

Republique Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
Et de la recherche Scientifique
Université de Jijel
جامعة جيجل



06.07 / 05

Faculte des sciences
Departement des
sciences de la terre



كلية العلوم
قسم علوم الأرض

02/03

MEMOIRE
En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en géologie
Option
Géologie de l'ingénieur

Thème



Caractérisation Géologique et Géotechnique
Du Glissement sur la RN 27 au PK 50 + 00
Constantine - Jijel

Membre du jury :

Président : Mer BEN ZAID .R
Examineur : Mer BOUFAA. K
Encadreur : Mer BOUFTOUHA.Y



Réalisé par :
FERGANI MANEL
CHERFI RADIA

Promotion 2005



Remerciements

Au terme de ce travail, nous commençons par remercier dieu pour nous avoir donné la volonté et le courage pour terminer ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer notre gratitude et nos sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

Nos remerciements très chaleureux à Monsieur BOUFTOUHA YUCEF, notre promoteur, qui nous a guidé et suivi tout au long de ce travail. Ses critiques fructueuses ont été pour nous une source d'enrichissement. Son aide et sa disponibilité nous ont permis d'avancer dans le travail et de finaliser cette étude.

Nous tenons à souligner la bonne entente de notre juré Monsieur BENZAID RIAD, qui nous a conseillé, encouragé et aussi prodigué de précieux conseils et de multiples suggestions. Il a su faire preuve d'une très grande disponibilité pour nous guider et nous soutenir tout au long de ce travail.

Nous remercions M^r ZENNIR ABD EL MALEK recteur de la faculté.

Nous adressons également nos vifs remerciements aux membres du jury qui ont bien voulu accepter d'examiner ce modeste travail.

Nos remerciements les plus sincères vont aussi à l'ensemble du personnel de la :

DTP«de Mila»: à M^r SALAY, M^r SRAWI , M^r BOUZERAYEB ,M^r LAOUAR , DJOUDA, NASSIMA....

SETA « Société d'étude technique Annaba » : à M^r NASRI, M^r OBAID, et M^r ABIDI, M^r SAYEH...

DUC « de Mila ») : à M^r FERGANI, M^{elle} BEN CHAOUI.

Nos remerciements sont également adressés à tous les enseignants qui ont contribué à notre formations : M^r BOUZENNOUNE , M^r TEKKOUK, M^r BOUFAA , M^r MEBROUK , M^{elle} KAOUA SONIA Chef de département de Science de la terre.

On n'oubliera jamais de nous adresser à nos familles pour leurs soutien exemplaire moral et matériel continu et inébranlable. Tout au long de notre cycle.

DEDICACE

*Louange, Adieu, pour sa miséricorde et sa lumière, grâce a qui tout est possible,
et prière et salut à notre profet Mohammed.*

Je dédie ce modeste travail aux êtres les plus chères que mes yeux :

-à MaMa Khadoudja symbole de l'amour et de tendresses

*-A BaBa Aderrahim qui ma prodigué tout d'affection, et consenti pour moi les
grands sacrifices, et il n'est point que de prier ALLAH de les protéger
éternellement par sa miséricorde.*

*-A Mes chères frères et Sœurs : Rami – Nouha – Samir – Khaled – rima-
Oussama.*

*-A Mon bien aimé Fayçal qu'il trouve ici un faible témoignage de mon profond
respect d'avoir toujours été présent au moment voulu, son savoir sa patience et sa
gentillesse m'ont beaucoup aidé dans mon travail.*

*-A Khalou Beddou, Samia, Nadjet, Tata Salîha, Tata Hassina pour leurs
soutiens moraux,*

-A Toute la promotion exclusive 2005 Geotechnique – Chacun un son nom-

*-A mes très chère copinne de chambre : Iméne – Soumia – Karima – Hafida –
Fatîha – Fatima.*

-Au Bureau d'étude Génie Info - ZOFO

A Toute Un Grand Merci

Manel

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À ma chère maman bien aimé, que le dieu la garde.

À la mémoire de mon père, l'exemple de l'affection et la tendresse qui m'a toujours encouragé et souhaité la réussite dans la vie, et qui m'a entouré de soin et de protections.

À ma grand-mère et mes tantes à Annaba.

À mes frères : Ahmed Salah, et son épouse Nassima, Lahcène , Adel , Ameer .

À mes nièce : Aya Malek , Chaïma , et le petit Rafik

À l'être plus cher à moi ; mon fiancé : Rafik Rida.

À mes beaux parents : Farid et Saïda .

À mes beaux frères : lamine , Karim , Ammar.

À mes deux amis Intimes IKRAM et FAOUZI qui m'ont vraiment encouragé durant cette période de ma vie.

À tout (es) mes amis (es) à Annaba et à Jijel : Nadia , Tarek, Said, Siham, Sadek.

À mes deux copines d'enfances Nadjwa et Ahlem à Annaba , et toutes les personnes qui m'ont aidé à arriver à ce point et surtout mon enseignant M^r BENZAÏD RIAD .

À mes collègues de la section 5^{ème} année géologie de l'ingénieur.

Puisse dieu me donner la force et le courage pour offrir à ma famille et à tous ceux qui m' aime avec sincérité d'autres joies in sha alah.

-Au Bureau d'étude Génie Info - ZOFO

Radia

SOMMAIRE

CHAPITRE I GENERALITES

I .INTRODUCTION	1
I.1.but et méthodologie de travaux.....	1
1.2. SITUATION GEOGRAPHIQUE DU SECTEUR ETUDIE	1
1.3. CLIMAT	2
1.4. VEGETATION	2
1.5. RESEAU HYDROGRAPHIQUE	2
1.6 OROGRAPHIE :	2
1.7. SEISMICITE DE LA REGION	2
1.8. HISTORIQUE DES TRAVAUX GEOLOGIQUES DE LA REGION :...	4

CHAPITRE II CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL

II- 1- INTRODUCTION	5
II- 2- LE DOMAINE INTERNE	5
II- 2-1 SOCLE KABYLE	5
II- 2-2 DORSALE KABYLE	5
II- 2-2-1 LA DORSALE INTERNE	5
II- 2-2-2 LA DORSALE MEDIANE.	5
II- 2-2-3 LA DORSAL EXTERNE	8
II-2-3 L'OLIGO- MIOCENE KABYLE ET LES OBLISTOSTROMES	8
II-2-4 LES OLLISTOSTROMES	8
II-3 LE DOMAINE EXTERNE.	8
II- 3-1 LES SERIES DE TYPE FLYSCHS .	8
II- 3-1-1 LE FLYSCH MAURETANIEN.	8
II- 3-1-2 LE FLYSCH MASSYLIEN	8
II- 3-1-3- LE FLISCH NUMIDIEN :	9
II- 3-2 LES SERIES TELLIENNES	9
II- 3-2-1 UNE SERIE ULTRA TELLIENNE.	9
II- 3-2-2 UNE SERIE TELLIENNE, SENSU STRICT.	9
II- 3-2-3 UNE SERIE PENI TELLIENNE	9
II- 3-3 LES FORMATIONS POST NAPPES	10
II-3-3-1 LE NUMULTIQUE	10

II- 3-3-2 LES ROCHERS MAGMATIQUES	10
CHAPITRE III CADRE GEOLOGIQUE LOCAL	11
III- 1 PRESENTATION GEOLOGIQUE DU SECTEUR ETUDIE .	11
III -2 SYNTHESE LITHOSTRATIGRAPHIQUE DE LA REGION D'ETUDE	11
III -2-1 LES FORMATIONS DU SOCLE KABYLE	11
III -2-2 LES FORMATIONS DE L'OLIGO-MIOCENE KABYLE.	11
III -2-3 LES FORMATIONS TELLIENNES	13
III -2-3-1 LES FORMATIONS TRIASIQUES	13
III -2-3-2 LES FORMATIONS LIASIQUES	16
III -2-3-2-1 LES FORMATIONS DE LIAS AU KEF DE SIDI MAAROUF	16
III -2-3-2-2 LES FORMATIONS DU LIAS AU KEF BOU EL HAMEM .	18
III -2-3-3 LES FORMATIONS DU JURASSIQUE MOYEN ET SUPERIEUR ..	20
III -2-3-3-1 LES FORMATIONS DU JURASSIQUE MOYEN ET SUPERIEUR DU DJ SIDI MAAROUF	22
III -2-3-3-2 LES FORMATIONS DU JURASSIQUE MOYEN ET SUPERIEUR AU KEF BOU EL HAMEM	22
III -2-4 LES FORMATIONS DE TYPE FLYSCH	22
III -2-4-1 LE FLYSCH MAURITANIEN	22
III -2-4-2 FLYSCH MASSYLIEN	22
III -2-5 LES FORMATIONS TERTIAIRES	24
III -2-6 LES FORMATIONS MIO-PLIOCENES	24
III- 3 TECTONIQUE DE LA REGION ETUDIEE	26
III -3-1 DISPOSITIF STRUCTURAL DE LA TRANSVERSALE NORD-SUD EL-MILIA OUED DIB	26
III -3-1-1 TECTONIQUE SOUPLE	26
III -3-1-2 TECTONIQUE CASSANTE .	26
III -3-2 LES DIFFERENTS SYSTEMES DE FRACTURATION	26
CHAPITRE VI ETUDE GEOTECHNIQUE	
INTRODUCTION.	31
II- LES GLISSEMENTS DE TERRAIN.	31
II.1 Glissement plan	32
II.2 Glissement circulaire	32

II.3 Glissement quelconque	32
III. AUTRES PHENOMENES RENCONTRES DANS LES GLISSEMENTS DE TERRAIN.	34
III.1.-LES PRINCIPAUX CAUSES DES GLISSEMENTS	34
IV. GLISSEMENTS DE TERRAIN «UN RISQUE NATUREL ».	34
IV.1 Démarches scientifiques et moyens d'investigations	35
IV.2 Les techniques de protection	35
V. ETUDE DE STABILITE EN RUPTURE CIRCULAIRE	36
V.1. Calculs de stabilité	36
V. 2. Coefficient de sécurité globale (FS)	36
V.3. Calcul de la stabilité selon un cercle donné	37
V.3.1. Méthode des tranches (méthode de FELLINUS)	37
V.3.2. la méthode de Bishop simplifiée	39
V.4. Choix de la méthode et du coefficient de sécurité	40
VI. Les caractéristiques géotechnique au PK 55+00 sur la RN 27	40
VI.1. Situation du site	40
VI.2. Origine du mouvement	40
VI.3. Les causes probables du mouvement	41
VI.4. Etat du glissement lors de l'étude	41
VI.1.4. Compagne de reconnaissances	42
VI5 :Calcul manuel du coefficient de sécurité (FS)	49
VI.6. Propositions Géotechniques pour le cas étudié	58
VII. C'est quoi un rideau de palplanche ?	58
VII.1. Définition .	58
VII.2. Etude de la stabilité des palplanches	59
VII.2.1 Pour un rideau sans ancrage: $h < 10m$	59
VII.2. Pour un rideau avec ancrage : $h > 10m$	59
VII.3. Caractéristiques d'une palplanch	59
VIII. UNE PROPOSITION POUR LE DRAINAGE DES EAUX	62
VIII. 1. Définition.	62
VIII.2. Tranchée drainante	62
VIII.3. La canalisation drainante	63
VIII.4. L'exutoire	63

VIII.5. Le produit proposé pour un géotextile de drainage .	64
X. RECOMMANDATIONS POUR L'EXECUTION DES REMBLAIS DANS LA ZONE ENDOMMAGEE	65
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	76

CHAPITRE I
GENERALITES

INTRODUCTION :

I.1. but et méthodologie de travail

Le secteur d'étude représenté par le tronçon sud d'El-Milia oued DIB, appartient à la partie orientale du massif de la Petite Kabylie. Ce tronçon de route fait partie de la route nationale N°27, à été rénové pendant les années 1987-1990, Ce dernier montre plusieurs zones instables. Au niveau de ces zones instables, la route est souvent affectée par des mouvements de terrains, glissements, tassements, éboulements...

La présente ~~thèse~~ ^{Mémoire} se propose une étude géologique et géotechnique de ces zones.

La méthode retenue pour réaliser cette étude à été axée sur:

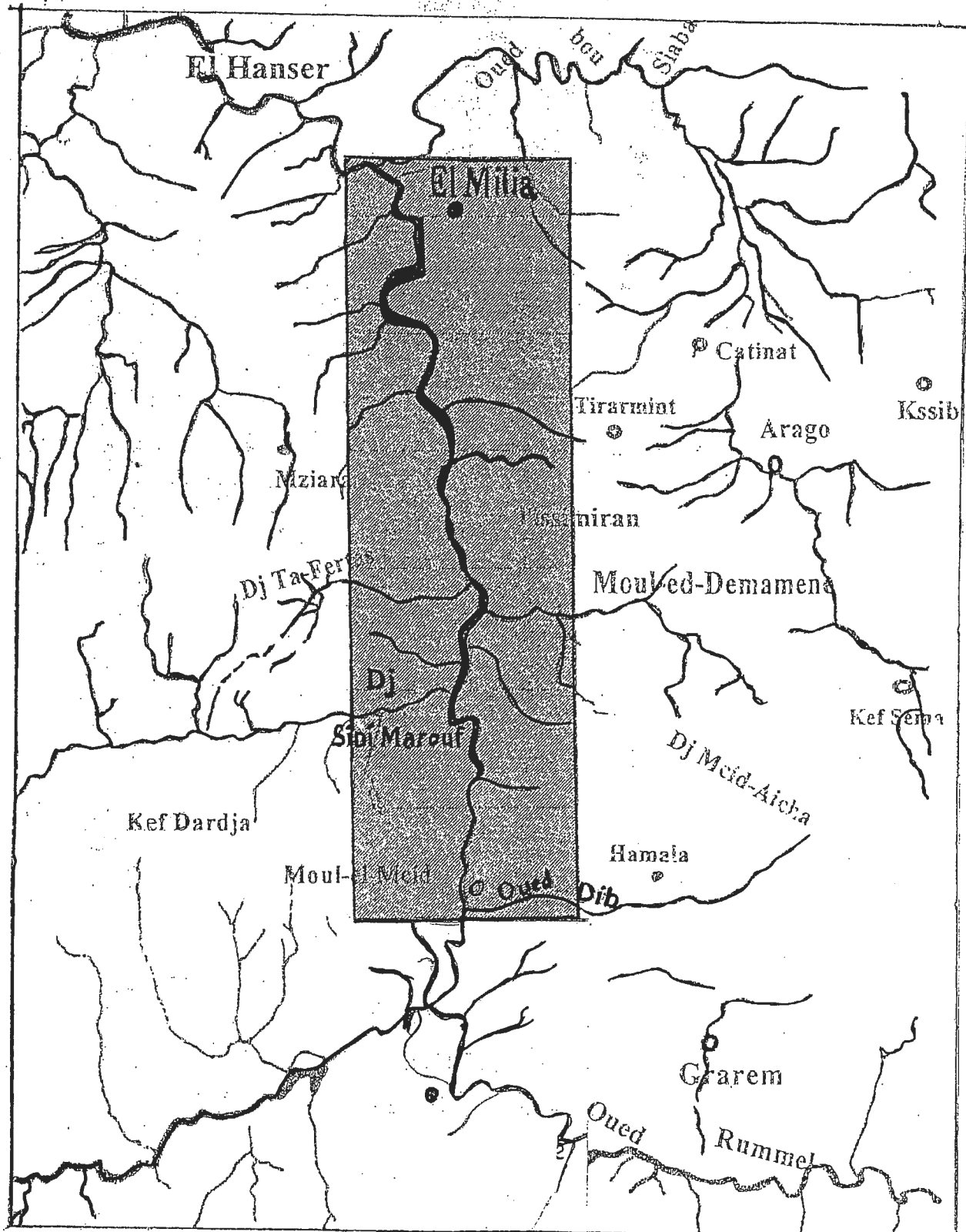
- Une synthèse bibliographique variée (livres, publications, thèses, cartes).
- Des travaux de terrains portant sur la caractérisation des aspects lithologiques et tectoniques de la zone étudiée.
- Des travaux de traitements et d'interprétations des données géotechniques.

Cette étude comporte cinq chapitres :

- Un chapitre portant sur les généralités.
- Un chapitre pour le cadre géologique régional.
- Un chapitre pour le cadre géologique local.
- Un chapitre pour l'étude géotechnique.
- Un chapitre pour la conclusion et les recommandations.

1.2. SITUATION GEOGRAPHIQUE DU SECTEUR ETUDIE :

Le secteur étudié correspond au tronçon de la route nationale N°27 qui relie la wilaya de Jijel à Constantine. Plus précisément il est situé entre la ville d'El-Milia au nord et le pont « oued DIB » au Sud .Ce tronçon de route d'une largeur d'environ 30 KM longe la rive Est de l'Oued El-Kebir sur une grande distance et le recoupe au niveau de Sidi Maarouf, ce tronçon de route faisant partie de la R.N.27 à été rénové pendant les années 1987-1990, (Figure. 1).



**Fig. 1 : Situation géographique
du secteur étudié.**

0 4,77 Km

1.3. CLIMAT :

La région étudiée fait partie de l'Algérie nord orientale dite zone climatique N°1. (Selon les données climatologiques de l'Algérie).

Cette zone est soumise à un climat tempéré, avec un été chaud et sec et un hiver doux et humide. Les précipitations annuelles sont supérieures à 800 mm/an, ce qui fait d'elle, une des régions les plus arrosées de l'Algérie.

1.4. VEGETATION :

Le couvert végétal de la région est assez important, il est principalement représenté par de denses Forêts de chêne liège et d'oliviers auxquelles s'ajoutent des cactus et des broussailles.

1.5. RESEAU HYDROGRAPHIQUE :

La région procède un réseau hydrographique très important représenté essentiellement par « oued El-kebir » qui s'écoule du sud vers le nord parallèlement au tronçon de route étudié, il reçoit de nombreux affluents :

-Oued Bou Siaba drain le massif de M'cid Aicha.

-Oued Rafraf alimenté par de nombreux torrent qui entaille le versant sud du massif de Moul Demamène.

Il existe également d'autre oueds de moindre importance tels que :

« Oued DIB » - « Oued Quitoum »- « Oued Itera »...ces derniers prennent source des importants reliefs avoisinant le massif de « Beni Haroun » et se raccordent à « l'oued el Kebir ».

En plus de ce réseau hydrographique s'ajoute une source d'eau chaude au niveau de « oued el Kebir à la faveur d'une faille EW. Cette source est la plus importante source thermale de la région dite « Hammam Beni Haroun ».

1.6 OROGRAPHIE :

La région étudiée se particularise par un aspect orographique important. En effet elle est marquée par un relief très accidenté, montrant des contrastes topographiques remarquables, avec notamment des massifs culminants à des hauteurs très élevées et de profonds ravins et talwegs.

1.7. SEISMICITE DE LA REGION :

La zone étudiée est classée en zone à sismicité moyenne à forte, quoique située dans une région ayant subie une histoire tectonique complexe, marqué par un réseaux de failles d'ampleur régionale, englobant des directions(N-S), (NE- SW),(E-W) et (NW-SE).

Les magnitudes des séismes qui ont été enregistrées depuis 1780 jusqu'à nos jours varient entre 4-8 degrés sur l'échelle de « Richter ».

Donc la région d'étude et une région active (Partie Nord Oriental de la l'Algérie).

1.8. HISTORIQUE DES TRAVAUX GEOLOGIQUES DE LA REGION :

La partie orientale de la Petite Kabylie a attiré l'attention de plusieurs chercheurs. En effet, cette région montagneuse est caractérisée par un contraste géologique très important ce qui fait d'elle un sujet de recherche important :

- Les roches éruptives ont été signalées pour la première fois par Pomel (1889). Par la suite Ficheur (1900) les affecta de la nation (de roches éruptives acides récentes).

Les premières descriptions des roches magmatiques de la partie N-E du massif de la Petite Kabylie reviennent à Roubault (1934).

Ont trouvé également d'autres recherches réalisées par Joleud (1884), Termier (1903), Betier (1903), Glangeaud (1934).

- La cartographie géologique et les monographies ont débuté avec les travaux de :

Joleud (1907), Eherman (1926), Betier (1933) et Roubault (1934)

- La géologie du massif de la Petite Kabylie à ce jour avec les travaux de Durant Delga (1955), Raoult (1974), Boullin (1977).

Ces deux derniers ont largement contribué à l'identification des grands traits géologiques du massif de la Petite Kabylie.

D'autres travaux ponctuels ont été réalisés dans le massif de la Petite Kabylie, notamment ceux de :

- Fougnot (1990), sur l'étude de la magmatite tertiaire du littoral Nord Constantinois.

- Coiffait (1992) sur la géologie du néogène du bassin de Constantine.

- Ouabadi (1987-1994) sur l'étude des granites miocènes de la Kabylie de Collo et de Filfila.

- Bouffouha (1989-2000) sur l'étude des skarns de la Kabylie de Collo.

