003)}.$$

Avec :

M : nombre total de tranche

R : nombre total de tranches

R : rayon du cercle de glissement.

C_i, ϕ_i : caractéristiques mécaniques de la couche dans laquelle est situé l'arc de la tranche AB.

Par ailleurs, le moment moteur est du à égal à $T_n \times R$, d'où :

$$F = \frac{\sum_{n=1}^{n=m} (C_i \cdot AB + N_n \cdot \tan \phi_i)}{\sum_{n=1}^{n=m} T_n} \dots\dots\dots (4) \text{G.philippinat ; et H.Bertrand ; 2003).}$$

sachant que : $N = w \cdot \cos \alpha$

$$T = w \cdot \sin \alpha \cdot L = ab = \frac{b}{\cos \alpha}, \text{ la formule (4) devient :}$$

$$F_s = \frac{\sum_1^n (C_i \cdot \frac{b}{\cos \alpha} + w \cdot \cos \alpha \cdot \tan \phi_i)}{\sum_1^n W \cdot \sin \alpha} \dots\dots\dots (5) \text{G.philippinat ; et H.Bertrand ; 2003).}$$

• **Remarque**

Les paramètres géométriques intervenant dans le calcul de F_s sont donc :

b-largeur de la tranche.

L : longueur développée de la surface de rupture.

α : l'angle orienté que fait le rayon du cercle passant par lieu de la base de la tranche avec la verticale.

La hauteur de la tranche pour le calcul du poids W.

➤ **Choix de la valeur du coefficient de sécurité dans le calcul de stabilité**

Le coefficient de sécurité (F_s) défini par rapport au moment résistant par des essais successifs permettent de déterminer le cercle le plus défavorable (P.Habibb, 1997).

VI .1.2.Calcul de stabilité par le logiciel (GEO-SLOPE)

Tableau .25. Valeurs de coefficient de sécurité FS données en fonction l'importance de l'ouvrage

• **Définition**

F_s	Etas de l'ouvrage
<1	Danger
1.0-1.25	Sécurité contestable
1.25-1.4	Sécurité satisfaisante pour les ouvrages peu importants Sécurité contestable pour les barrages, ou bien quand la rupture serait catastrophique
>1.4	satisfaisante pour les ouvrages

Dans nos calculs de stabilité, nous avons utilisé le logiciel Geo-Slope, ce dernier utilise la théorie de l'équilibre limite basée sur les méthodes des tranches de Fellenius, Bishop et Janbu.

Les données utilisées par ce logiciel de calcul sont :

- a- La géométrie : profil topographique, disposition géométrique de différentes couches
- b- les caractéristiques géotechniques de terrain (c_i , ϕ_i et γ_i).

Pour effectuer le calcul de la stabilité nous avons utilisé la méthode de Fellenius. Nos visites et observations sur site, appuyées par les données de l'étude géologique effectuée par (Durand Delga, M) nous ont permis de considérer que le versant concerné par l'instabilité présente les formations lithologiques suivantes:

- Marne à bloc (mollasse)
- Limons sableux
- niveau caillouteux (argile rouge quaternaire)

Dans ce cas précis seul le calcul de stabilité en absence de nappe a été réalisé.

Les caractéristiques géotechniques des matériaux introduites dans le calcul par ce logiciel sont reportées dans le tableau(26) ci-dessous

Tableau .26. Caractéristiques géotechniques des formations lithologiques

Matériaux	γ_d (kn/m ³)	C(KPa)	Φ (°)
Niveau caillouteux	16.8	82	3.29
Marne à bloc (molasse)	17.4	79	3.83

✓ Les résultats de calcul de stabilité par le logiciel Geo-Slope :

Les résultats de calcul de stabilité obtenu pour notre zone d'étude par logiciel Géo-Slope ;(FS=0.427).