- Merabet (2002) sur l'étude géologique et structurale de la transversale Nord-Sud d'El-Milia, Sidi Merouane.

CHAPITRE II
CADRE
GEOLOGIQUE REGIONAL



II- 1- INTRODUCTION :

Le tronçon de route faisant l'objet de notre étude est situé à la limite du domaine interne et du domaine externe. Ces derniers appartiennent à la branche sud de la chaîne Alpine, généralement dénommée « Magrebides » (Figure.2).

La chaîne des Magrebides s'étend le long du littoral d'Afrique, du nord de Gibraltar à la calabre sur le plus de 2000 Km.

La chaîne des Magrebides est subdivisée en deux grands domaines.

Durand Delga (1955), Bouillin (1977-1983), Villa (1980).

II- 2- LE DOMAINE INTERNE :

Il est représenté par les formations cristallophylliennes du Socle Kabyle et sa couverture sédimentaire. Les formations du Socle Kabyle constituent trois pointements amygdalaire le long du littoral Algérien, ces pointements sont représentés par : (Figure 3)

- Le massif de Chenoua à l'ouest d'Alger.
- Le massif de Grand Kabyle au centre.
- Le massif de la Petite Kabyle à l'est.

II- 2-1 SOCLE KABYLE :

Les formations cristallophylliennes du socle Kabyle sont largement représentées en Petite Kabylie. Selon Durant Delga (1955) et Bouillin (1977), le socle Kabyle comporte deux grands ensembles.

❖ **Un ensemble supérieur :** Cet ensemble schisteux est formé de micaschistes de schistes et de phyllades.

❖ **Un ensemble inférieur :** Gneissique, constitue de paragneiss d'orthogneiss et de gneiss granulitiques, avec des intercalations de marbres et d'amphibolites.

II- 2-2 DORSALE KABYLE :

Cette dernière été respectivement nommée « chaîne liasique (Ficheur 1903) chaîne calcaire (Glangeaud 1932), dorsal Kabyle (Durand Delga 1963).

Grâce à ces reliefs carbonatés cette dorsale marque la limite entre le socle Kabyle au nord et les zones Telliennes au sud. Elle montre des termes allant du Permo-Trias discordant sur le Socle Kabyle à l'oligocène.

Les séries qu'elle présente permettent de la subdiviser en 3 sous domaines qui sont du nord au sud (Raoult 1969):

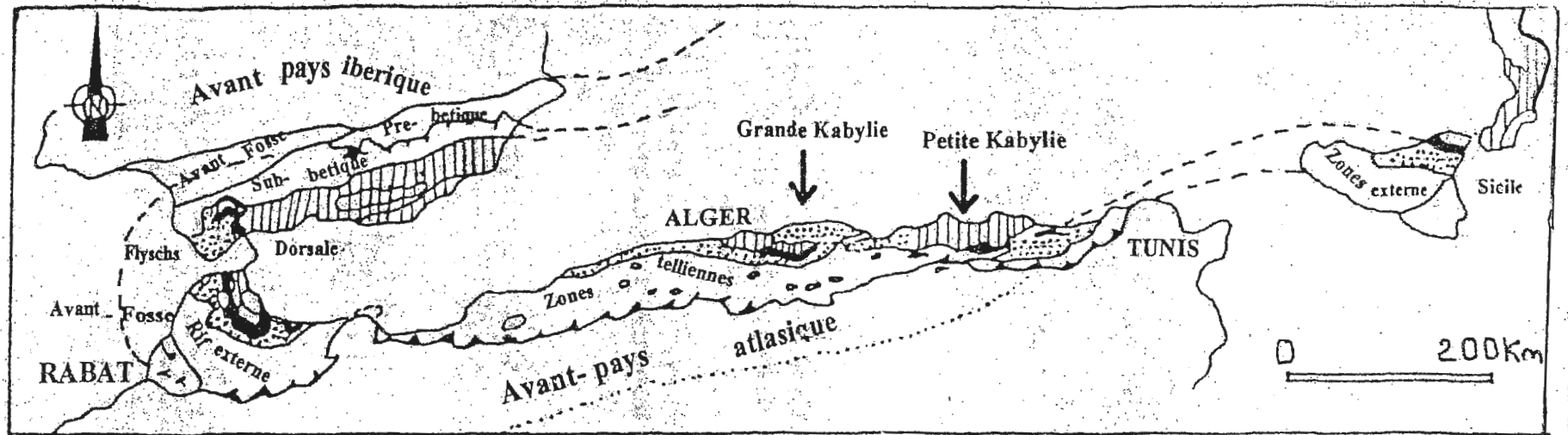
II- 2-2-1 LA DORSALE INTERNE :

Elle comporte une série complète du Permo-Trias au Néocomien.

Le Néocomien est directement surmonté par des calcaires Biogènes à caractère littoraux de l'Eocène inférieur et moyen (Raoult 1969).

II- 2-2-2 LA DORSALE MEDIANE :

Elle est caractérisée surtout par la constance de ses dépôts marneux à micro faune pélagique du Turonien au Lutétien inférieur et par une lacune des termes du Crétacé moyen.



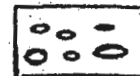
Les formations cristallophylliennes
du socle kabyle



Les formations de la Dorsale
Kabyle



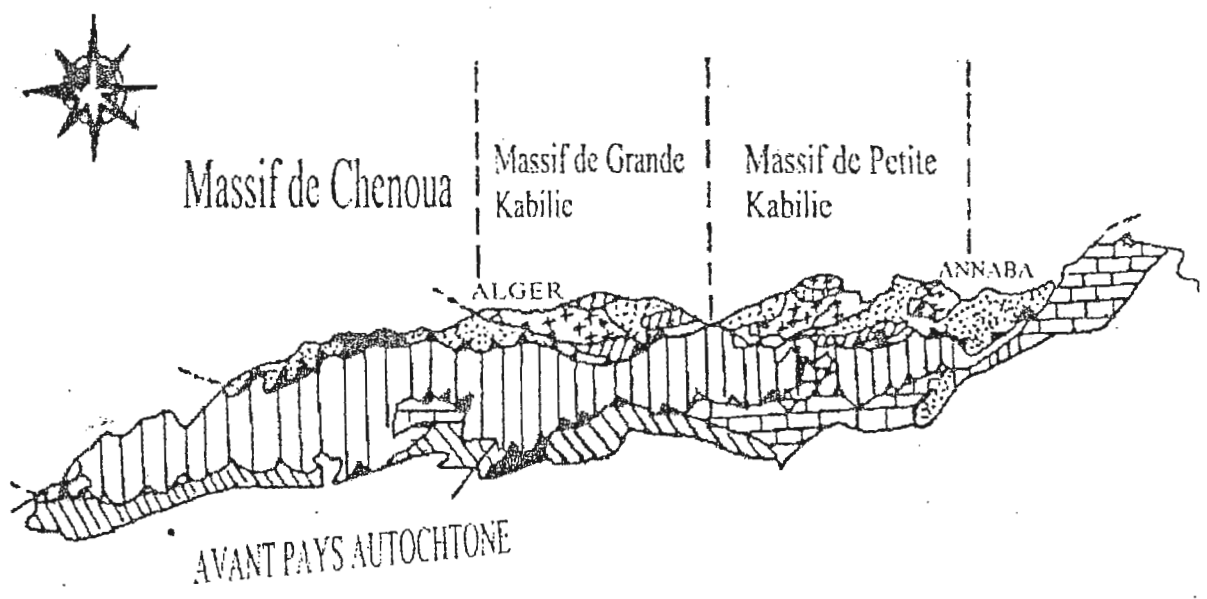
Les formations de type flysch



Les formations telliennes

Fig. 2 : Schéma structural de la chaîne Alpine de la Méditerranée occidentale.

(D'après M. Durand Delga, 1969)




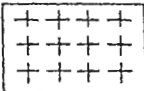
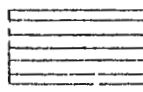


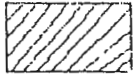
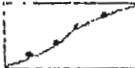

- | | | | |
|---|--|--|---|
|  | Nappe tellienne marnocarbonatés
(Crétacé et Eocène) |  | Massifs anciens Kabyles
(Paléozoïque et Précambrien) |
|  | Formation carbonatés
(Crétacés et Eocène) |  | Péridotites du Cap Bougaroun |
|  | Marnes miocènes |  | Dorsale Kabyle
(Mésozoïque) |
|  | Contacts anormaux |  | Flyschs Kabyles
(Crétacé et Nummulitique) |

Fig.3: Les grands ensembles géologiques des Maghrébides en Algérie
(D'après M.Durand Delga, 1969)

II- 2-2-3 LA DORSAL EXTERNE :

Elle est caractérisée par des séries détritiques peu épaisses et lacuneuses. Elles comportent des calcaires silicifiés, surmontés par des conglomérats du Companien qui les recouvrent en discordance. Ces derniers soulignent une intense érosion Sénonien, les dépôts de la dorsal externe s'étalent jusqu'au lutétien. La dorsale externe apparaît en contact anormal avec les flyschs.

II- 2-3 L'OLIGO- MIOCENE KABYLE ET LES OLLISTOSTROMES :

Il représente la couverture sédimentaire transgressive et discordante du Socle kabyle, les formations de l'Oligo-Miocène Kabyle sont constitués de trois principaux termes (Bouillin 1977).

- Un terme de base : comporte des conglomérats reposant en discordance sur le socle Kabyle.
 - Un terme médian : formé de grès lithique, micacés à débris provenant du Socle Kabyle associés à des pélites micacées.
 - Un terme supérieur : pélitique et siliceux à radiolaires et diatomées.
- Après l'Oligo- Miocène succèdent des ollistostromes.

II-2-4 LES OLLISTOSTROMES :

Se sont des formations tectono-sédimentaires à débris des flyschs intercalées dans des passées greso-micacés. L'âge des Ollistromes est supposé Aquitanien à Burdigalien inférieur probable J.P.Bouillin (1977).

II-3 LE DOMAINE EXTERNE :

Il correspond aux domaines des flyschs et au domaine tellien.

II- 3-1 LES SERIES DE TYPE FLYSCHS :

Ce sont des séries d'âges Crétacés à Paléogène. En Algérie, ces séries occupent une position alloctones, elles sont classiquement subdivisées en deux principaux types de flysch.

II- 3-1-1 LE FLYSCH MAURETANIEN :

Il comporte de bas en haut :

- Un préflysch calcaire fin à calpionnelles du Crétacé inférieur.
- Une épaisse série gréseuse qui atteint l'Albien moyen.
- Des conglomérats et argiles du Paléocène – Eocène. Gélard (1969).

II- 3-1-2 LE FLYSCH MASSYLIEN :

Comme son homologue mauritanien il présente trois ensembles :

- A la base le classique (flysch Albo- Aptien) c'est un terme argile quartzitique du Crétacé supérieur.
- Des phanites noires et blanchâtres intercalées dans des micros brèches du Sénonien.

- Des argiles alternant avec des micros brèches non cimentées du Crétacé supérieur (Raoult 1969).

II- 3-1-3- LE FLISCH NUMIDIEN :

Affleurant dans la région de Jijel et d'El Milia à l'ouest et dans la région de Collo et de Skikda à l'Est, il se caractérise par les formations suivantes (Boullin 1977) (Lahondère et Al 1979)

- **A la base** : argiles sous numidiennes variées de teinte rouge verte violacée à Tubatomaculum d'âge oligocène supérieur.

- Des grès numidiens de couleur jaunâtre à blanchâtre en banc épais à quartz roulés très hétérogènes d'âge Aquitainien à Burdigalien inférieur (Lahondère et Al 1979)

- **Au sommet** : des formations supra numidiennes comportant des argiles et des marnes à intercalation de silicites du Burdigalien basal.

REMARQUE :

Le Flysch numidien repose en contact anormal sur toutes les formations précédentes et constituant structurellement la nappe la plus haute de l'édifice Alpin.

II- 3-2 LES SERIES TELLIENNES :

Issues du sillon tellien, elles sont représentées par des séries épaisses allant du Néocomien au Lutétien. Situées au sud du socle Kabyle (Boullin) les séries telliennes présentent des dolomies et des calcaires à silice au Lias, des calcaires et radiolarites au malin, des marnes calcaires du Néocomien au Lutétien et des marnes à niveaux conglomératiques au Sénonien.

Les séries telliennes peuvent être subdivisées en plusieurs séries Villa (1980).

II- 3-2-1 UNE SERIE ULTRA TELLIENNE

II- 3-2-2 UNE SERIE TELLIENNE, SENSU STRICTO.

II- 3-2-3 UNE SERIE PENI TELLIENNE passant vers le nord aux Babore chaque série montre une évolution paléogéographique distincte.

CHAPITRE III
CADRE GEOLOGIQUE
LOCAL

CADRE GEOLOGIQUE LOCAL

III- 1 PRESENTATION GEOLOGIQUE DU SECTEUR ETUDIE :

Le secteur étudié est situé sur la transversale N-S El-Milia-Beni Haroun. Les unités géologiques affleurant le long de cette transversale sont représentées par le socle Kabyle, les formations de l'Oligo- Miocène Kabyle, les formations Telliennes, les formations de type Flyschs, et les formations du Mio-Pliocène.

.La synthèse lithologique des unités géologiques formant la région dont fait partie le secteur étudié est essentiellement rédigé à partir des données bibliographiques, notamment les travaux de Durant Delga (1955). Et Boullin (1977) ainsi que des observations de terrain.

III -2 SYNTHESE LITHOSTRATIGRAPHIQUE DE LA REGION D'ETUDE:

III -2-1 LES FORMATIONS DU SOCLE KABYLE :

Elles affleurent dans la partie nord du secteur étudié (sud d'El-Milia), elles sont essentiellement représentées par des schistes de couleur grise à noir d'aspect satiné montrant de nombreux boudinage de quartz.

Dans la partie Ouest de Oued El-Kebir, au Nord du pic de Djbel Sidi-Marouf, les formations du Socle Kabyle comportent des gneiss, des micaschistes et des schistes. (Figure 4)

III -2-2 LES FORMATIONS DE L'OLIGO-MIOCENE KABYLE :

Les formations d'Oligo Miocène Kabyle qui constituent la couverture sédimentaire transgressive et discordante du socle Kabyle n'affleurent que dans les environs d'El-Milia, ces formations sont représentées par des dépôts conglomératiques surmontés par des grés micacés alternant avec des pélites.

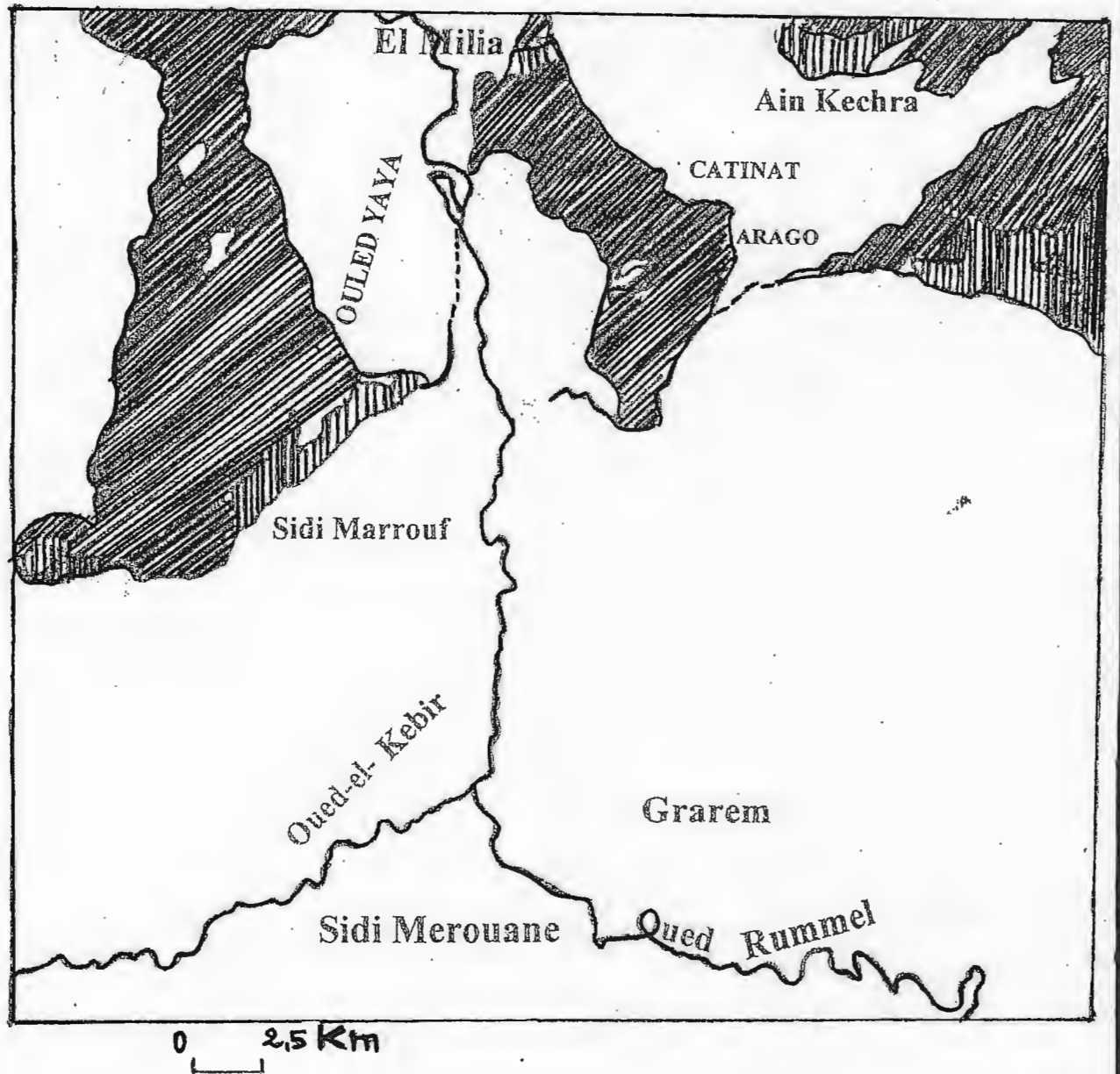


Fig. 4 Carte de répartition géographique des affleurements des formations cristallophylliennes du Socle Kabyle .
 (D'après M. Durand Delga, 1955)

III -2-3 LES FORMATIONS TELLIENNES :

III -2-3-1 LES FORMATIONS TRIASIQUES :

Les principaux effleurements du complexe Triasique dans le secteur étudié s'observent tout le long de la route, notamment au :

Kef Bou El Hammem, au nord du village Sidi Maarouf, au niveau de oued Dib, au Hamam beni Haroun, au nord de Dj Sidi Maarouf (Figure 5)

Ces différents affleurements montrent une parfaite relation spatiale avec les grands accidents tectoniques de la région (zones des nœuds des grands accidents).

Ces formations triasiques sont représentées essentiellement par des gypses, des argiles bariolées, des grès et des roches carbonatées sous forme de blocs.

- **Affleurement du Trias au nord de djebel Sidi Marouf**

Les formations calcaires du lias de Dj Sidi Maarouf et les marnes Sénoniennes du Bourdj Maarouf sont séparés par une bande de Trias schisto-gresseux, cette bande triasique est représentée par des couches litées de schistes et de grès Durand Delga (1955).

- **Affleurement du Trias à l'est de Sidi Maarouf**

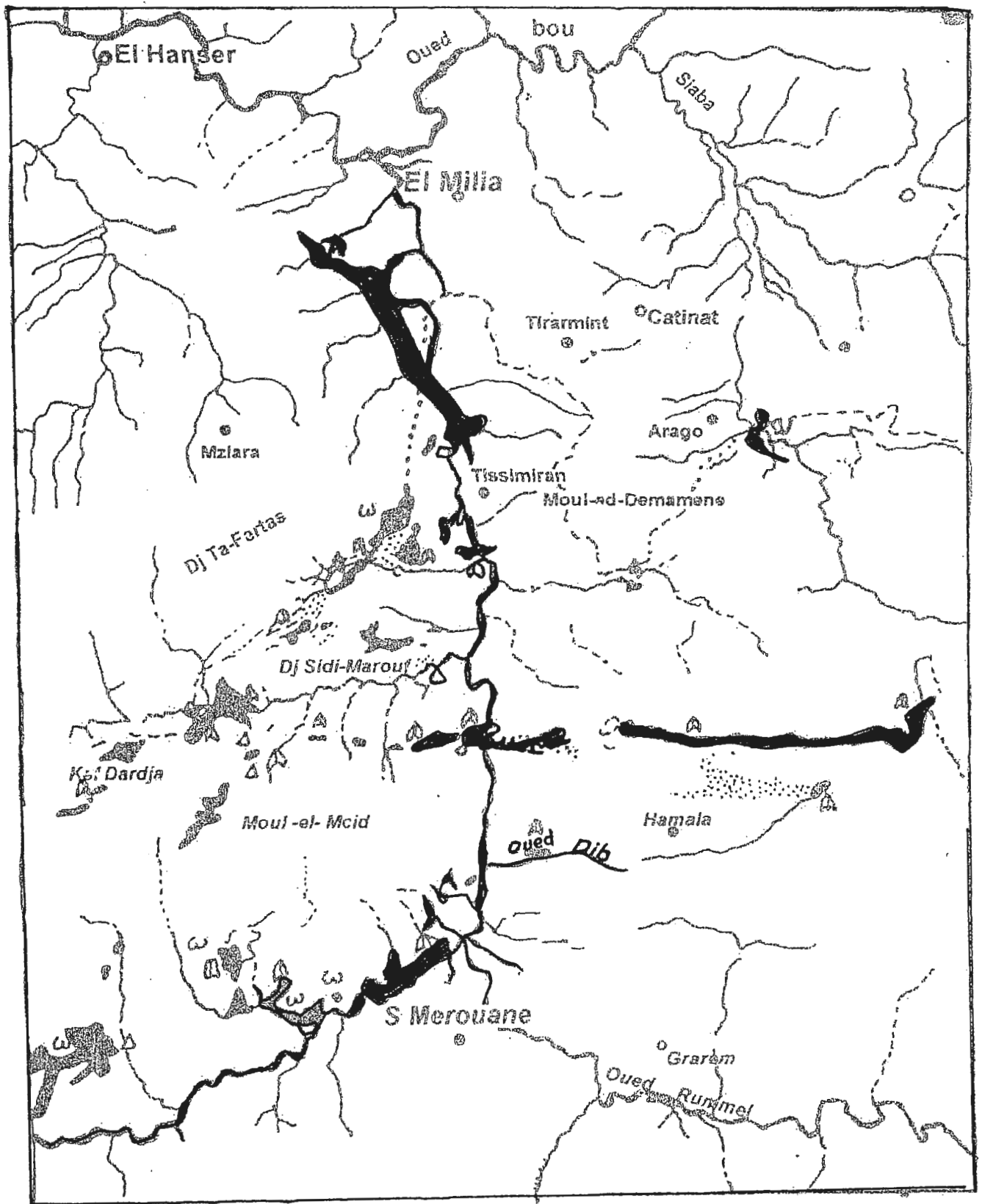
C'est une bande triasique probablement diapirique se trouvant dans le prolongement direct de la bande de Trias-schisto-gresseux. Cette bande triasique est intercalée entre les formations Jurassique et les formations du Sénonien .Drand-Delga (1955).

- **Affleurement du Trias au nord-est du Djbel Sidi maarouf**

Sur une coupe du trias au NE du Dj Sidi Maarouf (Figure 6) Durand Delga en distingue les formations suivantes

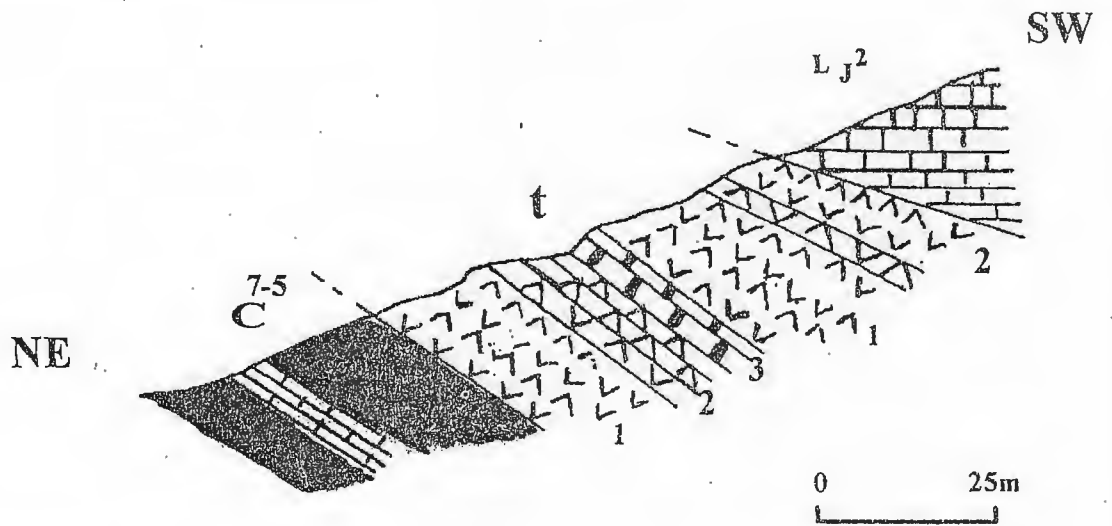
- Trias composé de cargneules à inclusion schisteuses bariolées surmontées par des cargneules massives et des grès schisteux.



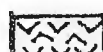
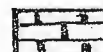
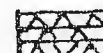
- La composition détaillée des formations triasique du tronçon étudié est illustrée par la coupe nord du Dj Sidi Maarouf par .Durand Delga(1955)



0 2.7 km

Fig. 5: Carte de répartition géographique
des affleurements du Trias
(D'après M. Durand Delga, 1955)



- 
 LJ^2 : Lias superieur-Dogger : Des calcaires en petits bancs
- 
 $7-5$
C : Sénonien:Des marnes à lits calcaireux
- 
t : Trias 1 : Cargneules à inclusions schisteuses Bariolées
- 
t : Trias 2 : Cargneules massives.
- 
t : Trias 3 : grés schisteux lie de vin

**Fig. 6 : Coupe géologique à travers les formations triasiques
au Nord- Est du dj Sidi Maarouf.
(D'après M. Durand Delga, 1955)**

III -2-3-2 LES FORMATIONS LIASIQUES :

Les affleurements des formations Liasiques s'observent au niveau de Kef Bou el hammem et au niveau du Hamem Beni Haroun.

En général, les formations du Lias sont dominées par des calcaires partiels.

III -2-3-2-1 LES FORMATIONS DE LIAS AU KEF DE SIDI MAAROUF

Les formations Liasiques constituent surtout les assises sommitales du massif de Sidi Maarouf, sur une coupe synthétique du Dj Sidi Maarouf (Figure7) on distingue les formations suivantes :

- **Infralias :**

Représenté par des calcaires dolomitique sombre

- **Lias inférieur – Plienbachien :**

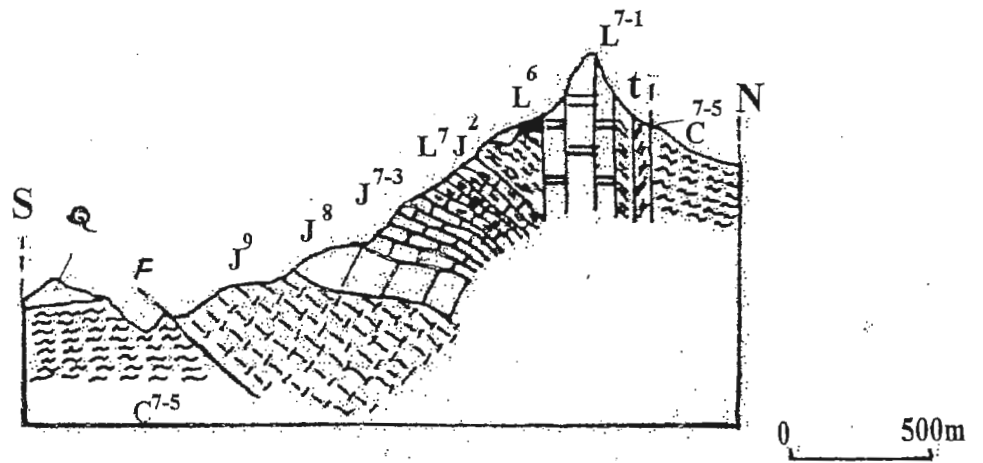
Il est représenté par des calcaires compacte à patine blanche ces calcaires sont sous forme de bancs variant entre 50 cm et deux mètres. S'ajoute aussi la présence des calcaire à algues parfois lentilles de calcaire à encrines et des calcaire lithographiques.

- **Domerien :**

Il est caractérisé par des calcaires de couleur grise-noir finement lités riche ,en silex noir aussi des calcaires dur à cassure claire qui renferme des petites organismes quartzifiés tel que : les ammonites, les brachiopodes et des petites gasteropodes. La série se poursuit par des calcaires marneux vers le sommet (Durant Delga 1955).

- **Toarien :**

Marqué par la présence des schistes d'une vingtaines de mètres d'épaisseur, avec une intercalation carbonaté aussi des dépôts conglomératiques à leur base (Durant Delga 1955).




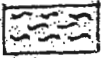
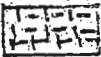
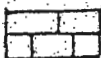
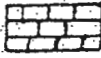

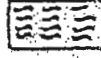


-  Q : Quaternaire
-  C⁷⁻⁵ : Crétacé supérieur marneux
-  J⁹ : Tithonique
-  J⁸ : Kimmeridgien
-  J⁷⁻³ : Malm inférieur
-  L^{7J2} : Lias supérieur - Dogger
-  L⁶ : Domérien.
-  L⁷⁻¹ : Lias inférieur Pleinsbachien
Lotharingien
-  T : Trias gypsifère

Fig. 7 Coupe géologique au niveau du massif de Sidi Maarouf.
(D'après M. Durand Delga, 1955)

III -2-3-2-2 LES FORMATIONS DU LIAS AU KEF BOU EL HAMMEM :

L'affleurement du Lias au Kef Bou El Hammem présente l'essentiel de l'anticlinal couché, ces formations comportent de bas en haut (Durant Delga 1955) (Figure 8)

- Des dolomies formant des bancs massifs attribuées à L'infra-Lias de couleur grises avec des cassures plus rarement jaunâtre.
- Des gros bancs des calcaires compacte à silex vers la base, appartenant au Sinemurien – Lotharingien. Les calcaires et les dolomies de l'Infra Lias sont en contact brusque sans aucun transition.
- Des calcaires en bancs bien réglés alternant avec des niveaux marneux domeriens d'épaisseur réduite. Vers le sommet, cette assise devient de plus en plus riche en lits marneux.
- Alternance de marnes gréseuses de couleur jaune et de banc de calcaires gréseux, cet ensemble marque un important changement du régime sédimentaire, il est attribué au lias supérieur Durant Delga (1955).

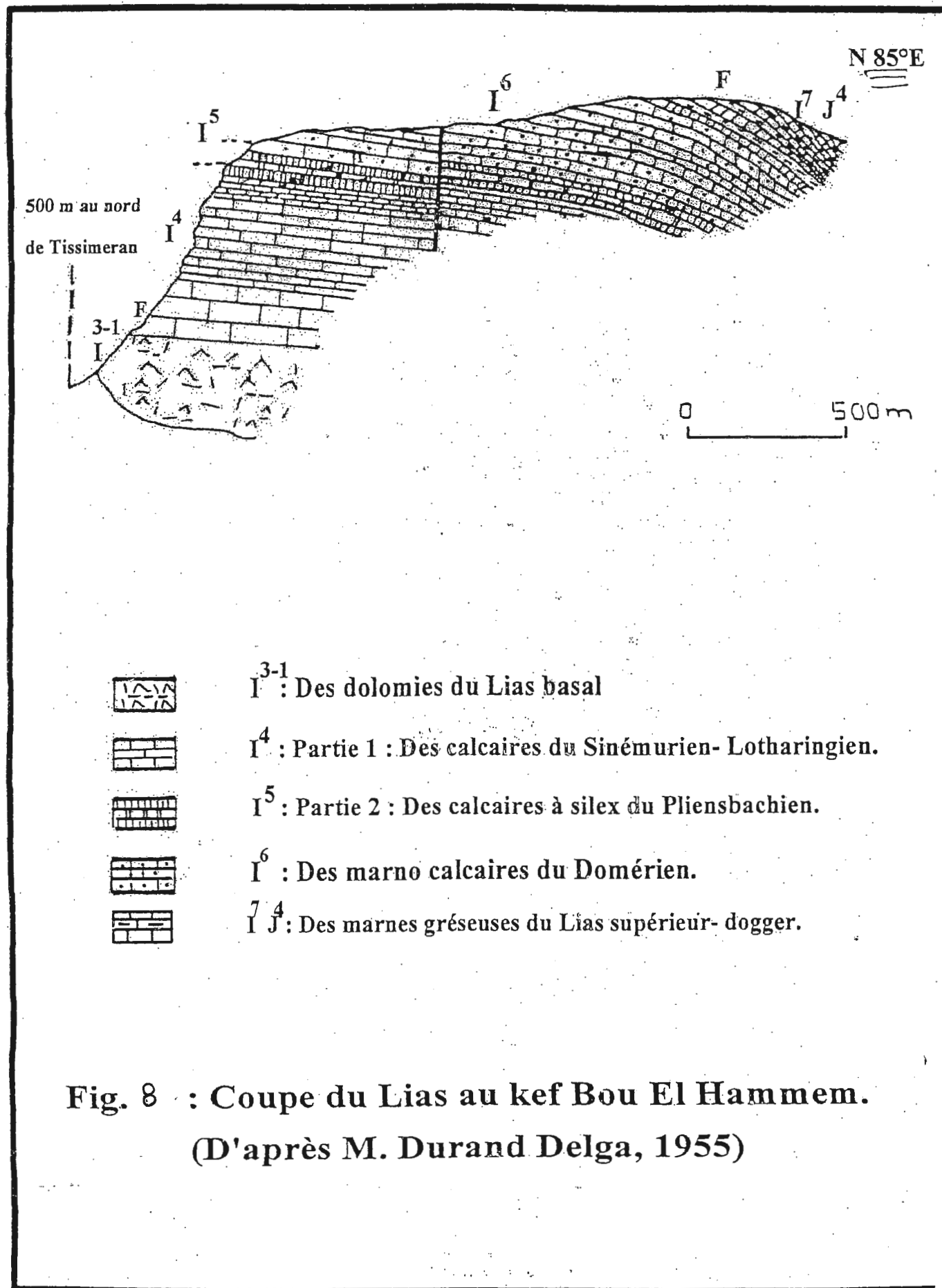


Fig. 8 : Coupe du Lias au kef Bou El Hammem.
 (D'après M. Durand Delga, 1955)

III -2-3-3 LES FORMATIONS DU JURASSIQUE MOYEN ET SUPERIEUR :

Les formations du Jurassique moyen et supérieur dans la région étudiée s'observent au niveau Dj Tasskif, Kef Bou el-Hammem et au Dj Sidi Maarouf Joleaud (1912) (figure 9) .

III -2-3-3-1 LES FORMATIONS DU JURASSIQUE MOYEN ET SUPERIEUR DU DJ SIDI MAAROUF :

Les formations du Jurassique moyen et supérieure du Dj Sidi Maarouf se caractérise par une série complète avec une position structurale renversée en raison de l'ampleur des effets tectoniques qu'a subi ce massif (Figure10).

Cette série montre les formations suivantes :
de bas en haut on distingue:

- **Lias supérieur – Dogger**

Il est représenté par des petits bancs de marno-calcaires d'épaisseur variant entre 10 à 20cm.

- **Malm inférieur à moyen**

Des calcaires à silex blond rarement noir formant des lits parallèles à la stratification

- **Malm supérieur**

- **Kimmeridgien**

Il se manifeste par des calcaires compacts identiques sans silex.

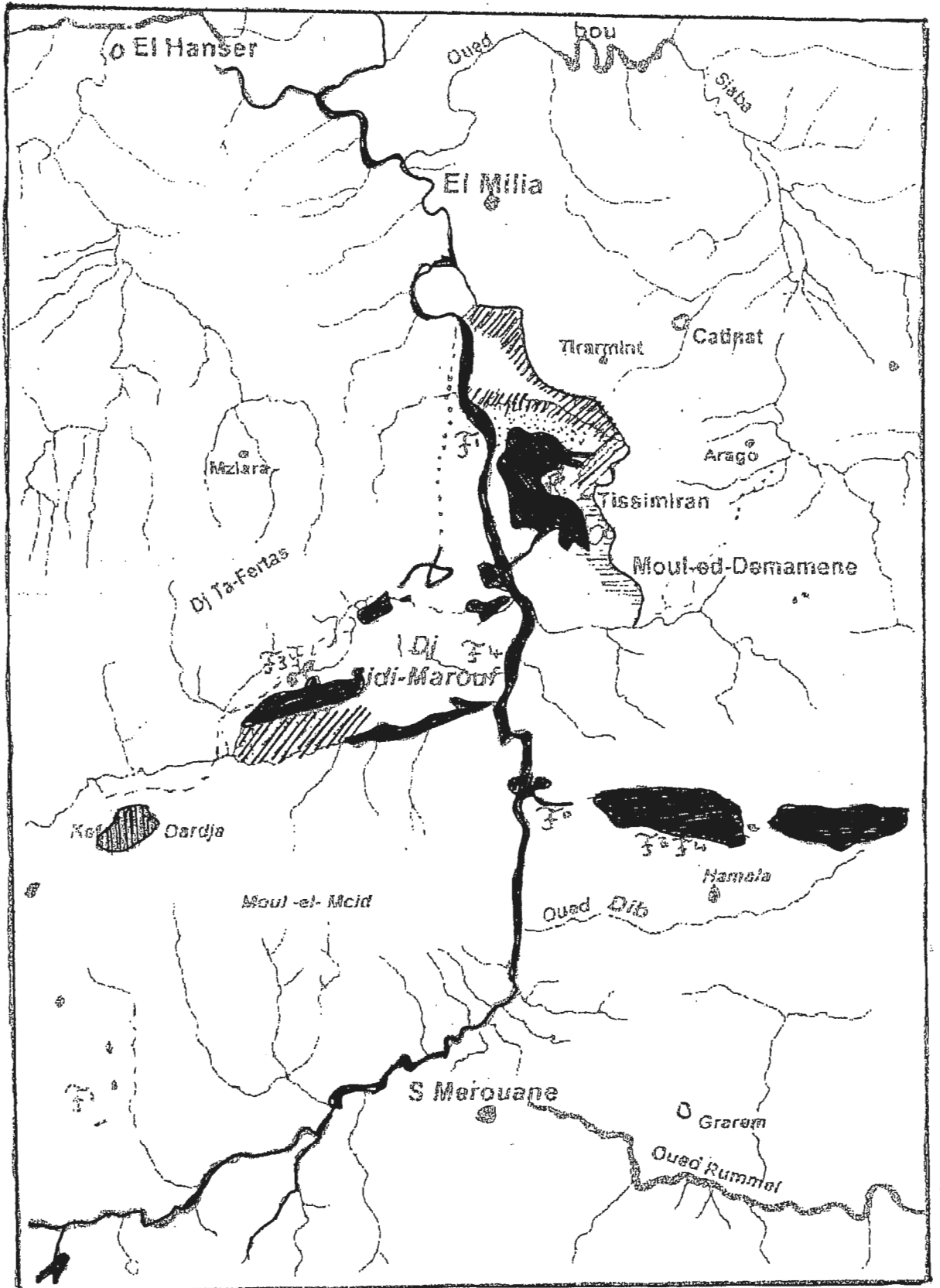
- **Tithonique inférieur**

Calcaires à silex blond, et des calcaires durs avec des passées schisteuses vertes.

- **Tithonique moyen- supérieur**

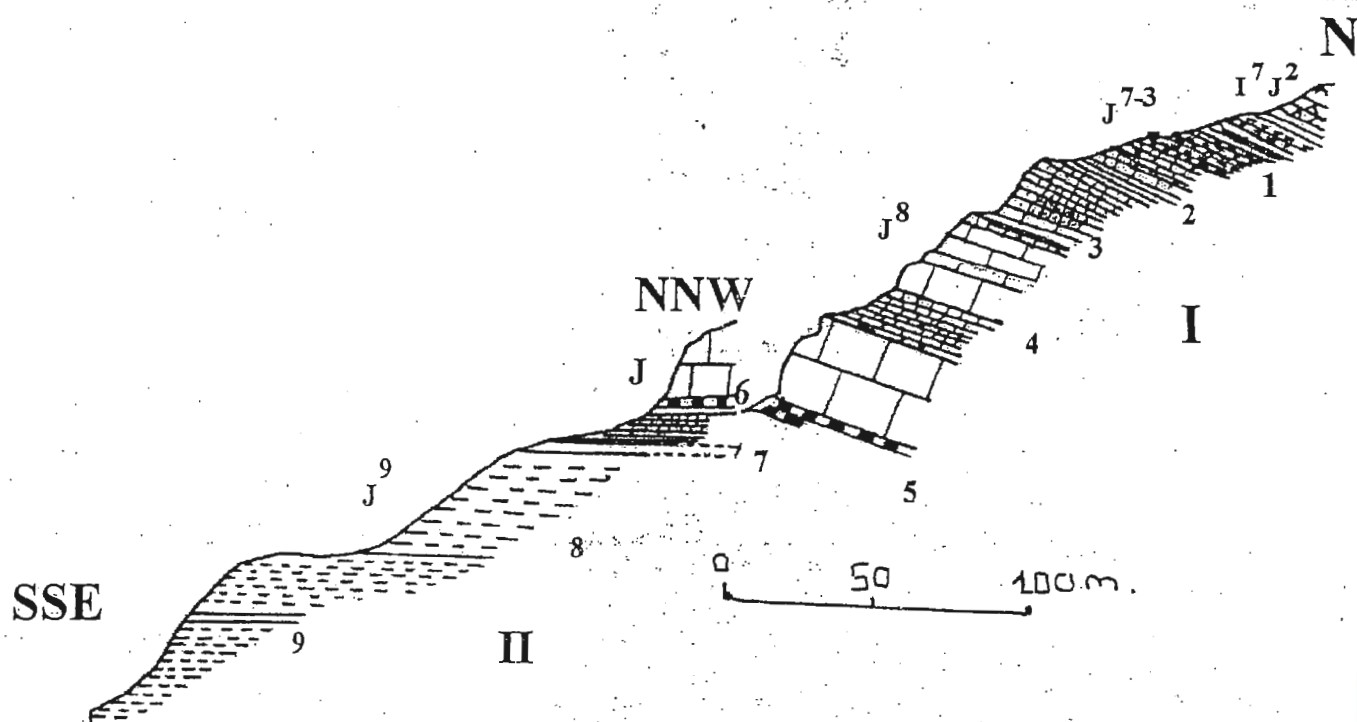
Il est fermé par Des marnes jaunes à intercalations de roches vacuolaires et des marnes tendre avec des lits calcareux.