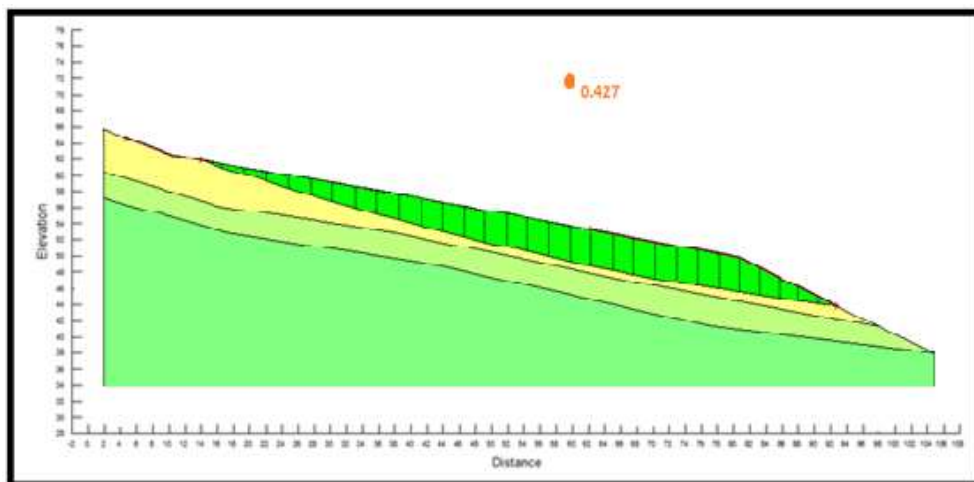


Fig. 42. Cercle critique obtenu selon le profil en long de levé topographique.

Le coefficient de sécurité minimal correspondant au cercle critique et de l'ordre de (0.427), cette valeur est inférieure au coefficient de sécurité admissible (1.5) ce qui confirme parfaitement l'instabilité du talus étudié.

VI.2. Conclusion

L'observation de cercle critique permet de déduire que:

- ✓ Le glissement de la zone en question affecte principalement des formations Marne bloc (mollasse), Limons sableux, niveau caillouteux (argile rouge quaternaire) avec une profondeur de l'ordre de 15 m.
- ✓ Ces profondeurs doivent être prises en considération lors de l'exécution de tout système de confortation afin d'assurer leur efficacité.

VI.3. Confortement et remèdes

Quand l'on est conforté à des enjeux importants, il est notamment nécessaire de s'assurer de l'efficacité des travaux à réaliser. Un des moyens pour y parvenir est la bonne connaissance des terrains à stabiliser, surtout lorsqu'il y a un risque à degrés important.

Les travaux de prévention dites « passives », c'est-à-dire qui ne réduisent pas l'ampleur du phénomène mais en limitent ses effets :

- modification des enjeux
- surveillance et alerte.
- arrêt ou déviation des matériaux, etc....

Les actions dites « actives » qui permet de stabiliser la zone de glissement. Ces actions peuvent être ponctuelles (soutènement, végétalisation, substitution de terrain par apport de matériaux grossiers de meilleure caractéristique mécanique et drainantes) ou plus étendues (drainage). Le drainage est particulièrement mise en œuvre, l'eau jouant en règle générale un rôle moteur déterminant.

Il est donc possible de classer les remèdes envisageables en deux grandes familles :

- **Les actions rhéologiques** : qui agissent sur le milieu lui-même et visent à accroître sa résistance à la rupture : amélioration des caractéristiques géotechniques par drainage, traitement, plantation.
- **Les actions mécaniques** : qui visent à créer des forces extérieures stabilisatrices : ouvrages de soutènement, terrassements, élimination de surcharges.

VI.3.1. Les différents travaux de confortement

VI.3.1.1. Les techniques de drainage

La lutte contre l'eau est une des actions les plus efficaces pour prévenir, stabiliser ou ralentir un glissement de terrain. La connaissance du mode d'alimentation de la nappe est indispensable pour intervenir efficacement. Le succès d'un drainage repose aussi sur son entretien pour éviter un risque de colmatage (fermer) par des dépôts sulfatés, calcaires ou ferrugineux, des arrivées de fines, etc.

Parmi les différentes techniques de drainage on distinguera :

a- Les ouvrages de captage, collecte et évacuation : ont pour principe de capter et dériver les eaux de surface s'écoulant en direction de la zone sensible c'est-à-dire vers le glissement de terrain et, de collecter et évacuer les eaux loin de la zone sensible, en limitant les risques de ré infiltration.

Ces techniques ont pour avantages principaux leur coût modère, une mise en œuvre simple pouvant être réalisée par des entreprises locales, un entretien aisé pour les collecteurs à ciel ouvert et une bonne adaptation au traitement de zones étendues.