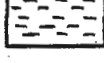


0 2.7 km

Fig. 9 : Carte de répartition géographique
des affleurements du Jurassique
(D'après M. Durand Delga, 1955)



Série renversée montrant :

-  $I^7 J^2$: Lias supérieur-Dogger
-  J^{7-3} : Malm inférieur
-  J^8 : Kimméridgien
-  J^9 : Tithonique

**Fig. 10 : Coupe géologique du Dogger et Malm
du Dj Sidi Maarouf
(D'après M. Durand Delga, 1955)**

III -2-3-3-2 LES FORMATIONS DU JURASSIQUE MOYEN ET SUPERIEUR AU KEF BOU EL HAMEM :

La stratigraphie de la série tellienne de Kef Bou El Hamem montre de bas en haut les formations suivantes :

- **Formation du Lias supérieur – Dogger**

Au sommet des calcaires oolithiques compacts à patine blanche et des passées de radiolarites jaunâtre à la base des marnes gréseuses et micacées avec des lits calcaires à filaments et un niveau à trocholina (M. Durant Delga 1955).

- **Formation du Malm**

Au sommet des calcaires massifs à aptychus et saccocomides Kimmerdjien surmontant des radiolarites jaune verte ou rouge à la base des calcaires lités avec des cassure claire et à silex (M.Durant.delga)

- **Les marnes schisteuses du Malm**

Les formations du Malm sont représentées essentiellement par des calcaires fins à saccocomides appartenant au Kimmeridjien avec la présence de débris de microbrèche intraformationnelles (Raoult 1974).

A ces derniers sont associés à des microbrèches à aptychus contenant des phyllades. Dans la région des achaïches cette série est surmontée par des radiolarites (Boullin 1977).

III -2-4 LES FORMATIONS DE TYPE FLYSCH :

III -2-4-1 LE FLYSCH MAURITANIEN :

Le plus important affleurement du flysch Mauritanien apparaît le long de l'oued El Kebir plus précisément dans la localité dite les achaïches qui montre une série gréso-calcaire-pelitique (alternance de niveau de marne et de schistes).

Ces niveaux marneux et schisteux présentent une grande variation d'épaisseur, à ce propos on peut noter une augmentation des épaisseurs vers la base. Le sommet de cette série montre une alternance de calcaire gréseux et de schistes (calschistes). Ces derniers sont traversés par des filons de dolorites qui sont bien visibles à l'entrée du tunnel de l'ancienne voie ferrée.

Cette série appelée l'unité des achaïches montre une grande similitude avec l'unité du flysch Mauritanien affleurant au niveau de la fenêtre de Beni Toufout.

A base critères géochimique Boufetouha (1998) fait remarqué que la base schisto-gréseuse de cette série observée au niveau de Beni Toufout et des achaïche, appartient au flysch mauritanien et non au flysch massilien comme le rapport de Boullin (1977). (Figure11)

III -2-4-2 FLYSCH MASSYLIEN :

Les formations du flysch massylien sont représentées par un timide affleurement en lambeau de schiste alternant avec des quartzites, coincée entre les formations calcaires visibles à la sortie nord du tunnel de l'ancienne voie ferré au nord du village de Sidi Maarouf.



Alternance
calcaires gréseux-shales

Alternance
marnes-shales gréseux

Alternance
quartzites-shales alumineux

Fig. 11 : Colonne lithogéochimique schématique
des formations du flysch maurétanien
(D'après Y. Bouftouha, 1998)

III -2-5 LES FORMATIONS TERTIAIRES :

Les formations Tertiaires sont représentées par les dépôts de l'Eocène. Ces formations sont largement représentées le long du tronçon étudié. La base de l'Eocène est représentée par des marnes noires à nodules jaunes qui paraît parfois reposer en légère discordance sur les marnes Sénonien durand delga , (1955). Ces marnes noires sont surmontée par des calcaires à patine blanche, avec souvent des silex noirs surmontent en parfaite continuité des marnes précédentes. Cet ensemble représente en fait le faciès des calcaires riches en globigérine attribué à l'Yprésien-Lutetien inférieur Durant Delga 1955)



PHOTO 1: LES BOULES JAUNE DU TERTIAIRE

III -2-6 LES FORMATIONS MIO-PLIOCENES :

Elles sont principalement représentées par les dépôts continentaux du Mio-Pliocène du bassin de Mila. Ces formations occupent surtout la région de Oued Dib et le Sud de Hamem Beni Haroun . Elles reposent en discordance sur les formations de l'Eocène de la région de Beni Haroun.

Selon Coiffait (1992), le bassin de Mila constitue la partie occidentale du grand bassin néogène constantinois. Les formations lithologiques qui les constituent sont essentiellement représentés par des dépôts : détritiques, évaporitiques, et des calcaires lacustres.

Selon cet auteur la sédimentation du bassin de Mila se particularise par des périodes de dépôts et de non dépôts. A ce propos, cet auteur distingue trois cycles sédimentaires :

- Un cycle Langhien-Servallien inférieur .
- Un cycle Mellanien supérieur – sevallien supérieur.
- Un cycle Tyrolien inférieur (tortonien inférieur).

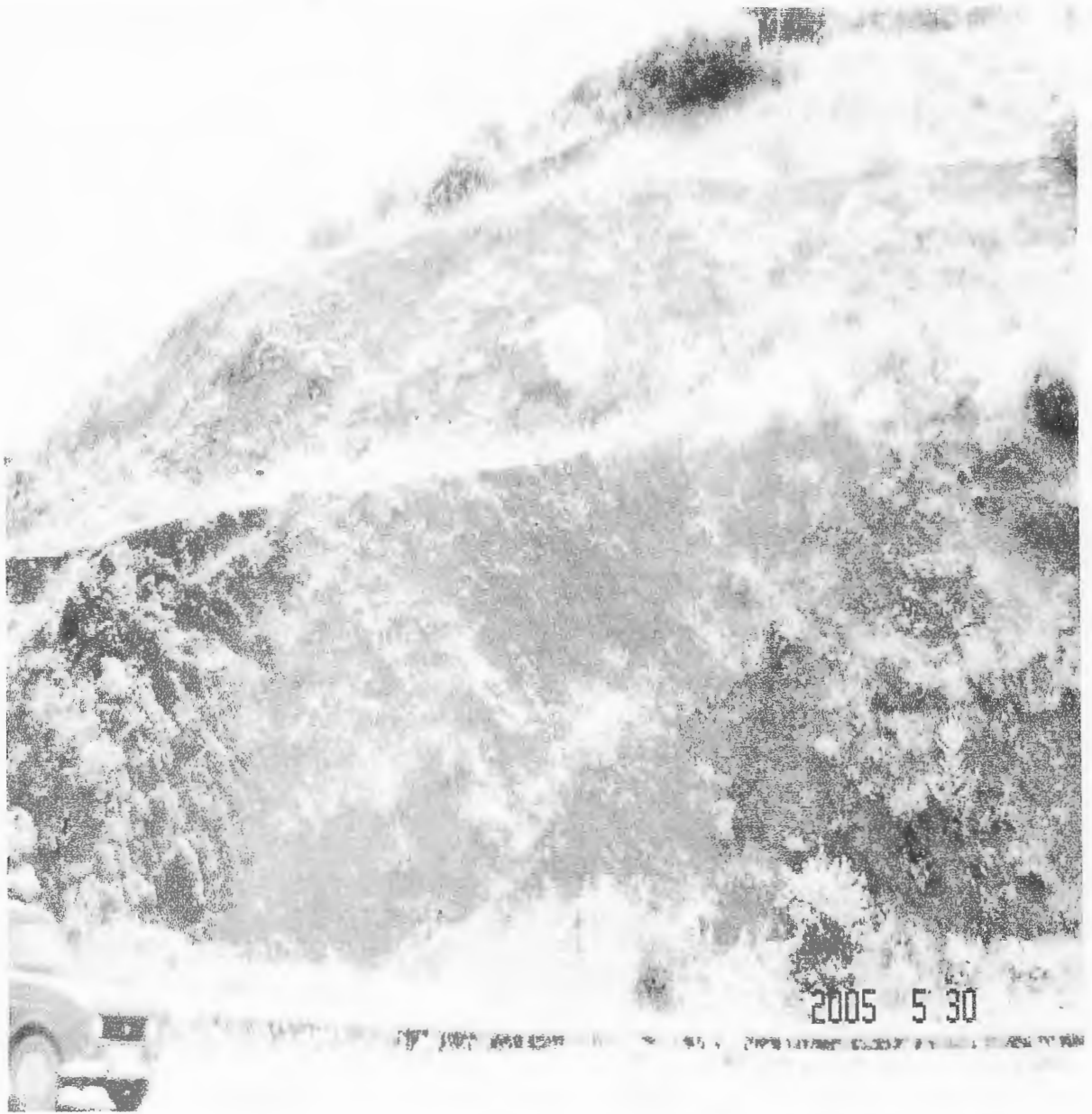


PHOTO 2: ALTERNANCE ENTRE LES MARNES ET LES CALCAIRES DU MOI-PLIOCENE.

III- 3 TECTONIQUE DE LA REGION ETUDIEE

III -3-1 DISPOSITIF STRUCTURAL DE LA TRANSVERSALE NORD-SUD EL-MILIA OUED DIB:

Le dispositif structural de la transversale N-S El-Milia oued Dib est dont fait partie le secteur étudié est caractérisé par la superposition de plusieurs unités géologiques, notamment la superposition du socle Kabyle sur les flyschs, qui à leur tour sont charriées sur les formations Telliennes.

Cette structure géologique serait le résultat de la superposition de deux phases tectoniques principales en l'occurrence la phase Alpine et la phase fini miocène Durant Delga (1955), Boullin (1977), Villa (1985).

Les différents aspects de la tectonique peuvent être résumés comme suit :

III -3-1-1 TECTONIQUE SOUPLE :

Les résultats de la tectonique tangentielle fini-lutétienne dans la région est remarqué par le déplacement latéral des unités géologiques. En effet le charriage du socle Kabyle sur la couverture sédimentaire est bien visible au sud d'El-Milia.

* Les chevauchements : dans le secteur d'étude les structures sont caractérisées par un contact chevauchant majeur de direction E-W, qui implique un déplacement moyen de l'ordre d'une trentaine de kilomètre Boullin (1977).

Plus précisément et contrairement à l'ordre de superposition connu, représenté sur le charriage du socle kabyle sur les formations du flysch Mauritanien, qui chevauche à son tour le flysch massylien ce dernier chevauchant les formations telliennes, on trouve le flysch mauritanien chevauchant directement les formations telliennes l'ensemble est engagé sous les formations du socle Kabyle, cette absence du flysch massylien est expliquée par un effet d'écaillage, le flysch massylien est peut être déplacé un peu vers le sud.

* Les plissements : sont de direction E-W, visible dans les formations du socle kabyle et dans les formations de la couverture sédimentaire cas de (Kef Bou El Hamem) ce dernier est représenté par un anticlinal couché dans l'axe est sensiblement orienté E-W.

III -3-1-2 TECTONIQUE CASSANTE :

Elle est marquée par le jeu des grands accidents tectonique d'ampleur régional animés par des déplacements verticaux (failles) et des déplacements horizontaux (décrochements).

Ces accidents sont responsables de la configuration morpho-structural actuelle de la Petite Kabyle.

III -3-2 LES DIFFERENTS SYSTEMES DE FRACTURATION :

Dans le tronçon d'étude est précisément au niveau de l'assiette du barrage de beni Haroun, l'étude du système de fracturation, laisse apparaître que la région été soumise à une tectonique cassante marquée par un réseau de fracturation dominé par 4 principale direction S-S: N-S, E-W, NE, SW, NW, SE.

Les quatre familles de faille détectées sont :

1- **Les failles N-S** : Ces failles sont d'orientations : N 0°-5° et N 175°-180° sensiblement parallèle à l'ouest de El- Kebir.

2- Les failles NE-SW : ces failles d'orientations : $N150^{\circ}-55^{\circ}E$ et $N40^{\circ}-45^{\circ}E$, $N70^{\circ}-75^{\circ}E$ sont surtout des décrochements sénestres affectent le versant et constituant un grand danger sur le barrage de Beni Haroun.

3- Les failles E-W : Elles présentent de nombreuses failles satellites essentiellement inverse et de direction ($N45^{\circ}-85^{\circ}E$) ces failles E-W parallèles à l'oued Dib sont responsable de la structure d'une mégastructure toujours instable.

La faille de oued Dib appartient à la famille chevauchante (Durant Delga 1977) est d'une ampleur régional, elle peut atteindre 3km de long, cette faille a dû jouer durant le Pliocène terminal et probablement au début du Quaternaire.

L'ensemble de ces failles possède un double jeu :

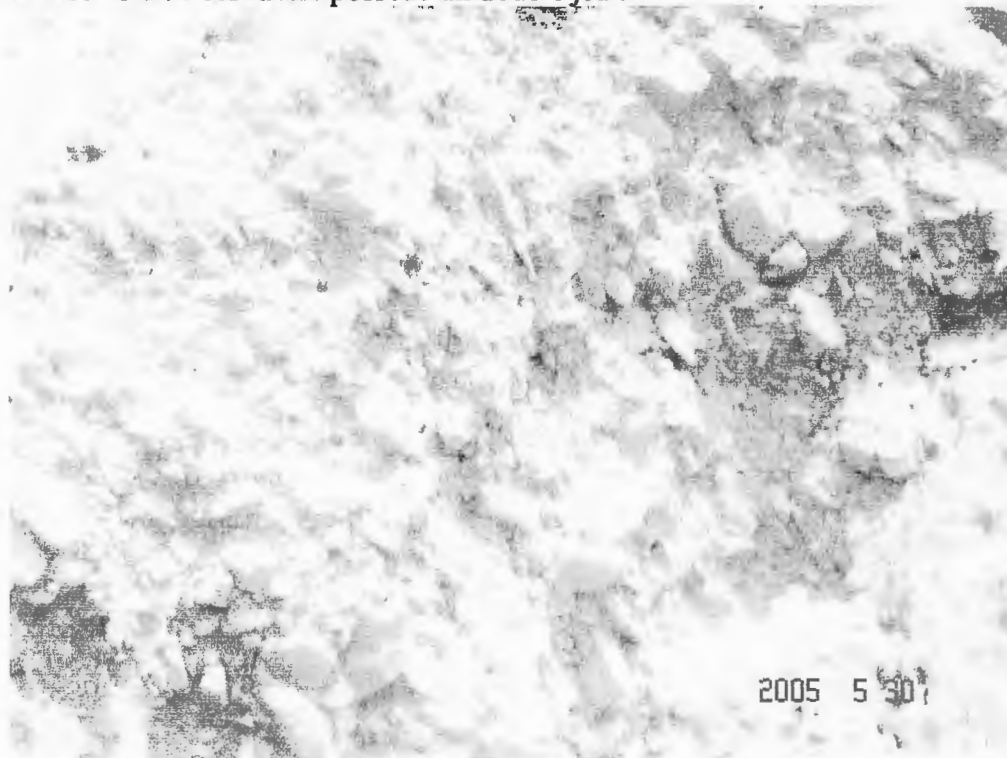


PHOTO 3: ZONE BROYEE RESULTE DE LA FAILLE E-W

- **Un jeu vertical :** ayant engendré la mise en contact des calcaires du sommet avec les marnes de la base.
- **Un jeu latéral :** est un jeu cisailant bien matérialisé par des stries et des traces de décrochement.

L'étude du système de fracturation qui affectent les formations au niveau de l'assiette du barrage de Beni Haroun, permet de relever un réseau de fracturation très dense, caractériser par plusieurs familles de failles, dont l'intersection conduit à la formation plusieurs nœud tectonique qui sont à l'origine de l'instabilité de cette zone.

Dans notre tronçon d'étude on peut relever une nette, correspondance, entre ces accidents tectoniques de grande vergence et les mouvements de terrain dans la région. (Voir page30).

L'instabilité du point kilométrique PK : 50+000 donne un exemple intéressant de la traccabilité néotectonique et de son influence sur les mouvement de terrain. Cette instabilité a des conséquences désastreuses sur le milieu environnant : ouvrages d'art, routes,.....

La direction des travaux public de la wilaya de Mila a recensé devant intempérie de février 2005 une série de dégâts qui ont touché le trançon de route situé entre El-Milia Oued Dib dont les plus importants sont localisées aux points kilométrique suivant :

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOGRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS
DIRECTION DES TRAVAUX PUBLICS
WILAYA DE MILA

DEGATS : Intempéries Février 2005

RN27 :

*PK : 31+000 au PK : 31+400 : -Eboulements.

*PK : 34+350 : -Eboulements.

*PK : 36+800 : -Eboulements.

*PK : 38+150 : (Mechta Torba).

*PK : 39+300 : -Eboulements.

-AP : 2.000.000 DA

*PK : 40+400 : -Eboulements.

*PK : 44+000 :

*PK : 46+050 : -Eboulements.

*PK : 48+900 : -Eboulements importants.

*PK : 50+000 : -Glissements. /

-Rectification tracé. /

-(Glissement étudiée) /

*PK : 50+850 : -Eboulements. (taskif)

*PK : 53+500 : -Glissements.

*PK = Point Kilométrique.



PHOTO 4: ETAT DU PK 50+000 SUR LA RN 27 ENTRE JIJEL ET CONSTANTINE

En conclusion si les contraintes tectonique, se traduisant par des mouvements de terrain, s'associent à d'autres phénomènes tels que les crues, les inondations ainsi que la sismicité seront capables de provoquer des catastrophes :

Pour cela plusieurs questions se posent :

1. Quel sera l'impact de cette instabilité du terrain sur la route N27 et sur le pont de Chigara ?
2. Quels sont les préventions et les remèdes à prendre pour éviter une aussi lourde perte ?

Chapitre : IV
Etude Géotechnique

I- INTRODUCTION :

Un mouvement de terrain : est un déplacement plus ou moins brutal du sol ou du sous-sol ; il est fonction de la nature et de la disposition des couches géologiques. Sous l'expression générique «mouvement de terrain» sont regroupés plusieurs types de phénomènes d'instabilité des terrains variables en fonction du mécanisme mis en jeu (évolution de l'instabilité, vitesse du mouvement durant la phase d'instabilité majeure, surface de rupture, désorganisation des terrains, etc).

Les principaux types de phénomènes observés et dont l'apparition peut entraîner, des effets dommageables graves, sont :

- Les glissements de terrain.
- Les coulées de boue.
- Les chutes de blocs et les éboulements.

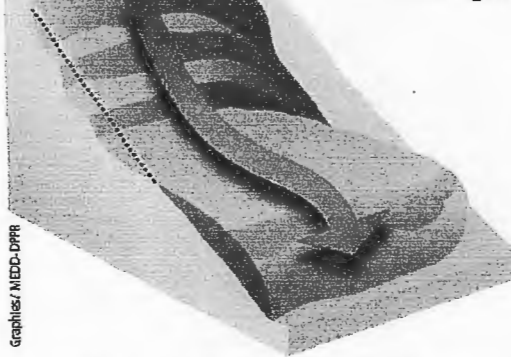
II- LES GLISSEMENTS DE TERRAIN :

Les glissements correspondent au déplacement d'une masse de terrains meubles ou rocheux

Le mouvement est engendré par l'action de la gravité, de forces extérieures (hydrauliques ou sismiques) ou d'une modification des conditions aux limites du terrain.

Les glissements apparaissent préférentiellement le long d'une surface de rupture (plane, circulaire ou quelconque) par cisaillement qui correspond souvent à une discontinuité préexistante Cette surface à une profondeur qui varie de l'ordre du mètre à quelques dizaines voire quelques centaines de mètres dans des cas exceptionnels, les volumes de terrain mis en jeu est alors considérables. Les vitesses d'avancement du terrain peuvent varier jusqu'à atteindre quelques décimètres par an. Lorsqu'il y a rupture ces vitesses peuvent atteindre quelques mètres par jour durant la période la plus active, (figure12)

Le glissement à surface de rupture circulaire se produit généralement dans des matériaux homogènes.



Graphies/ NIEDC-DPR

La surface de rupture le long de laquelle se déplace un glissement peut être plane (discontinuité, joint de stratification), circulaire ou complexe.

Figure 12: Surface de rupture

Selon la géométrie de la surface de rupture, on peut distinguer trois types principaux de glissement :

II.1 Glissement plan :

Mouvement qui se produit le long d'une surface de glissement sensiblement plane, figure 13 .

II.2 Glissement circulaire :

Surface de glissement plus ou moins circulaire, mouvement caractérisé en général par l'existence d'une zone de départ nette et par un bourrelet frontal plus ou moins marqué.

Il se produit en particulier en terrains meubles, dans les roches homogènes à faible cohésion ou très divisées, figure 15.

II.3 Glissement quelconque :

Le mouvement est très semblable au précédent dans son allure externe, mais la section verticale de la surface de glissement est de forme irrégulière. Il s'agit souvent d'une combinaison des deux cas précédents.

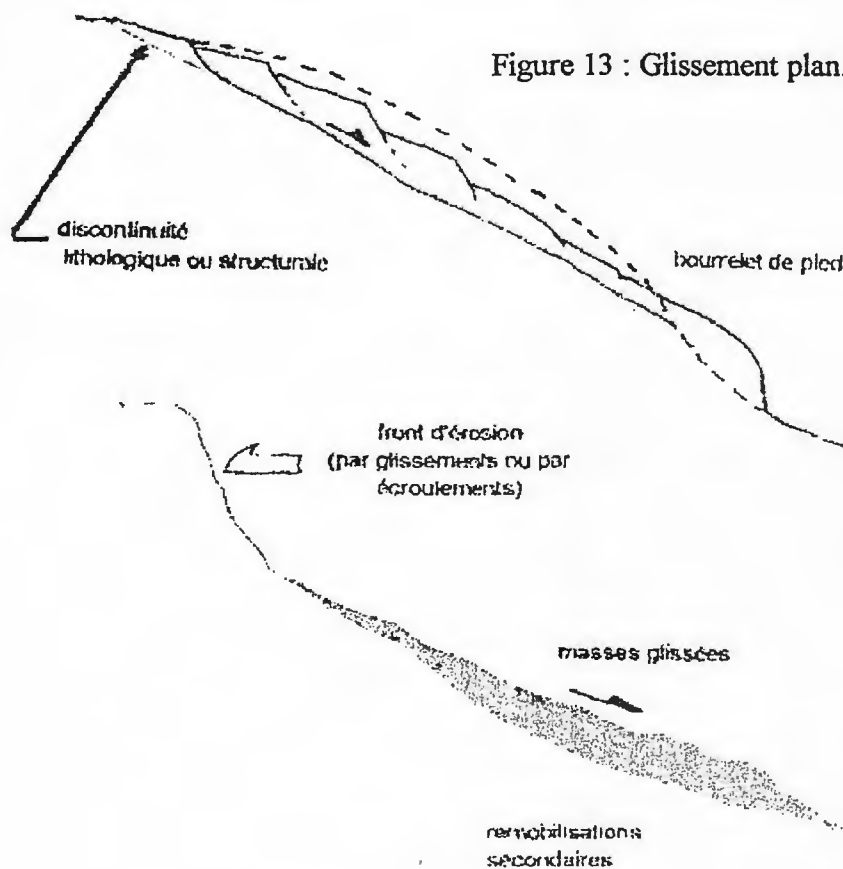


Figure 14 : Glissement - coulée
Sur faible pente.



Figure 15 : Glissement Circulaire .

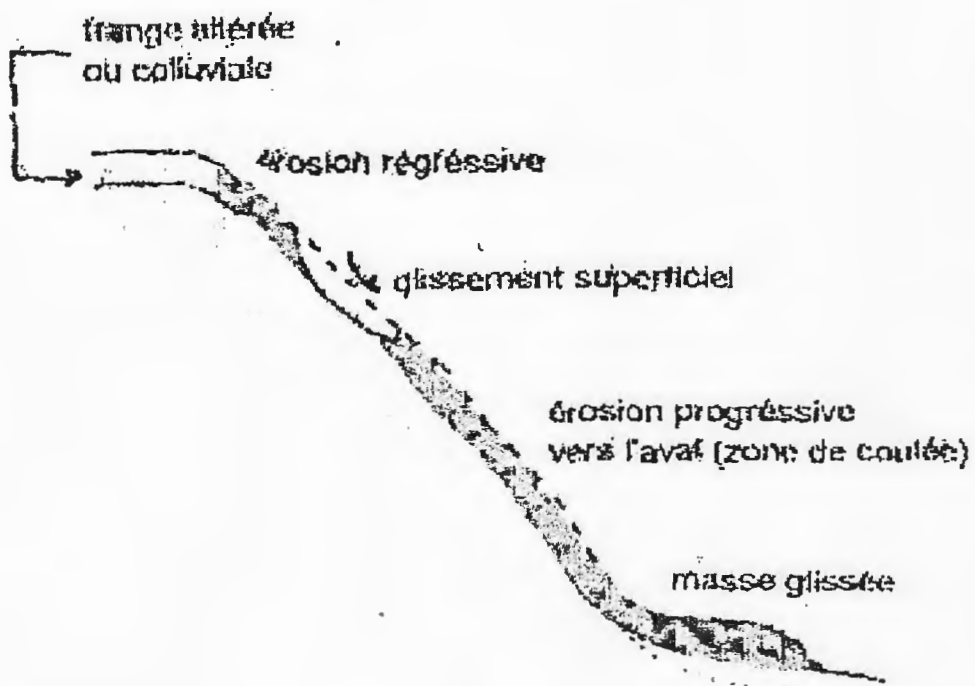


Figure 16 : Glissement – coulée sur forte pente .

III. AUTRES PHENOMENES RENCONTRES DANS LES GLISSEMENTS DE TERRAIN :

Le terme de glissement de terrain, englobe également trois autres phénomènes :

1. Les coulées boueuses :

Correspondent à la mise en mouvement de matériaux à l'état visqueux. Elles peuvent résulter de l'évolution de glissement sous l'action de l'eau.

2. Le fluage :

C'est un mouvement lent et irrégulier sur des pentes faibles. Il affecte essentiellement les argiles et entraîne des tassements locaux.

3. La solifluxion :

C'est un phénomène d'écoulement des sols en surface sur des pentes très faibles. Il est dû à l'alternance gel / dégel, au passage d'animaux ou à l'action des racines des plantes.

III.1.-LES PRINCIPAUX CAUSES DES GLISSEMENTS :

1/ La nature des matériaux, tel que dans les terrains argileux sont prédisposés aux glissements à cause des propriétés particulières des argiles (faible perméabilité, gonflements, etc.).

2/ L'influence de l'eau, elle circule dans les diaclases du massif en provoquant une pression de courant, ou bien s'infiltré dans les fissures de retrait en faisant gonfler l'argile lui faisant perdre sa résistance, l'eau peut aussi modifier par action chimique la structure de certains matériaux.

3/ Les causes mécaniques externes tel que l'érosion ou les terrassements en pied des talus en limites de stabilité, les entailles effectués dans des talus stables, toute surcharge naturelle ou artificielle déposée sur un versant, les vibrations qu'elles soient naturelles (séismes) ou artificielles (machines, explosion, etc.).

IV. GLISSEMENTS DE TERRAIN «UN RISQUE NATUREL » :

L'estimation du risque d'un glissement de terrain reposant sur une approche pluridisciplinaire : Géologique, hydrogéologique, et géotechnique.

Ce qui nécessite l'établissement des cartes d'aléas et de risques dans le domaine des mouvements de terrain. En plus de la Prévention des risques naturels à partir de systèmes de surveillance afin d'apporter une aide à la décision sur les plans d'intervention et d'évacuation des populations.

IV.1 Démarches scientifiques et moyens d'investigations :

- l'estimation des aléas naturels et de la vulnérabilité des infrastructures fait appel à des compétences diverses :

- Le géologue et l'hydrogéologue, par leur analyse des sites naturels peuvent qualifier les types de glissement, estimer la nature, le volume et les propriétés structurales des massifs affectés par les mouvements de terrain, définir les types de discontinuités impliquées dans le processus, préciser la structure des écoulements souterrains et évaluer la zone d'extension.
- Le géotechnicien et le mécanicien du sol peuvent quantifier les terrains concernés et modéliser les zones à risques pour quantifier le degré de sécurité ou la sensibilité de l'état actuel à la variation de certains paramètres (modification du régime hydraulique, aménagement du site, etc....).
- En combinant ces compétences nous pouvons conduire une approche plus proche de l'état réel, dans laquelle par exemple, la modélisation numérique intègre les données issues du terrain (données locales issues d'essais de laboratoire, mais aussi des données géomorphologiques issues de l'observation des sites et des levés topographiques).

IV.2 Les techniques de protection :

Dans le cas de glissement de terrain, les techniques actives sont privilégiées aux méthodes passives. En effet, une fois qu'un glissement de terrain mettant en jeu de grandes quantités de matériaux, il est difficile d'en maîtriser les conséquences.

La réalisation d'un système de drainage (tranchée drainante, éperon drainant, masque drainant ou drains ponctuels subhorizontaux) est une technique couramment utilisée pour limiter les infiltrations d'eau. Figure 17 .

Deux autres techniques de protection peuvent être ajoutée :

- Protection par les murs de soutènement .
- Protection par emboisement .

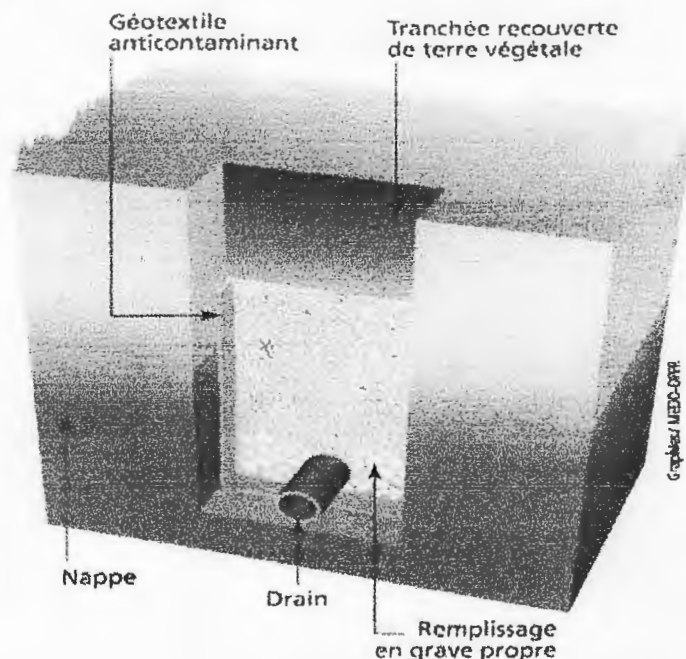


Figure17 : Tranchée drainante .

V. ETUDE DE STABILITE EN RUPTURE CIRCULAIRE :

V.1. Calculs de stabilité :

Lorsqu'on dispose de paramètres géométriques, hydrogéologiques et mécaniques, il devient possible d'effectués des calculs de stabilité.

On définit une surface de rupture " S " et on étudie la stabilité de masse (1) mobile par rapport au massif (2) qui est fixe. Figure18

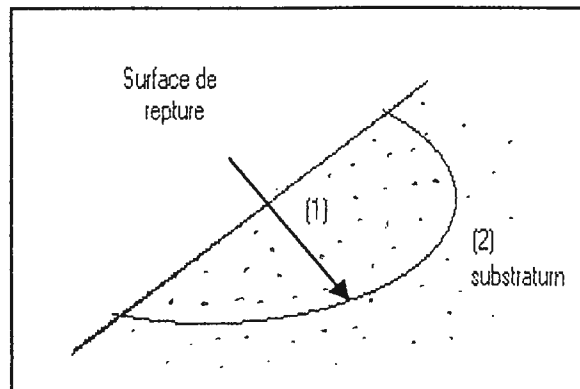


FIGURE 18 :surface de rupture.

Les différentes méthodes de calcul à rupture circulaire reposant sur des hypothèses telles que :

- Considéré le problème comme bidimensionnel avec une épaisseur unitaire.
- Supposé que le terrain se comporte comme un solide rigide – plastique, et qu’il obéit aux lois classiques de la rupture (loi de coulomb, $\tau = \sigma \text{tg } \phi + C$).
- La rupture s’effectue simultanément en tous les points de la surface de glissement.

V. 2. Coefficient de sécurité globale (FS) :

L’écart entre l’état d’équilibre existant et l’état d’équilibre limité se traduit par le coefficient de sécurité FS.

La définition de FS correspond à une mobilisation partielle du cisaillement limite sur la ligne de glissement.

$$FS = \frac{\sum \text{Moments résistants}}{\sum \text{Moments moteurs}} \dots\dots\dots(1)$$

- Le moment moteur comme étant celui du poids des terres, de l’eau interstitielle et des surcharges éventuelles, tendant à provoquer le glissement.

- Le moment résistant comme étant celui des réactions s'opposant au glissement, la force résistante est présentée par la résistance du sol due à sa cohésion, elle est fournie par la valeur maximale que peut prendre la composante tangentielle R (force résistante).

V.3. Calcul de la stabilité selon un cercle donné :

V.3.1. Méthode des tranches (méthode de FELLINUS) :

Considérons un talus recoupant un certain nombre des couches de sol de caractéristiques différentes $C_i, \varnothing_i, \gamma_i$.

La stabilité est étudiée on considère le problème plan, c'est à dire on analyse l'équilibre d'une masse de sol d'épaisseur unité dans le sens perpendiculaire à la figure. Figure 19

C_i : la cohésion.

\varnothing_i : l'angle interne de frottement.

γ_i : le poids volumique apparent du sol.

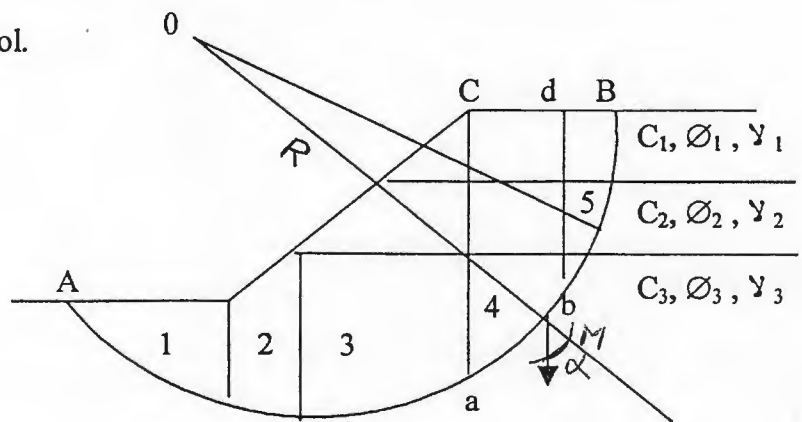


Figure. 19 : Méthode des tranches.

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 décomposer le volume de sol concerné en un certain nombre de tranches limitées par des plans verticaux. On définit par rapport à O le moment moteur et le moment résistant.

Etudiant par exemple la tranche abcd :

Décomposant le poids (w) en une force :

Normale à ab soit (N) et, une tangentielle à ab soit (T).

Le moment résistant est fourni par la valeur maximale que peut prendre la composante tangentielle de Rn . Figure 20

Alors : W_i : force agissante = poids

Rn : force résistante = résistance du sol due à sa cohésion, d'après coulomb :

$\tau = C . ab + N \operatorname{tg} \varnothing$(2)
---	----------

C_i : la cohésion.

\varnothing_i : l'angle interne de frottement .

γ_i : le poids volumique apparent du sol.

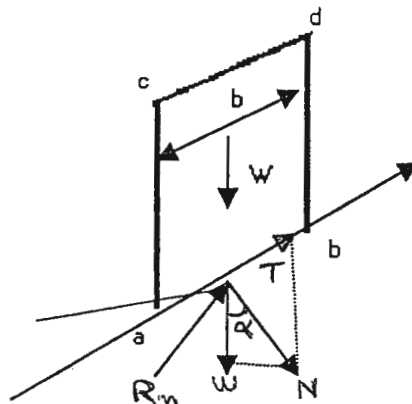


Figure 20 ; les composants d'une tranche a b c d .

Alors la somme des moments résistants pour toutes les tranches est :

$$\sum_i^m \left[C_i \cdot ab + N_i \text{tg } \varnothing_i \right] \quad \begin{matrix} m : \text{nombre total des tranches.} \\ C_i, \varnothing_i : \text{caractéristiques mécaniques de la couche } i . \end{matrix}$$

Alors :

$$F_s = \frac{\sum_1^m \left[C_i \cdot ab + N_i \text{tg } \varnothing_i \right]}{\sum_i^m T_i} \quad \dots\dots(3)$$

Sachant que :

$$N = W_i \text{Cos } \alpha_i, \quad T_i = W_i \text{sin } \alpha_i, \quad L = \frac{ab}{\text{Cos } \alpha_i}$$

La formule devient :

$$F_s = \frac{\left[C_i \frac{b}{\text{Cos } \alpha_i} + W_i \text{Cos } \alpha_i \text{tg } \varnothing_i \right]}{\sum_1^m W_i \text{sin } \alpha_i} \quad \dots\dots(4)$$

Cas d'une nappe d'eau :

- la valeur de la pression de l'eau $\mu = Z_w \cdot \delta w$ (5)

(Z_w : hauteur de la nappe).

- soit w le poids total de la tranche abcd.

- V_1 et V_2 les volumes des tranches situées respectivement au-dessus et au dessous de la surface de la nappe.

$$W = \gamma_d l + V_1 + \gamma_{sat} \cdot V_2 \dots\dots\dots (6)$$

- Soit N et T la composante normale et tangentielles sur \widehat{ab} de W.

- La résistante au cisaillement le long de \widehat{ab} s'écrit : $C \widehat{ab} + (N - \mu \cdot \widehat{ab}) \operatorname{tg} \emptyset$ et la formule devient :

$$F_s = \frac{\sum_1^m C_i \widehat{ab} + (N_i - \mu \widehat{ab}) \operatorname{tg} \emptyset_i}{\sum_1^m T_i}$$

Alors :

$$F_s = \frac{\sum_1^m \left[\frac{C_i \cdot b}{\cos \alpha_i} + \left(W_i \cos \alpha_i - \frac{\mu \cdot b}{\cos \alpha_i} \right) \operatorname{tg} \emptyset_i \right]}{\sum_1^m W_i \sin \alpha_i} \dots\dots\dots(7)$$

V.3.2. la méthode de Bishop simplifiée :

L'hypothèse supplémentaire est que $V_n - V_{n+1} = 0$ quelque soit la tranche considérée, l'équation devient alors :

- En présence d'une nappe :

$$F_s = \frac{\sum_1^m \left[C_i \cdot b_i + (W_i - \mu b_i) \operatorname{tg} \emptyset_i \right] \cdot \frac{1}{\cos \alpha_i \cdot (1 + \operatorname{tg} \alpha_i \operatorname{tg} \emptyset_i / F)}}{\sum_1^m W_i \sin \alpha_i} \dots\dots\dots(8)$$

Tous les termes sont connus et FS est calculé par itération successive. La première itérations est faite en adoptant : comme valeur Fso le coefficient de sécurité obtenue par la méthode de fellinus .

En l'absence de la nappe :

$$F_s = \frac{\sum_1^m \left[C_i \cdot b_i + W_i \operatorname{tg} \emptyset_i \right] \cdot \frac{1}{\cos \alpha_i \cdot (1 + \operatorname{tg} \alpha_i \operatorname{tg} \emptyset_i / F)}}{\sum_1^m W_i \sin \alpha_i} \dots\dots\dots(9)$$

V.4. Choix de la méthode et du coefficient de sécurité :

La méthode de Fellinus donne généralement des coefficients de sécurité plus faible que la méthode de Bishop. Les écarts peuvent atteindre 10% tout fois ceux-ci sont modérés et vont dans le sens de la sécurité. Il faut ce pendant noter que la position du cercle critique donnée par la méthode de Fellinus est parfois différente de celle donnée par les équations précédentes. Il faut attacher au F_s global une valeur probable, les spécialistes ont montré que (sauf erreur grossière, Sur l'hypothèse de calcul :

- Les talus reste toujours stables Si $F_s > 1,5$
- Le glissement est inévitable Si $F_s < 1$.