· **Exemples de techniques de drainage**

- **Collecteurs à ciel ouvert**

Leur but est de transporter l'eau captée par le système drainant hors de la zone en glissement en évitant le plus les réinfiltration. Il existe une importante gamme de collecteur à ciel ouvert qui permettent de s'adapter à de nombreuses situations : aqueduc (canal) béton, canal en pierres sèches / maçonneries ou en bois, demi-buse métallique.

- **Les collecteurs fermés**

Ce sont de simple canalisation identique à celle utilisées en adduction d'eau et assainissement, installées lorsqu'il n'est pas possible d'utiliser des collecteurs à ciel ouvert pour des raisons foncières (ex : traversée de parcelles, exploitation agricole). Dans le cas de glissement très actif, seuls des tuyaux non enterrés en PEHD semblent acceptable.

b- Elimination des infiltrations superficielles issues de la pluie et du ruissellement sauvage

- Captage de toutes les sources et résurgences repérables et évacuation au moyen de tubes en plastiques

- Réalisation d'un réseau provisoire de rigoles

- Obturation (fermeture) de fissures superficielles

- Recherche et élimination des infiltrations anormales : réseau de drainage.

- Pose d'un revêtement étanche sur pente mise en place d'un masque drainant : sa mise en place a pour effet : d'éliminer le ruissellement superficiel et donc l'érosion-de réduire l'infiltration profonde par élimination de l'effet désorganisateur de l'alternance retrait/gonflement-de réduire l'effet de la pression de courant-de créer une surcharge en pied et donc un couple stabilisateur éventuellement de réduire la pente de versant.

c- Captage des filtrations profondes – drainage profond

Sont utilisés en dernier recours, c'est-à-dire dans le cas où les techniques décrites précédemment n'auraient pas ou peu d'effet stabilisateur. Le drainage profond est le remède le plus efficace puisqu'il agit au niveau de la surface de glissement en captant un maximum d'eaux nuisible (fatal). Il concerne toutes les techniques drainantes utilisant des forages, soit les drains subhorizontaux, drains siphons, puits verticaux.

Le coût très élevé et les aléas du drainage profond réservent pratiquement de telles opérations aux problèmes urbains ou à la protection d'intérêts importants et de vies humaines. Ce sont des techniques complexes à concevoir et à mettre en œuvre .elles nécessitent systématiquement une étude préalable importante et l'intervention d'entreprises spécialisées.

*** Il s'agit d'intervenir :**

Sur les eaux superficielles qui s'infiltreront à l'amont immédiat du glissement et qui s'écoulent dans les terrains instables. Ces apports d'eau qui se font au sein même de la masse instable, sont les plus pernicieux en même temps que les difficiles à repérer et à éliminer.

Les principaux dispositifs de drainage envisageable pour le traitement d'un versant :

- Les tranchées drainantes représente le technique de drainage la plus ancienne.
- Les éperons drainants destinés à drainer mais aussi à armer le terrain
- Les drains subhorizontaux : elle se fait de deux façons soit par forage et introduction d'un tube drainant et au moyen de tubes métalliques perforés poussés à force ou battus dans les versants (Fig.43).
- Les drains verticaux
- Les forages de rabattement
- Galeries horizontales et puits verticaux