VI. Les caractéristiques géotechniques au PK 50+00 sur la RN 27 :

Dans le secteur d'étude un important glissement de terrain s'est révélé de grande ampleur c'est un glissement récent, toujours actif et spectaculaire avec une vitesse de progression remarquable durant les périodes de forte imbibition qui s'associent à d'autres phénomènes tels que : les travaux du terrassement du pont de Chigara. Elles étaient capables de provoquer des dégâts considérables dans la zone étudiée. *(Voir Tableau)*

VI.1. Situation du site :

Le site se localise sur la R.N.27 au P.K 50 + 00 sur la route reliant Jijel – Constantine, non loin du barrage Beni Haroun et du viaduc sur Oued DIB. Figure (21)

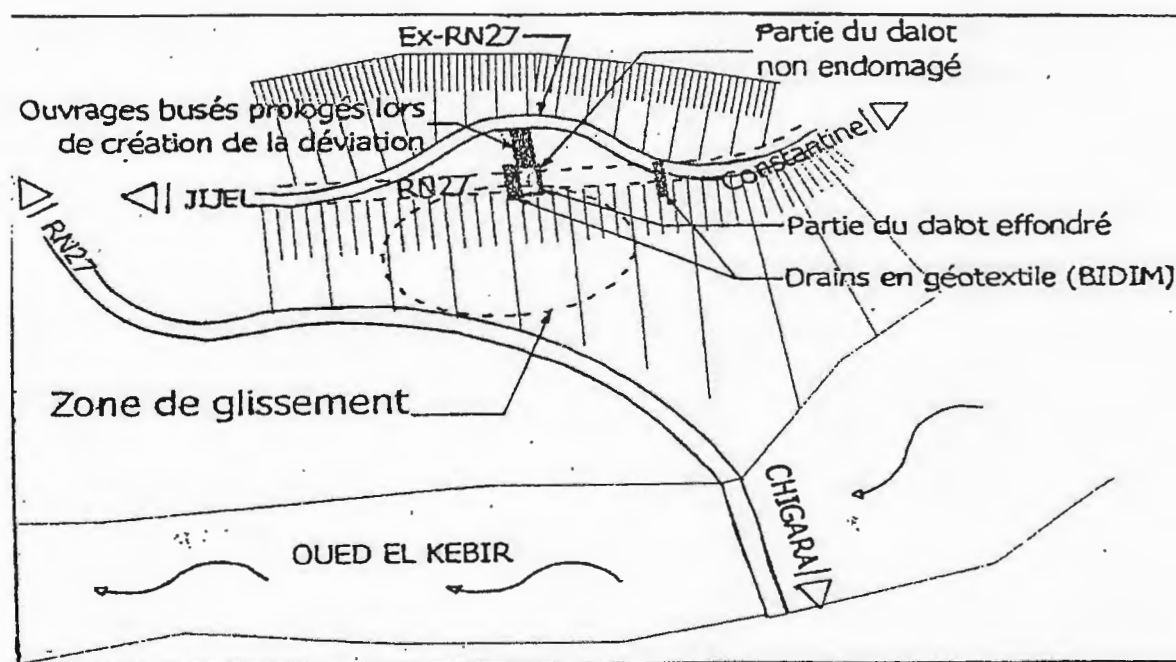


Figure 21 : Plan de situation.

VI.2. Origine du mouvement:

Au cours de réalisation de la RN27 par la société COGEFAR, et en faveur de l'amélioration du tracé de la route, il a été intéressant de projeter un tracé relativement droit au niveau du PK 50 + 00, contrairement de ce qui a été existant. D'où la nécessité de mise en place d'un ouvrage d'assainissement traversant la chaussée, figuré par le dalot existant d'autre part la présence de sources d'eaux en amont de la chaussée fût imposer la réalisation de drains, dont l'un d'eaux est juste adjacent au dalot.

En outre le dalot ainsi qu'une partie du tracé de la route sont évidemment réalisée sur des remblais, vu la nature du creux traversé.

Il est toutefois intéressant de rappeler que la projection d'une partie de la chaussée sur des remblais nécessite la création d'un talus à partir des terres excavées, cela fait que le nouveau talus recrée manque de caractère de qualité (notamment au pied du talus, lorsqu'on est en présence d'un ravin) tel que le compactage, la cohésion, l'homogénéité ...etc.

Par ailleurs, lors de la réalisation de l'évitement du barrage reliant le village de CHIGARA avec la route national RN27, des instabilités de terrain ont déclenché au niveau du talus, cela c'est rapidement développé au fur et à mesure jusqu'à l'invasions d'une partie de la chaussée ainsi que le corps de l'ouvrage joint.

VI.3. Les causes probables du mouvement :

Les causes probables de glissement sont liées essentiellement à l'action de l'eau et à la nature géologique du terrain.

D'importantes quantités d'eaux sont déversées anarchiquement en pleine zone sensible du site par le dalot existant. Ajoutée aux eaux pluviales s'infiltrant par le réseau de fissures dans le corps de glissement au sous-sol.

La nature géologique à prédominance argileuse du sol une fois imbibée par les eaux d'infiltrations favorise la rupture par chute des caractéristiques mécaniques.

Les travaux de terrassement du pont du Chigara .

VI.4. Etat du glissement lors de l'étude :

Les sorties effectuées sur le site ont permis d'observer, de constater et de déceler ce qui suit :

- Rupture circulaire affectant la plate forme routière (**glissement de flanc**) et détruisant une demi-chaussée, cette limite est à l'amont du glissement.
- Au niveau de la dite niche d'arrachement un escarpement très important de l'ordre de 1.5 m et plus entre les deux flancs celui en mouvement et l'autre (coté route) stable.
- Les bourrelets indicateurs du mouvement se sont développés à l'aval au niveau du cours d'eau qui de sa part contribue à l'accentuation du mouvement par l'affouillement du pied du versant (actuellement couvrant par la végétation).
- Une dépression s'est formée à l'amont et au milieu de la zone en mouvement signifiant son caractère rationnel.
- L'observation de l'ensemble du mouvement indique qu'il s'agit à la fois d'une rupture rotationnel circulaire et d'un mouvement de perturbation.
- Le glissement, a réduit la circulation à demi-chaussées du fait de l'effondrement de l'autre partie.
- Le régime hydrologique du Site montre que l'eau superficielle des pluies est nettement agressive vis à vis des tendres formations d'argiles et marnes et l'existence du cours

d'eau à l'aval du mouvement est un facteur déstabilisant qui doit être pris en considération durant l'étude.

- Une source d'eau a été repérée au niveau du coté aval de la plate forme routière en période estivale ce qui indique qu'un régime hydraulique souterrain existe.



Photo 5 : Rupture de la route.

VI.1.4. Campagne de reconnaissances:

La campagne de la reconnaissance a consisté en la réalisation de 3 sondages carottés continus de profondeur d'investigation variante de 10 à 20 m. figure (22), Dont les coupes lithologiques sont représentées par les profils N°=a,b,c,d.

-Les échantillons prélevés sont soumis aux différents Essais classiques de laboratoire.

1-Essai physiques : pour bien déterminer les caractéristiques physiques (densité sèche, densité humide, teneur en eau, Degré de saturation).

2-Essai mécaniques : pour la détermination des valeurs des caractéristiques mécaniques.

-Un Essai de cisaillement rectiligne à la boîte de Casagrande de type U.U et de type C.D. (Non consolidé non drainé), (consolidé drainé).

-Un Essai de compression simple.

-Un Essai dit à pressions différentes pour l'évaluation de l'amplitude du potentiel de gonflement.

3-Essais chimiques : (Taux de carbonates, Essai au Bleu...) les résultats obtenus sont les suivantes : Tableau (A).

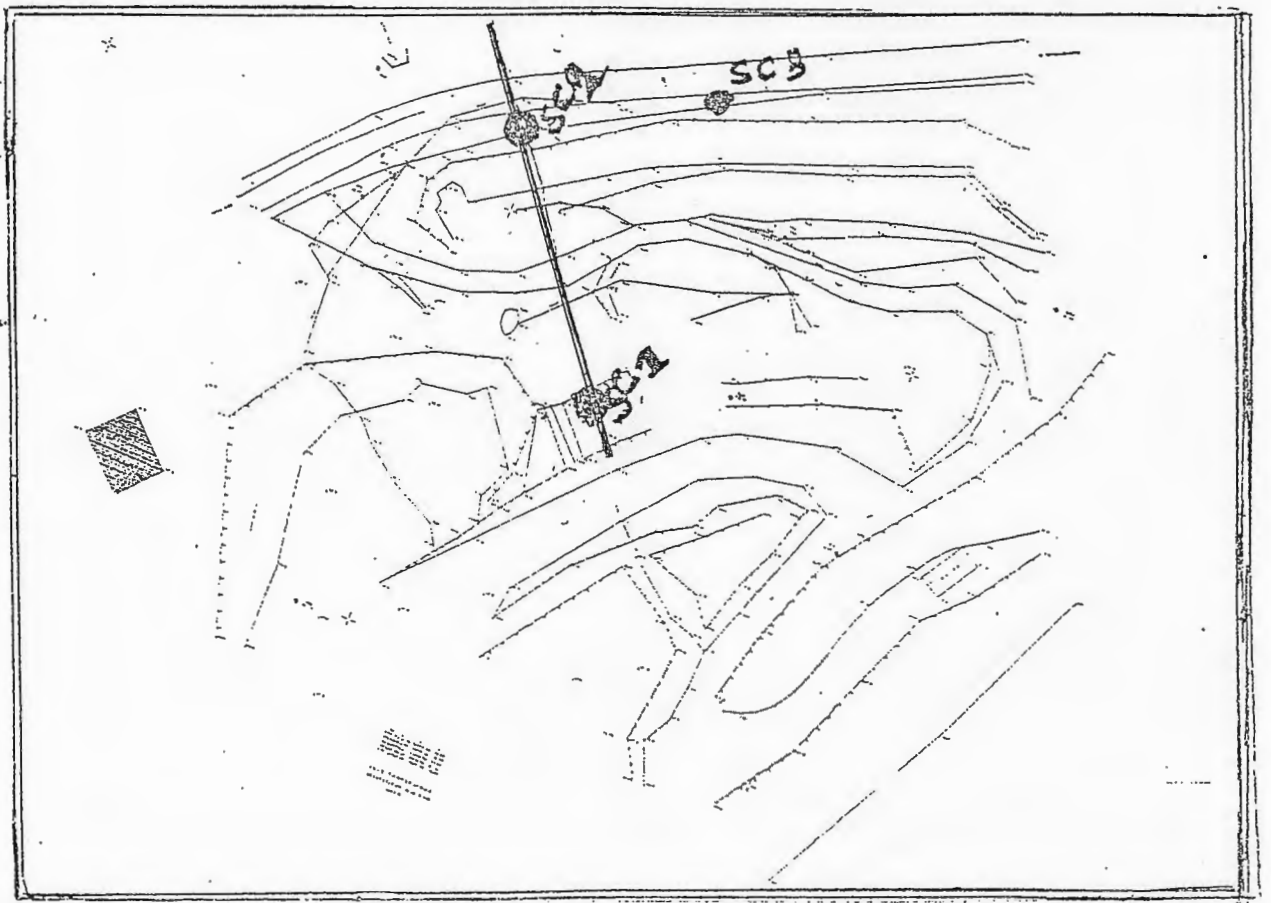


Fig: IMPLANTATION DES SONDAGES SC

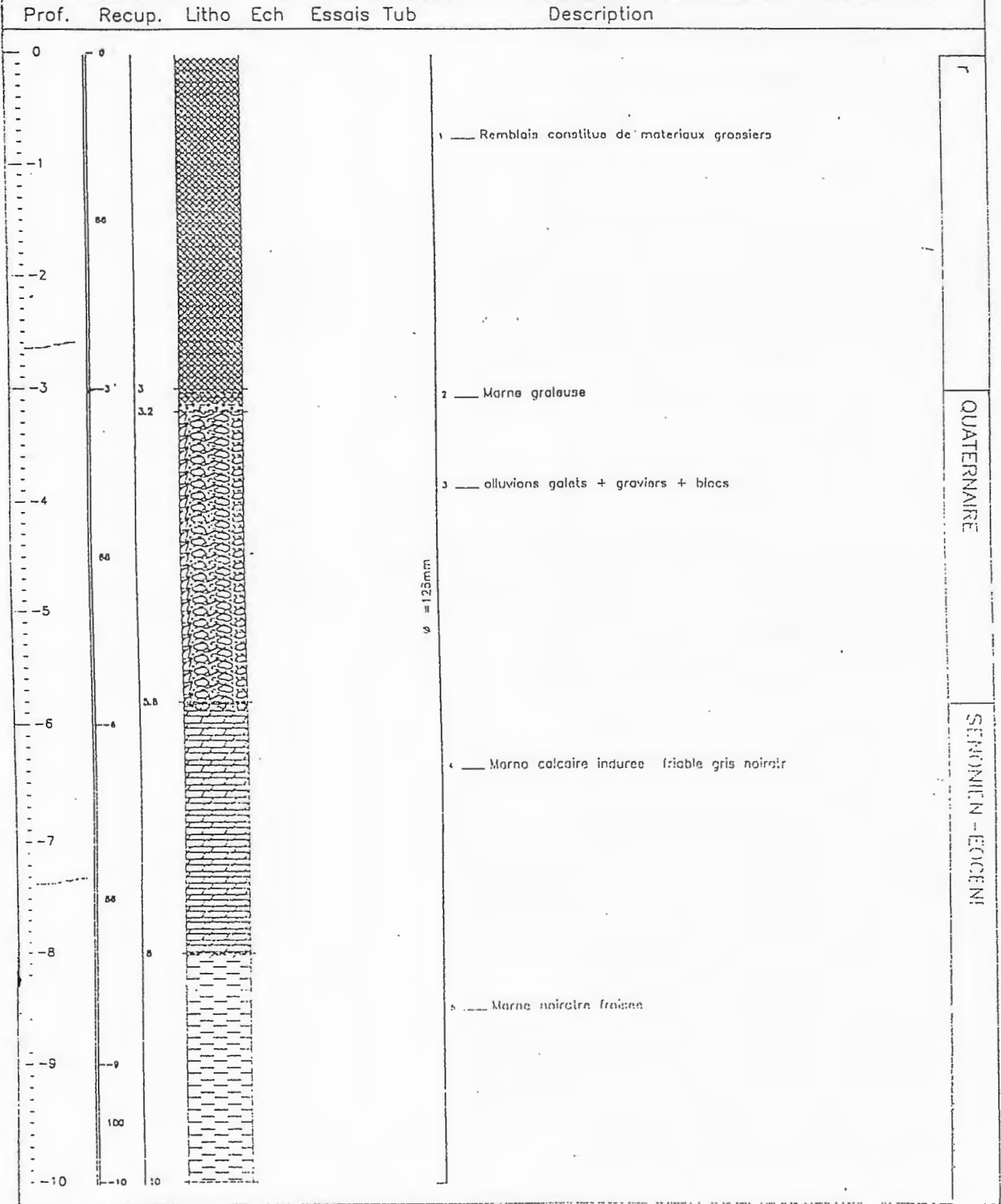
COUPE DU: S.01 Ech:1/ 50e

0

Projet: GLISSEMENT RN 27

Lieu: GRAREM X= 0 Y= 0 Z= 0 In=dg.

S01



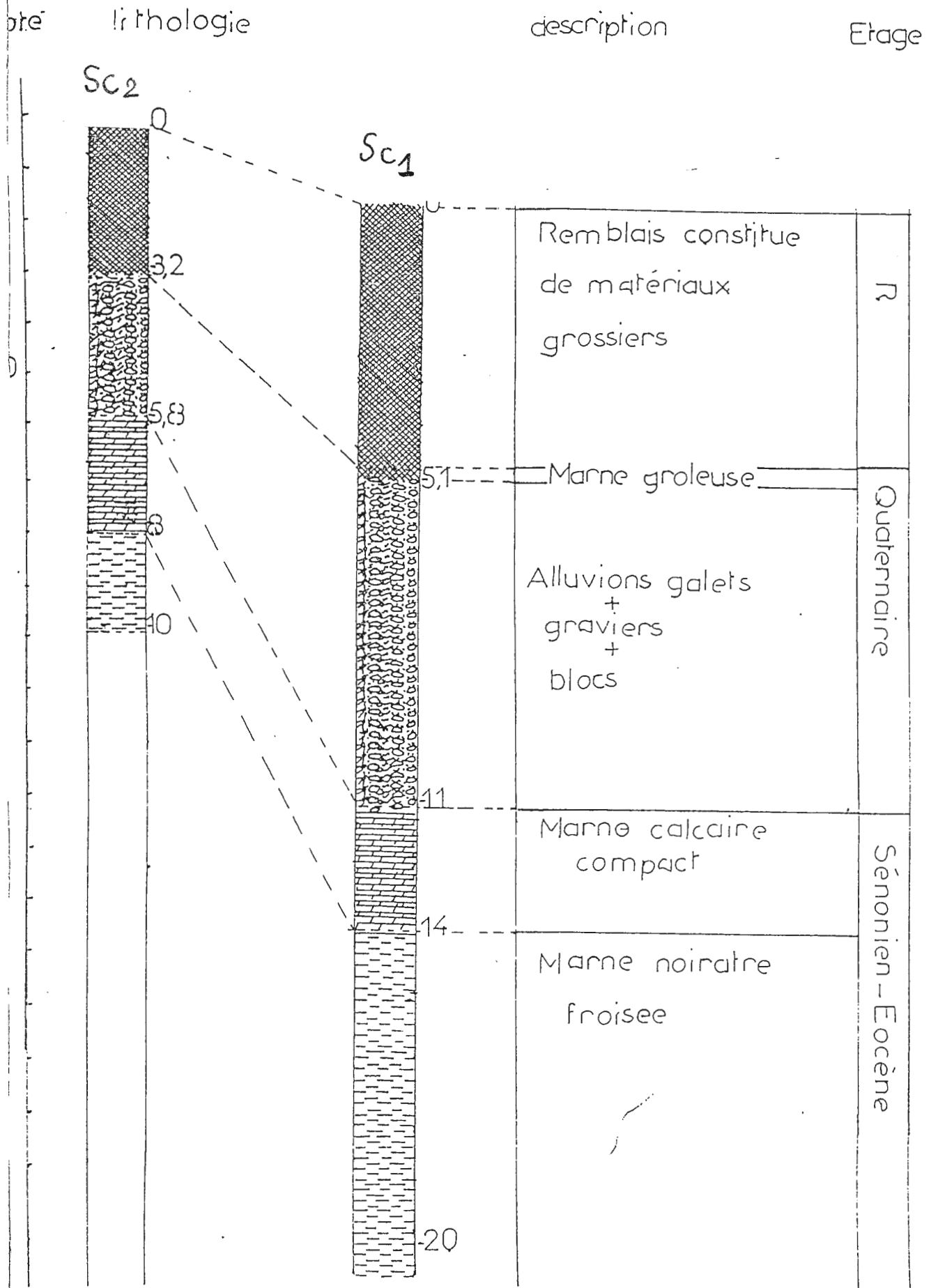


Fig: Corrélation géologique des sondages Sc₁, Sc₂ dans la zone d'étude

TABLEAU RECAPITULATIF (A)

Projet : ETUDE D'UN GLISSEMENT SUR LA RN 27 ENTRE CONSTANTINE ET JIJEL AU PK 50+500

SONDAGE	SC1			SC2		SC3
Prof.(m)	15.00-15.40	18.00 - 20.00	20.60-20.80	6.00-6.30	12.50-12.80	*
Densité Sèche T/m^3	1.80	1.77	1.86	2.02	1.90	*
Densité Humide T/m^3	2.05	2.01	2.10	2.16	2.06	*
Teneur en Eau %	18.57	19.81	17.39	9.67	12.49	*
Degré Saturation %	89.12	82.54	91.60	71.51	70.65	*
A.Frottement Int. UU/CD	6° / 4°	*	*	*	6° / 11°	*
Cohésion C(bar) UU/CD	0.10 / 0.10	*	*	*	0.40 / 0.05	*
Teneur en Eau % UU/CD	22.50 / 22.32	*	*	*	16.37 / 14.02	*
Pression de Cons.(bas)	3.40	*	*	4.20	*	*
Coefficient de comp %	23.70	*	*	8.40	*	*
Indice de gonflement	9.70	*	*	5.40	*	*

SONDAGE	SC1			SC2		SC3
Prof.(m)	8.00-8.10	15.00-15.40	18.50-20.00	20.60-20.80	6.00-6.30	12.50-12.80
% Sulfate en SO4--	0.16	1.52	1.29	0.24	0.09	0.10
% Carbonates en CaCO3	28.40	17.60	21.20	20.40	17.60	11.60
% Chlorures en Cl-	0.18	0.24	0.24	0.21	0.21	0.18
Essais au bleu	2.75	5.05	*	*	7.60	*
Classe d'agressivité	NULLE	FORTE	FORTE	FAIBLE	NULLE	NULLE

VI5 : Calcul manuel du coefficient de sécurité (FS) :

L'objectif du calcul de la stabilité par la méthode des tranches (Fillinus) sert pour déterminer un coefficient de sécurité (FS).