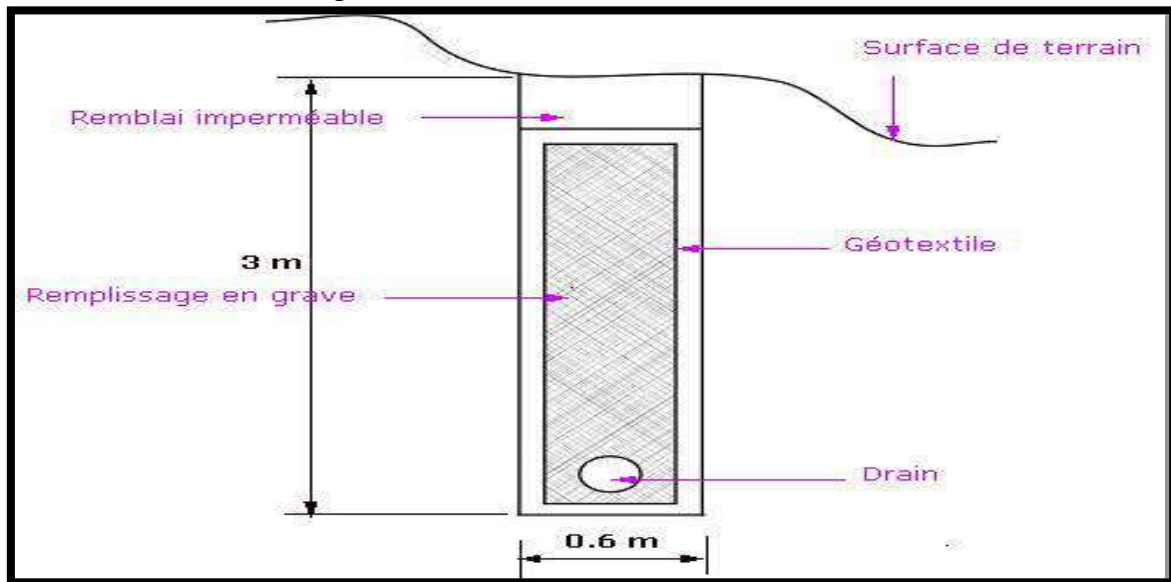


Fig. 43. Exemple d'un drain subhorizontal.

VI.3.1.2. Reprofilage (Talutage)

Les conditions de stabilité d'un talus étant directement liées à sa pente, on peut assez simplement augmenter la sécurité par retalutage du terrain naturel. Dans ce sens, le procédé s'apparente à l'allègement en tête : il consiste en un adoucissement de la pente moyenne. L'objet de ce reprofilage est d'enlever les zones instables en tête de glissement.

VI.3.1.3. Butée du pied

Le chargement en pied d'un glissement est une technique souvent utilisée et généralement efficace, elle permet de limiter les risques de reprise du glissement en amont ou en aval.

VI.3.1.4. Le reboisement

Le reboisement représente un moyen économique et souvent efficace. En effet, le rôle stabilisateur des arbres tient à plusieurs facteurs : D'une part, les racines jouent un rôle mécanique par augmentation de la résistance au cisaillement des sols (le rôle d'ancrage par les racines), d'autre part, la couverture végétale influe sur le bilan hydrique du versant en participant au drainage du terrain instable par évapotranspiration (J.C. Flageollet, 1989). En plus, la couverture végétale lutte contre l'érosion superficielle des sols.

VI.3.1.5. Elimination de surcharge

Système de gabionnage : Le gabionnage est une technique qui consiste à empiler et lier des gabions remplis de pierres.

L'objectif de gabionnage

-fabriquer des gabionnages nécessaires à l'installation d'ouvrage divers notamment les micro-barrages, les barrages et les seuils.

-Ralentir la vitesse des eaux de pendant les crues

-enrayer le phénomène d'érosion hydrique qui a des effets sur la croulé superficielle du sol

-favoriser l'épandage et la sédimentation dans les vallées

VI.4. Conclusion

Le choix d'une technique de drainage tien compte à l'évidence de la profondeur du mouvement, de la nature et du volume de matériaux mis en jeu, de la connaissance du site (vitesses de glissement, réaction aux épisodes pluvieux) et de ses contraintes d'accès et d'emprises, des contraintes économiques d'investissement et d'entretien, des délais de réalisation, et des risques de désordres en phase de travaux.

Il sera notamment nécessaire de réfléchir à l'adéquation (lien)entre le dispositif et l'échelle du phénomène, à la pérennité de certaines techniques, aux nécessités et possibilités d'entretien ultérieur et à la possibilité de compléter le dispositif suite à des observations faites durant le chantier ou après quelques s'interroger sur la maîtrise des risques liés à la modification des écoulements (en particulier le contrôle des exutoires), et au comportement des dispositifs en cas d'épisode de pluies particulier, réactivation du mouvement, etc.

· Enfin on n'insistera jamais sur les trois points :

1- La surveillance du dispositif est nécessaire, quand a son entretien, à l'appréciation de son efficacité (souvent possible par quelques mesures simples mais régulières), ce qui suppose la parfaite connaissances des travaux effectivement réalisés.

2- Toute intervention a ses limites dans un domaine naturel complexe comme celui d'un versant. La connaissance du fonctionnement de celui -ci était en règle générale très réduite avant la réalisation des travaux.

3- Les conditions de fonctionnement « naturel » peuvent varier sur une longue période (modification des écoulements en amont par exemple).