On prend un coefficient admissible égale à 1,5, les résultats sont les suivantes :
 profils: 1,2,3,4.

Exemple : profil :1.

* calcul de coefficient de sécurité du 1^{er} couche :

$$\gamma_d = 1,8 \text{ T/m}^3 = 18 \text{ KN/m} \quad \text{Echelle} \quad : 0,8 \text{ cm} \longrightarrow 5 \text{ m.}$$

$$\phi = 6^\circ$$

$$C = 10 \text{ KN/m}^3$$

$$L = 4,8 \text{ cm} = 30 \text{ m} \rightarrow b = \frac{30}{4} = 7,5 \text{ m}$$

$$b = 7,5 \text{ m}$$

$$b = 1,2 \text{ cm}$$

$$\text{Tranche 1: } W_1 = S_1 \times \gamma_d$$

$$W_1 = \left(\frac{5,625 \times 7,5}{2} \right) \times 18 = W_1 = 379,68 \text{ KN}$$

$$\text{Tranche 2: } W_2 = S_2 \gamma_d$$

$$W_2 = \left(\frac{5,625 + 6,875}{2} \times 7,5 \right) \times 18 = W_2 = 843,75 \text{ KN}$$

$$\text{Tranche 3: } W_3 = S_3 \times \gamma_d$$

$$W_3 = \left(\frac{6,875 + 6,25}{2} \times 7,5 \right) \times 18 = W_3 = 888,78 \text{ KN}$$

$$\text{Tranche 4: } W_4 = S_4 \times \gamma_d$$

$$W_4 = \left(\frac{6,25 + 3,75 \times 7,5}{2} \right) \times 18 = W_4 = 675 \text{ KN}$$

D'après l'équation (4) de Fs

$$F_s = \frac{10 \times 32,33 + 2652,12 \text{tg} 6}{196,54} \Rightarrow F_s = 2,22$$

$$F_s > 1,5$$

Donc le talus est stable.

Tableau 01 :

* Cas ou le sol est sec : $\gamma_d = 18 \text{ KN/M}^3 = 1,8 \text{ T/M}^3$

Tranche N°	W(KN)	α	Sin α	W Sin α	Cos α	W Cos α	$l_i = \frac{b}{\cos \alpha}$
1	243	+35°	0.573	139.23	0.819	199.01	7.326
2	513	+15°	0.258	132.35	0.965	495.04	6.217
3	513	-2°	-0.034	17.44	0.999	512.48	6.006
4	330.75	-18°	-0.309	-102.2	0.951	314.54	6.309
Σ				151.94		1521.07	25.858

Fs=2.54

* Cas ou le sol est mouillé : $\gamma_R = 2,05 \text{ T/M}^3$

Tranche N°	W(KN)	α	Sin α	W Sin α	Cos α	W Cos α	$l_i = \frac{b}{\cos \alpha}$
1	276.75	+35°	0.573	158.57	0.819	266.65	7.326
2	584.25	+15°	0.258	150.73	0.965	563.8	6.217
3	584.25	-2°	-0.034	-19.86	0.999	563.66	6.006
4	376.68	-18°	-0.309	-116.39	0.951	358.22	6.309
Σ				1973.05		1732.33	25.858

Fs=2.22

Profil 02 :

Echelle : 0,8 cm → 5m.

X=40 m
Y=182 m
R=38.75 m

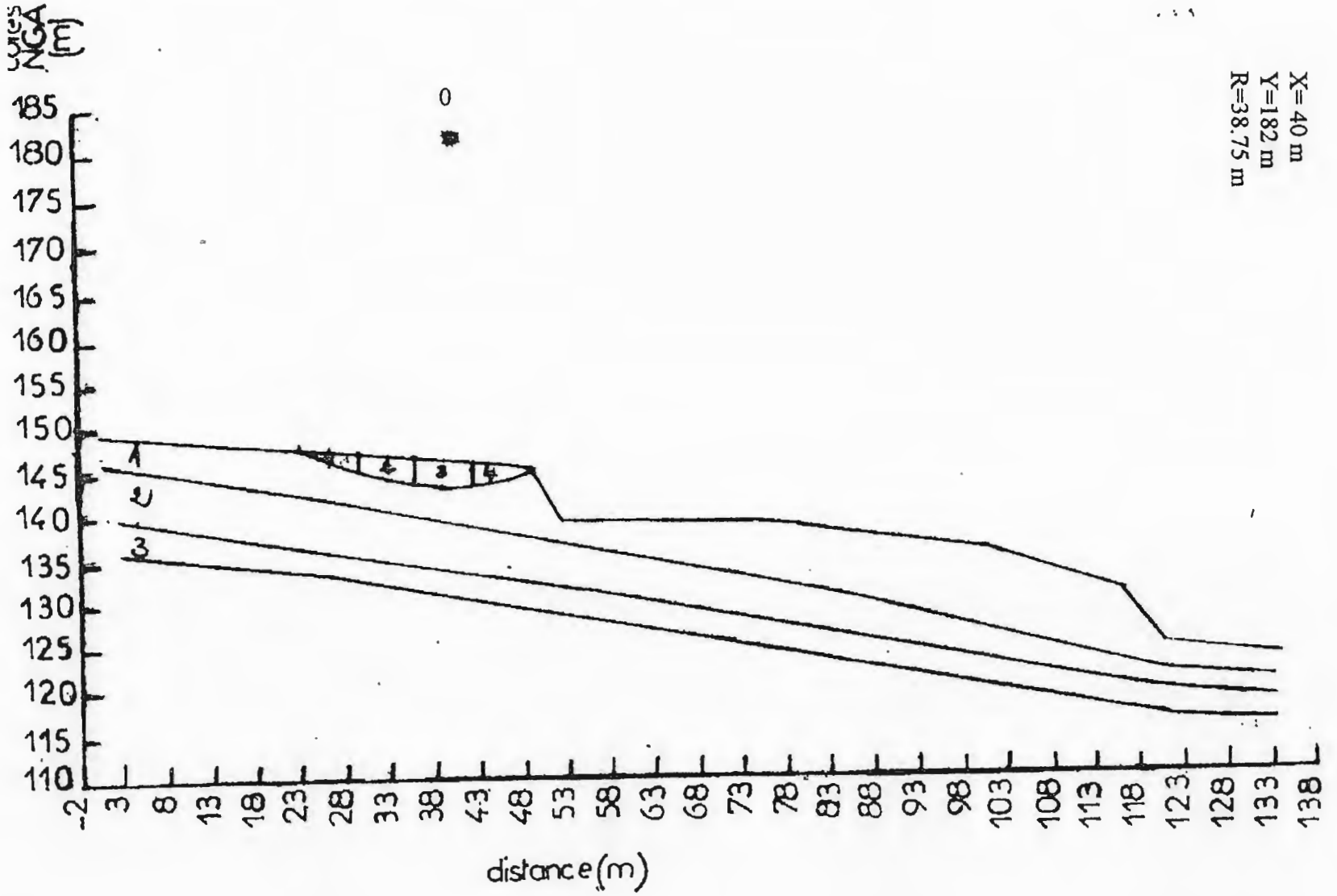


Tableau 02 :

* Cas ou le sol est sec :

Tranche N°	W(KN)	α	Sin α	W Sin α	Cos α	W Cos α	$l_i = \frac{b}{\cos \alpha}$
1	67.5	+20°	+0.342	+23.08	0.939	63.38	1.064
2	135	+10°	+0.173	+23.35	0.984	132.84	1.016
3	168.75	-1°	-0.017	-2.868	0.999	168.58	1.001
4	67.5	-10°	-0.173	-11.67	0.984	66.42	1.016
Σ				+31.892		431.22	4.097

Fs=5.29

* Cas ou le sol est mouillé : $\gamma_R = 2,05/M^3$

Tranche N°	W(KN)	α	Sin α	W Sin α	Cos α	W Cos α	$l_i = \frac{b}{\cos \alpha}$
1	76.875	+20°	+0.342	26.29	0.939	72.18	1.064
2	153.75	+10°	+0.173	26.29	0.984	151.29	1.016
3	192.18	-1°	-0.017	-3.267	0.999	191.98	1.001
4	76.875	-10°	-0.173	-13.29	0.984	75.645	1.016
Σ				+36.323		491.09	4.097

Fs=2,54

Profil 03 :

Echelle

: 0,8 cm →

5m

X= 41 m
 Y=160 m
 R=23.12 m

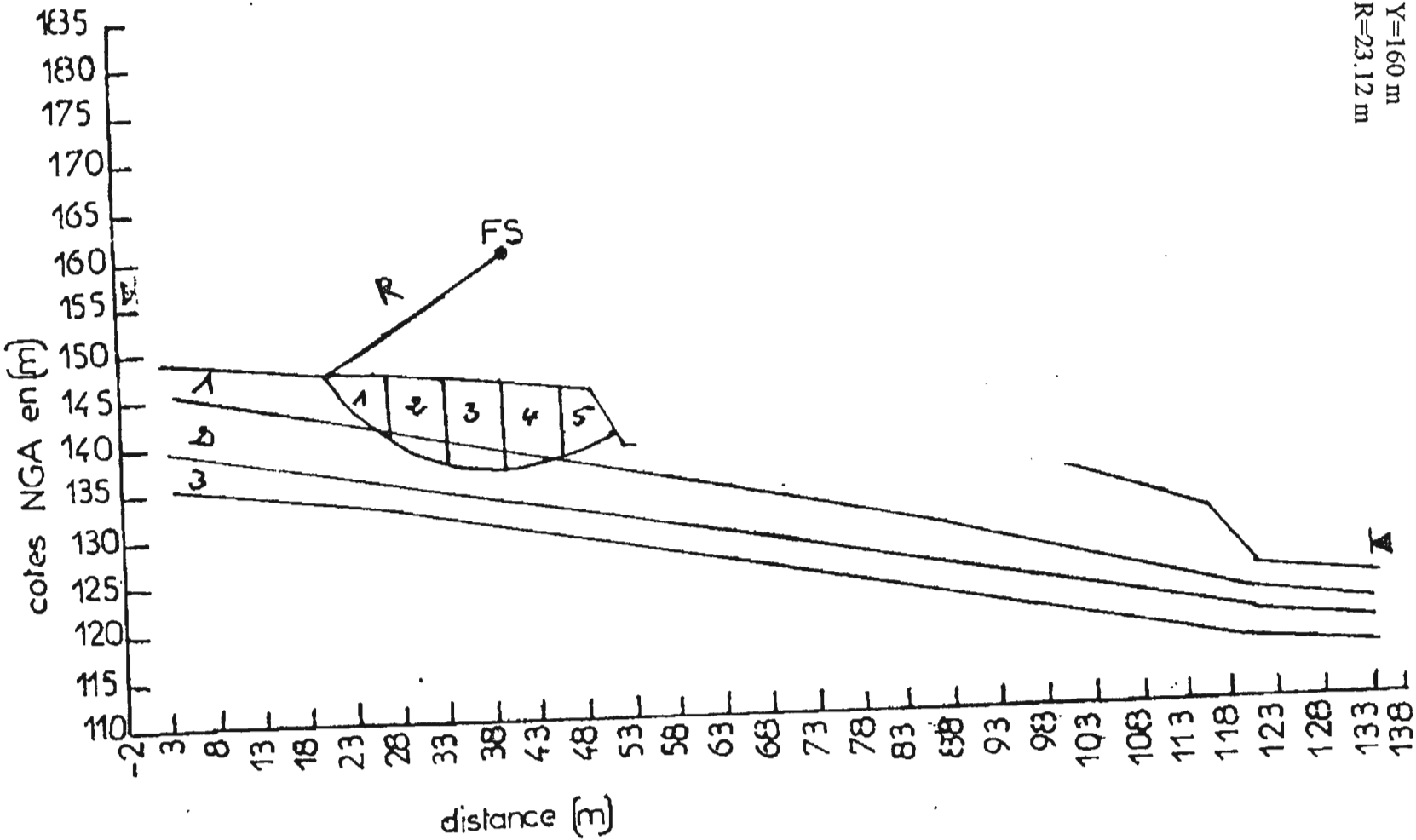


Tableau 03 :

* Cas ou le sol est sec :

Tranche N°	W(KN)	α	$\text{Sin}\alpha$	W Sin α	$\text{Cos}\alpha$	W Cos α	$l_i = \frac{b}{\cos\alpha}$
1	225	+45°	+0.707	159.07	0.707	159.07	7.072
2	477.2	+22°	+0.374	179.47	0.927	422.36	5.393
3	638.75	+10°	+0.173	110.50	0.984	628.53	5.081
4	588.75	-6°	-0.104	-61.23	0.994	585.21	5.030
5	301.5	-25°	-0.422	-131.03	0.906	281.31	5.518
Σ				+255.78		2076.48	28.094

Fs=1.79

* Cas ou le sol est mouillé :

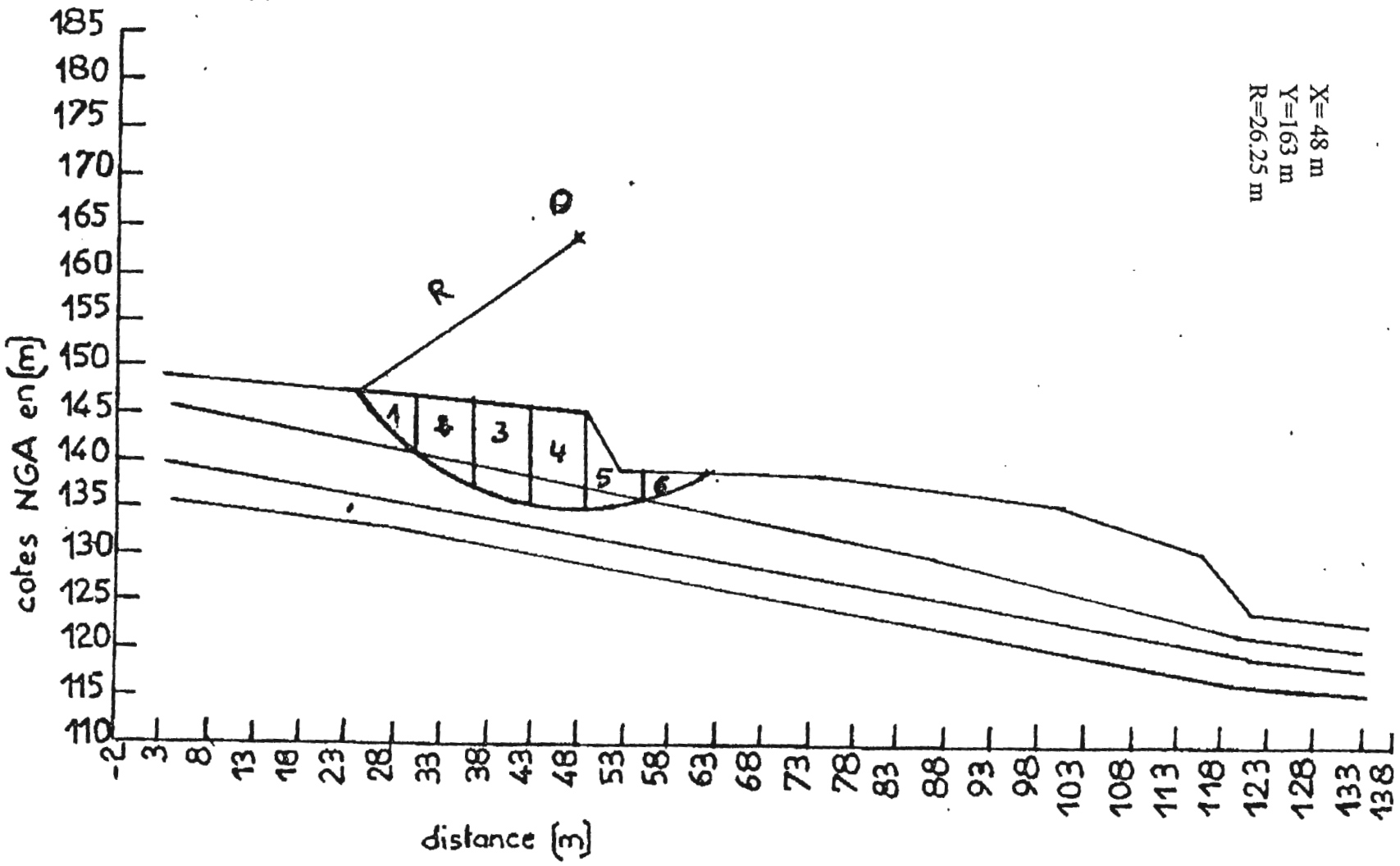
$\gamma_R = 2.07/\text{m}^3$

Tranche N°	W(KN)	α	$\text{Sin}\alpha$	W Sin α	$\text{Cos}\alpha$	W Cos α	$l_i = \frac{b}{\cos\alpha}$
1	256.25	+45°	+0.707	181.16	0.707	181.16	7.072
2	590.30	+22°	+0.374	220.79	0.927	547.27	5.393
3	719.25	+10°	+0.173	124.43	0.984	707.74	5.081
4	667	-6°	-0.104	-69.36	0.994	662.99	5.030
5	353.62	-25°	-0.422	-149.22	0.906	320.37	5.518
Σ				+307.8		2419.53	28.094

Fs=1.65

Profil 04 : Echelle : 0,8 cm → 5m.

X=48 m
Y=163 m
R=26.25 m



* Cas ou le sol est sec :

Tranche N°	W(KN)	α	$\text{Sin}\alpha$	W Sin α	$\text{Cos}\alpha$	W Cos α	$l_i = \frac{b}{\text{cos}\alpha}$
1	285.75	+40°	0.642	183.45	0.766	218.88	7.832
2	691.5	+27°	0.453	313.25	0.891	616.12	6.734
3	915	+15°	0.258	236.07	0.965	882.97	6.217
4	969	+4°	0.069	66.86	0.997	966.09	6.018
	880.5	-6°	-0.104	-91.57	0.994	875.21	6.036
6	730.125	-15°	-0.258	-188.37	0.965	704.57	6.217
Σ				519.68		4263.84	39.054

Fs=1.71

* Cas ou le sol est mouillé :

Tranche N°	W(KN)	α	$\text{Sin}\alpha$	W Sin α	$\text{Cos}\alpha$	W Cos α	$l_i = \frac{b}{\text{cos}\alpha}$
1	323.32	+40°	0.642	207.57	0.766	247.66	7.832
2	772.05	+27°	0.453	349.73	0.891	687.89	6.734
3	1019.55	+15°	0.258	263.04	0.965	983.86	6.217
4	1081.05	+4°	0.069	74.59	0.997	1077.8	6.018
5	987.3	-6°	-0.104	-102.67	0.994	981.37	6.036
6	828.36	-15°	-0.258	-213.71	0.965	799.36	6.217
Σ				+578.55		4777.94	39.054

Fs=1.54

Conclusion : L'eau joue un rôle majeur sur le facteur de sécurité car se dernier influe négativement sur la stabilité du talus surtout dans la période humide.

VI.6. Propositions Géotechniques pour le cas étudié :

On recommande les solutions suivantes

1. Talutage avec dégagement partiel de la masse glissante.
2. Réalisation d'un rideau de palplanches ancré à 12 m de profondeur, réalisé par 78 éléments et étalés sur 48.50 m.(photo 6)
3. Substitution de la partie endommagée de la route par un matériau sélectionné tel que le TVC (0/40).
4. Prolonger le dalot existant et projeter un caniveau bétonné de grand format en amont de la route.
5. Rechargement d'accotement avec un matériau sélectionné.
6. Reconstitution du corps de chaussée.
 - Couche de roulement : 8 cm en BB 0/14
 - Couche de base : 20cm en GC 0/20.
 - Couche de fondation : 35 cm en TVC 0/31.5.

Le coefficient de sécurité après confortement devient ($F_s = 1.556$)

VII. C'est quoi un rideau de palplanche ?



Photo 6 : Rideau de Palplanches

VII.1. Définition :

Les palplanches sont des pièces longues peut larges, peut épaisses, enfoncées dans le sol pour constituer des rideaux plans en bois ou en acier plat ou ondulé. Ces dernières sont plus en plus fréquemment utilisées dans les ouvrages, soit à titre définitif (mur de guai). Soit à titre provisoire (batardeaux), les très grandes réalisations en palplanches se présentent souvent sous forme de constructions cellulaires, pour les travaux de soutènement on distingue :

- Les rideaux ancrés.
- Les rideaux sans ancrage.

VII.2. Etude de la stabilité des palplanches :

Calculer une palplanche ces répandre à la question suivante :

Quel type de palplanche faudrait il utiliser : son modèle

Combien faudrait il l'enfoncer dans le sol : Sa fiche.