Conclusion générale

Conclusion générale

Au terme de notre travail, les résultats obtenus par les différentes reconnaissances, géomorphologiques, climatiques, géotechniques ainsi que l'application du système d'information géographique, ont permis de dégager les observations suivantes :

- sur le plan morphologique : la zone d'étude est caractérisé par des reliefs modérés avec des classes de pentes moyenne à forte.

- Selon les résultats obtenus par l'essai des limites d'Atterberg, les argiles au niveau du site sujet de glissement de terrain (cite 200 logts à ouled soussi commune de Taher).

- profondeur de glissement terrain selon géoslope.

- L'aire en question, est caractérisé par un climat tempéré et humide.

- Par ailleurs, les formations géologiques et lithologiques qui affleurent dans la zone d'étude exercent aussi une influence sur l'instabilité.

- Finalement, la zone d'étude peut être subdivisée en zones ou le degré de risque peut localiser en plusieurs classes, faible, moyen, fort et très fort.

Amireche.H :(2002) , *L'eau , le substrat , la tectonique et l'anthropisation dans les Phénomènes érosifs du tell nord – constantinois. (Thèse de doctorat d'état).*

Andrieux, J. et Djellit, H. (1989): *Structure de la petite Kabylie occidentale (Algérie): flyschs ultra et flyschs externes. C. R. Acad. Sci. Paris, t. 309, Série.II, pp. 1191-1196.*

-Badraoui M., Pascal N., YachouH, 2001.*Elaboration d'une base de données sous SIG pour la gestion intégrée du PMVB de Tanant, Rapprt du projet .IAV Hassan II-DAF-AGR-Ct de Tanant .*

- Bensarsa, D. Benleulmi, K (2016). *Application des SIG pour la cartographie et à la spatialisation des zones vulnérables au glissement de terrain : cas de la partie Nord-Ouest de la commune d'Oudjana, wilaya de Jijel, Algérie, mém .Univ Constantine .*

- Bouillin, J.P. (1977). *Géologie Alpine de la Petite Kabylie dans les régions de Collo et d'El- Milia (Algérie), thèse Doctorat. Université Pierre et Marie Curie, 511P.*

-Djellit H. (1987). *Évolution tectono-métamorphique de socle kabyle et polarité de mise en place des nappes de flysch en Petite Kabylie occidentale (Algérie). Thèse doctorat d'état, université de paris- sud, centre d'Orsay.206 pages.*

-Durand Delga, M. (1969). *Mise au point sur la structure du Nord Est de la Berberie. Bull.Serv. Carte géol. Algérie, 39: P 89-131.*

-Durand Delga M. (1955). *Etude géologique de l'Ouest de la chaîne Numidique. Thèse d'Etat. Paris, Publ.serv.Carte géol. Algérie, PP.24, 533.*

-Dresch, J, (1957).*les types de reliefs morpho-climatique et leurs limites les Andes centrales in Bulletin de l'Association de géographes français, N°263-264,34, P2, 19.*

-Habib,P,(1997). *Génie géotechnique –Application de la mécanique des sols et des roches.Ed.Ellpies, AUPELF, UREF.Paris, 222p.*

-Hamadou Noureddine(2011). *Risques liés aux mouvements de terrain dans le Tell Constantinois : Cas du glissement de Douar Souadek (Zighoud Yousef) .*

-Helim ,A. Soukkou, A(2013). *Etude géologique et géotechnique du POS N°03 Taher wilaya de Jijel. P1, 6.*

-Gelard, J.P. (1969): *Le flysch à base schisto-gréseuse de la bordure méridionale et orientale du massif de chellata: Le flysch mauritanien (grande Kabylie). Bull. Soc. Géol. France. 7. pp 676-686.*

-Kherrouba H. (2008). *Etude géologique et géotechnique des zones instables de la région de Texenna-Djimla, wilaya de Jijel (Algérie).Mémoire de magistère, université de Jijel.*

- Laboratoire Aiche Géo-Sol, (2012) . Rapport d'étude géotechnique POS taher N°04.**
- Laboratoire Bouibaoune Lakhdar (L.G.G Sétif), (2012). Rapport d'étude géotechnique Taher-Jijel.**
- laboratoire HAMADAT L.C.T.R.E.T.T des études techniques et géotechnique (Sétif), (décembre 2015). Rapport d'étude géotechnique de glissement cité BOUKAABOUR/TAHER.**
- Merdassi abdelmoumene (2011). Evaluation et spatialisation des contraintes en milieu montagnard pour une gestion intégrée des risques majeurs par les techniques de la géomatique.cas de la ville d'Arris(thèse de magister)**
- Philipponat, G. et Bertrand, H., « Fondations et ouvrages en terre », Éditions Eyrolles, 2003, 548 P.**
- Raoult, J.F. (1969 c):** Relation entre la dorsale Kabyle et les flyschs sur la transversale de Dj. Rhédir, phase tangentielle Eocène, paléogéographie (Nord Constantinois, Algérie). Bull. Soc. Géol. France (7), XI, Paris. N523, 543P.
- Raoult, J.F. (1969 c):** Relation entre la dorsale Kabyle et les flyschs sur la transversale de Dj. Rhédir, phase tangentielle Eocène, paléogéographie (Nord Constantinois, Algérie). Bull. Soc. Géol. France (7), XI, Paris. N523, 543P.
- Raoult, J.F. (1974).Géologie du centre de la chaîne Numidique (Nord du Constantinois, Algérie). Mem. Soc. Géol. France, 53, 121, 163P.**
- Raymond, D. (1976):** Evolution sédimentaire et tectonique du Nord-Ouest de la Grande Kabylie (Algérie) au cours du cycle Alpin. Thèse, Paris, 156P.
- Vila J. M. (1980). La chaîne Alpine d'Algérie orientale et des confins Algéro-Tunisiens. Thèse Doctorat. Université Pierre et Marie Curie (Paris VI) ,3 vol, Paris. 663 pages.**
- Wildi W. (1983). La chaîne Tello-rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie) : structure, stratigraphie, et évolution du Trias au Miocène REV. Géol. Dyn.Geographys ; 24.P201-297.**

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى دراسة المجالات في منطقة مخاطر الانزلاق، وذلك لمدينة 200 logts أولاد سويسي الطاهير. من خلال تحليل دقيق جدا للدراسات الجيولوجية، الجيوتقنية والجيوفيزيائية.

لهذا الغرض تم استخدام نظام المعلومات الجغرافية كمنصة لعرض وتحليل البيانات والإعدادات (الجغرافية ، الجيومرفولوجية والجيوتقنية) وذلك لوجود تأثير على عدم استقرار الموقع المذكور .

إن الخصائص المرفولوجية والصخرية والعوامل المناخية هي المؤشرات الرئيسية لمنطقة الدراسة، لما في ذلك من إنهيارات أرضية والمخاطر الرئيسية الحالية.

بالإضافة إلى دور النشاط البشري في الأرض الغير المستقر، كل ذلك ساهم في إبراز هذه الأخطار المترتبة على ذلك ووضع الحلول المناسبة.

الكلمات الدلالية:

إنزلاق أرضي، الطاهير، نظام المعلومات الجغرافية، الأخطار.

Résumé

Cette étude vise à étudier les zones à risques glissement de terrain, cas de la cité de 200 logts, Ouled Souici commune de Taher, à travers une analyse très poussé, géologique, géotechnique et géophysique.

À cet effet, le système d'information géographique a été utilisé en tant que plateforme pour la présentation et l'analyse des données et paramètres (géo-géomorphologique et géotechnique) ayant impact sur l'instabilité et le degré de risque de site en question.

Les propriétés, morphologiques, lithologiques, et climatiques constituent les principaux facteurs indicateurs sur la zone étudiée, dont les glissements de terrain présentent des risques majeurs.

En plus du rôle joué par l'action anthropique dans l'instabilité du terrain étudié .la connaissance des mécanismes de chacun des éléments du milieu physique qui entrent en jeu et leur conséquence ont permis d'apporter des protections quant à la résolution de ce problème .

Mot clés : SIG .glissement de terrain .Taher.cartographie .

Abstract

This study aims to study zones that contain risks, the case 200 buildings city, Ouled Souici – Taher-, through a very advanced analysis, geological, geotechnical and geophysical.

The geographic information system was used as a platform for the presentation and analysis of data and parameters (geo-geomorphology and geotechnics) having an effect on the instability and the risks degree of the area studied.

Properties, morphological, lithologic and climatic are the main indicators in the study area, where landslides present major risks.

In addition to the role played by anthropogenic action's in the instability of the area studied, knowledge of the mechanisms of each of the elements in the physical environment that come into play and their consequences have made it possible to provide protections for solving this problem .

Key word: SIG. contain risks.Taher.