VII.2.1 Pour un rideau sans ancrage: $h < 10m$

La stabilité du rideau est assurée uniquement par les réactions du sol sur la partie enterrées que l'on appelle la fiche. C'est le phénomène de contre butées qui s'impose c.a.d que La palplanche pivote autour d'un point ou un axe extrémité inférieur ainsi que les poids des pièces sont équilibrés par les composantes verticales des différentes forces. (On retient que les composant horizontal).

VII.2. Pour un rideau avec ancrage : $h > 10m$

Doivent une part de leur stabilité à une ou plusieurs lignes de tirants qui sont relié à des plaques d'ancrage enterré dans le sol à quelques mètres de la paroi, ces tirants sont attachés sur le rideau dans sa moitié supérieur.

Les rideaux ancrés résistent donc à la poussée des terres à la fois grâce aux efforts d'ancrage et grâce à la butée sur la fiche, C'est la résistance de l'encrage qui conditionne, la stabilité du rideau.

VII.3. Caractéristiques d'une palplanche :

L'une des plus importante condition de bonne exécution d'un ouvrage en palplanches métalliques réside dans l'utilisation d'une technique de fonçage et d'engins de mise en œuvre bien adaptés au travail à effectuer.

Il semble nécessaire d'insister sur ce point dont l'importance est souvent sous- estimée. Il existe essentiellement deux techniques de fonçage des palplanches Le battage et le vibrage. Les facteurs intervenant dans le choix de la technique et des engins de mise en œuvre des palplanches sont :

- La nature des terrains traversés.
- Les caractéristiques des palplanches utilisées.
- La nature et l'importance de l'ouvrage à construire.
- L'environnement.
- Les conditions d'accès au chantier.
- Les délais d'exécution.
- La disponibilité du matériel.

Remarque : dans le site étudié : les palplanches utilisé sont des palplanches sans encrage , battus à 12 m de profondeur (marne calcaire compacte)

- Le talutage se fait à 70° selon : $tgb = c/\gamma h + tg\theta \longrightarrow tgb = 10/2.07 + tg 60 = 70^\circ$

Le plan de battage

Le plan de battage est constitué par un ensemble de dessins définissant précisément et complètement les caractéristiques de l'ouvrage en palplanches à construire. Sur ce plan on doit notamment trouver les éléments suivants :

- l'indication du nord géographique.
- Le positionnement de l'ouvrage par rapport à une base- repère.
- Le sens d'écoulement des eaux, pour un ouvrage en Site aquatique.
- Le nombre et le type de palplanches regroupées par familles.
- La longueur des palplanches et la cote d'arasé théorique de leur tête.
- Des dessins détaillés des palplanches spéciales (palplanche d'angle, de raccord...)
- La cotation des angles de raccordement éventuels.

❖ Implantation de l'ouvrage :

Il s'agit de matérialiser sur des repères fixes la fibre moyenne des rideaux à construire. Pratiquement l'implantation consiste à positionner les guides de battage. D'une façon générale, on commence par mettre en place les chaises ou chevalets destinés à porter ou les cons des moises servant au guidage. Figure 23.

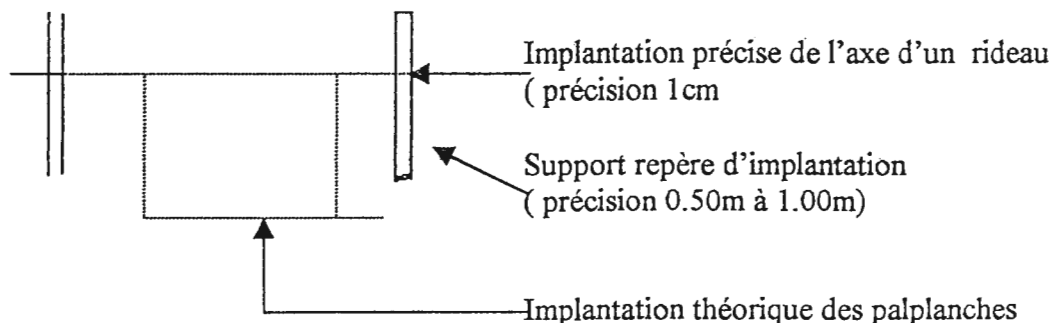


Figure 23: Implantation de l'ouvrage.

❖ Stockage, manutention et enclenchement des palplanches :

Les palplanches sont des profils relativement flexibles, essentiellement conçus pour travailler en position verticale, enclenchés les mis dans d'abord stockées à proximité du laminoir, puis chargées sur des wagons, transbordées sur des navires de nouveau déchargées et stockées avant d'être utilisées sur le chantier. Toutes ces opérations doivent être conduites avec soin, de façon à ne pas engendrer dans palplanches des contraintes et des déformations qui pourraient conduire à des déboires lors des opérations d'enclenchement et de fonçage.

❖ Centrage et guidage des engins de battage :

Pour être efficace et limiter les risques d'apparition de certains incidents graves lors de la mise en œuvre des palplanches (déviations, déversements, déformations...)

- L'engin de battage doit être parfaitement centré sur celle-ci et sur le martyr du casque de battage.

- Pour les mêmes raisons, l'engin de battage doit être parfaitement guidé dans ses déplacements.
- Le dispositif de guidage doit assurer à la frappante une trajectoire confondue avec la fibre moyenne théorique, verticale, du profil à battre. Figure 24.

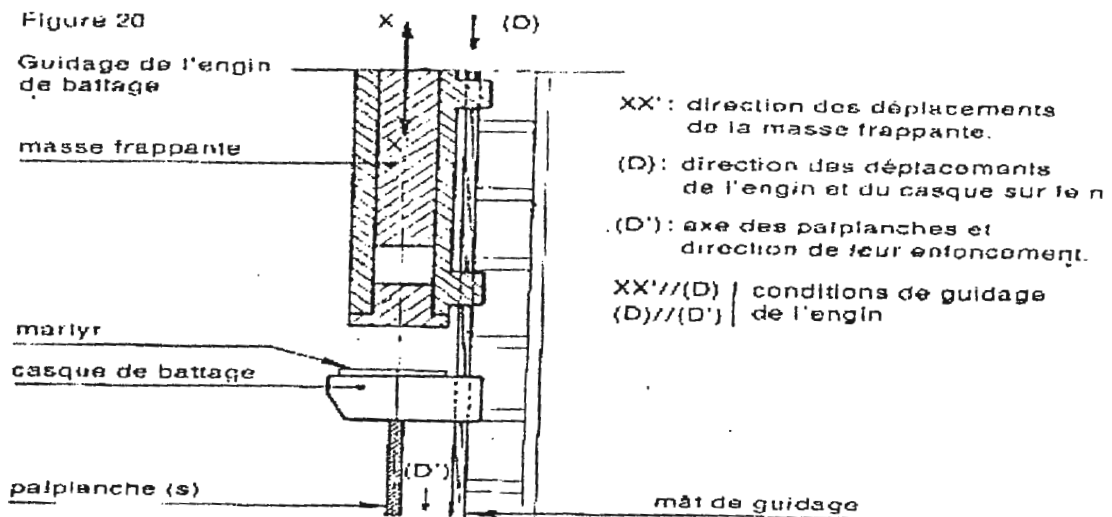


Figure 24 : Centrage et guidage d'engin.

Ils existent deux types de dispositifs de guidage :

1. Ceux qui assurent aussi un guidage des têtes de palplanches par l'intermédiaire du casque de battage (cas des sonnettes et des mâts montés sur grue).
2. Ceux qui ne guident que l'engin de battage et dont la verticalité n'est assurée que par l'appuis qu'il prennent sur les palplanches elles-mêmes (mâts suspendus, cavaliers).

❖ Le guidage des palplanches :

Un guidage correctement conçu permet d'obtenir un bon alignement du rideau, limite les risques de divers longitudinaux et permet aux palplanches de traverser ou de refouler plus facilement les obstacles qu'elles rencontrent dans le sol.

❖ Contrôles à effectuer au cours de la mise en œuvre des palplanches :

1. Contrôle des caractéristiques et de l'état des palplanches approvisionnées :
Le premier contrôle qui doit être fait sur le chantier consiste à :
 - Identifier les palplanches approvisionnées.
 - Comparer leurs caractéristiques à celles figurant sur les plans d'exécution de l'ouvrage à construire.
 En particulier, la longueur des palplanches doit être mesurée car elle constitue l'une des données de base du relevé de battage et permet de déterminer la cote de leur pied.
2. Contrôle de la verticalité des palplanches.
3. Du guidage des engins de battage.
4. Contrôle de l'état des têtes de palplanches.
5. Contrôle de la pénétration des palplanches relevées de battage.

VIII. UNE PROPOSITION POUR LE DRAINAGE DES EAUX :

VIII. 1. Définition :

Le drainage est un dispositif de collecte et d'évacuation des eaux d'infiltration.

Il a donc pour fonction de collecter les eaux venant des terrains amont, susceptibles d'occasionner des infiltrations dans les murs enterrés tels que les sous-sols, et de les évacuer.

Le système drainant se décompose en trois éléments obligatoires :

- Une tranchée drainante.
- Une canalisation drainante.
- Un exutoire .

VIII.2. Tranchée drainante :

La tranchée drainante permet le captage et l'écoulement rapide des eaux de ruissellement jusqu'au drain proprement dit.

La tranchée est remplie de matériaux filtrants tels que cailloux, gravillons, sable.

Si le terrain est constitué de grains fins, il y a lieu de prévoir la pose d'un textile.

Celui-ci aura pour fonction d'éviter le colmatage du drain.

Enfin, la paroi enterrée peut- être protégée par la pose de plaques (hourdis) ou dalle drainant géotextile anti-contaminant facilitant la migration des eaux vers la canalisation drainant. Figure 25

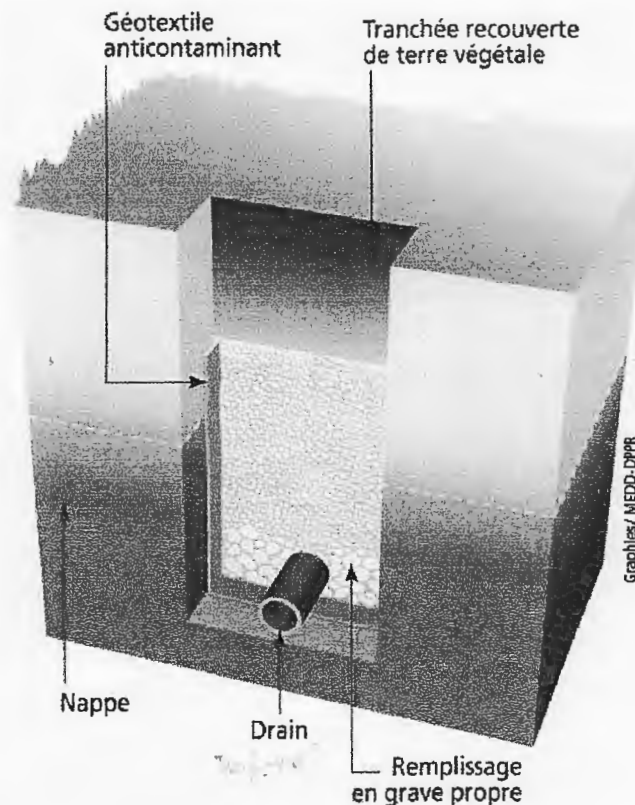


Figure 25 : Tranchée drainante.

VIII.3. La canalisation drainante :

Sa fonction est de recueillir les eaux provenant de la tranchée et de les conduire vers l'exutoire. (Sortie)

La canalisation est généralement en PVC (tubes rigides perforés).

Le diamètre minimum est de 10 cm et la pente de 0.3 à 1 cm par mètre.

VIII.4. L'exutoire :

Cet élément est indispensable au bon fonctionnement du système.

En effet en l'absence d'exutoire, l'eau restera bloquée dans le drain, rendant celui-ci totalement inopérant.

L'écoulement doit se faire gravitairement et en cas de nécessité être raccordé à une pompe de relevage.

Remarques :

Il est recommandé de prévoir des regards étanches à chaque changement de direction ; ceci permet l'entretien.

Le drain a pour fonction de collecter les eaux de terrain et non les eaux pluviales collectées par les gouttières ou les caniveaux.

Enfin, contrôlez régulièrement le bon fonctionnement du système et notamment de l'exutoire, Car celui-ci venait à se boucher, le drainage n'aurait plus aucune utilité.

VIII.5. Utilisation du géotextile dans les tranchées drainantes :

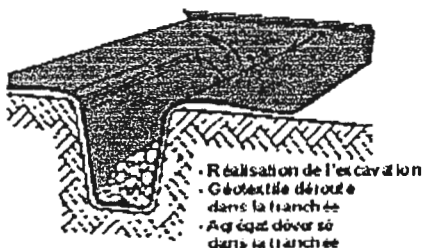
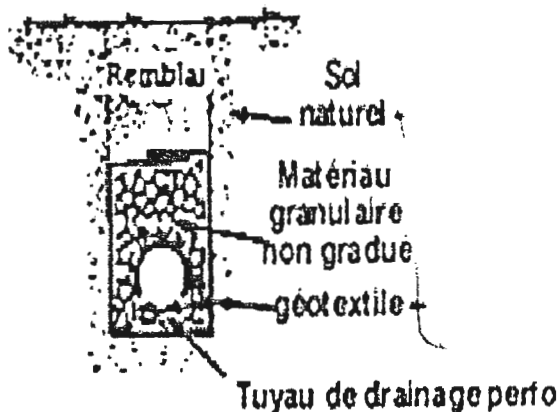


Figure 26-27 : L'exécutoire.

Dans la mise en place de systèmes drainants, intervient : Figure 26-27

Comme enveloppe filtrante autour d'un milieu très perméable (tranchées drainantes, tuyaux perforés, etc.) :

- pour éviter le colmatage interne de système.
- pour limiter le lessivage du sol environnant.
- Pour améliorer les condition, de pénétration de l'eau vers le drain.
- Pour augmenter la surface drainante en contact avec le sol.

VIII.6. Le produit proposé pour un géotextile de drainage :

Très résistants à la compression, les produits SPACER permettent de drainer même sous fortes contraintes. Le géospaceur en polyéthylène est associé ou non à un ou deux géotextiles de filtration. Photo (7).

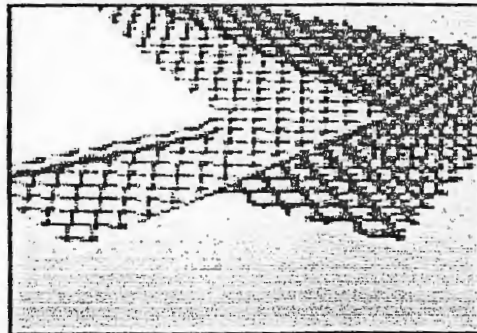


Photo 7 : BIDIM SPACER.

a. Fonctions principales :

L'eau est omniprésente dans les sols. Il faut pouvoir la maîtriser au risque de désordres importants à l'intérieur ou en périphérie des ouvrages de génie civil. Les dispositifs de **drainage** sont essentiels pour contrôler les pressions d'eau et éviter l'érosion interne. Qu'il s'agisse d'une structure de drainage granulaire ou par géospaceur, le système de filtration est l'élément indispensable du dispositif de drainage : placé entre le terrain naturel et la structure de drainage, il doit maintenir le sol en place tout en laissant passer l'eau. Dans cette fonction, les géotextiles Bidim associent de très bonnes propriétés hydrauliques de rétention du sol et de perméabilité sur le long terme avec des propriétés mécaniques adaptées aux énergies et aux sollicitations de mise en œuvre. Ils sont la garantie de la pérennité de l'ouvrage.

b. Propriétés fortes :

Le **Bidim S** est parfaitement adapté pour les ouvrages de drainage, notamment pour les tranchées drainantes. Photo (8) .



Photo 8 : BIDIM S.

Les **Bidim SPACER** sont des alternatives économiques aux matériaux granulaires pour drainer et évacuer les eaux collectées dans le sol : ils offrent des capacités drainantes élevées sur des épaisseurs réduites, une souplesse de mise en œuvre pour une meilleure adaptabilité au terrain, et si besoin, une grande résistance à la compression même sous des hauteurs de remblai importantes.

X. RECOMMANDATIONS POUR L'EXECUTION DES REMBLAIS DANS LA ZONE ENDOMMAGEE : PK .50+00

A fin d'aboutir à une meilleure remise en état de la partie de la chaussée endommagée on recommande de suivre les phases d'exécutions suivantes en ordre chronologique :

Figure 28.

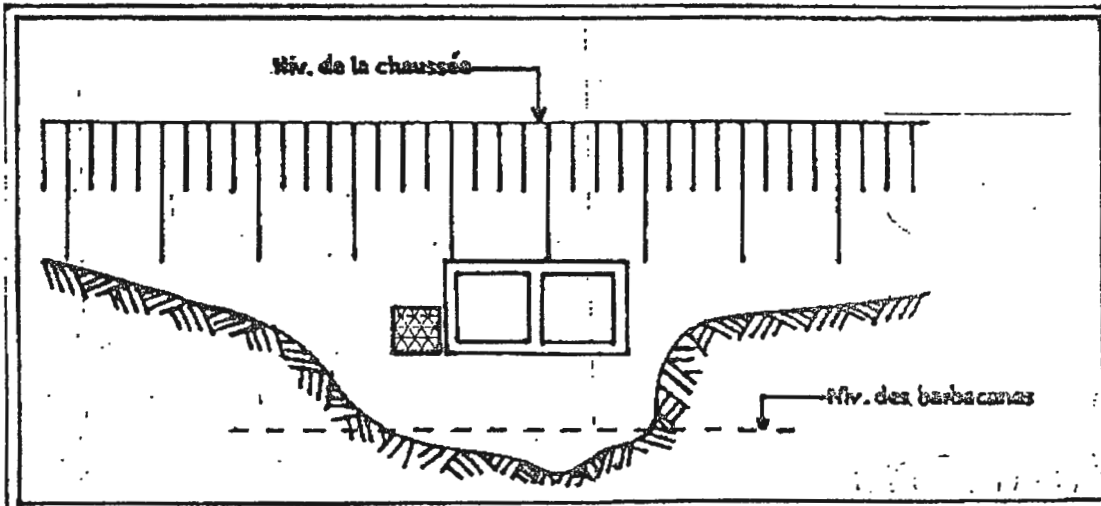


Figure 28 : Coupe de face, Etat des lieux.

Etape 01 : Terrassement et remblaiement.

A) Décapage et nettoyage de l'assise au-dessous du niveau des barbacanes sur une épaisseur d'environ 1.0m et une largeur de 6.0m sur toute la partie comprise entre le dalot et le rideau de palplanches, le décapage doit aboutir à une plate-forme horizontale. Néanmoins, il est percevable que cette opération soit difficile à réaliser à l'aide des engins importants, et de même pourrais influencer sur la stabilité du reste de la chaussée, ce pendant, il semble vital d'entreprendre cette opération manuellement.

B) En montant au niveau des barbacanes, on doit élargir la distance de décapage sur les deux cotés en allant ver la droite de 2.0m et ver la gauche de 3.0m, en forme de redents, Figure 29.

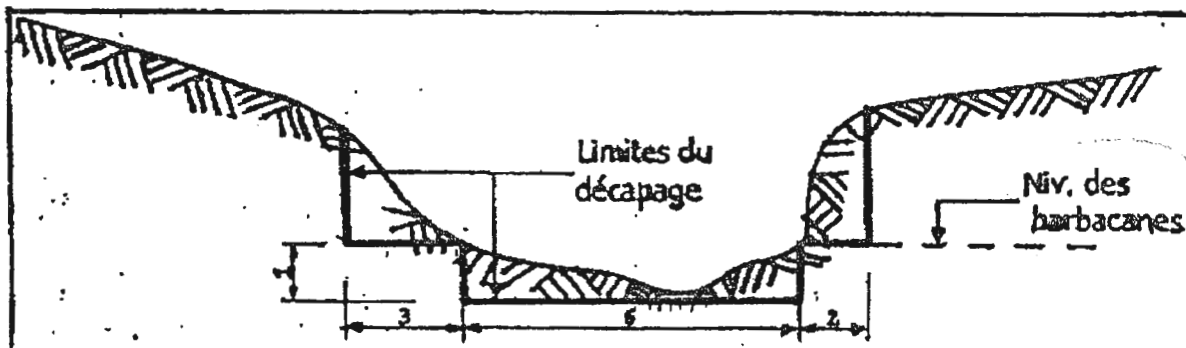


Figure29 : La zone de décapage.

C) Remplissage de la partie au-dessous du niveau des barbacanes par un matériau imperméable. Le matériau excavé pourrait être utilisé pour opération. Il est à préciser que cette couche de remblai doit être entretenue avec soin, par un compactage à l'aide d'un compacteur manuel sur des couches qui ne doivent guère dépasser les 20cm. D'autre part, et afin d'obtenir une couche imperméable, on recommande après chaque sous-couche compactée, de broyer sur toute la surface une couche de ciment (environ **un sac par couche**). Ainsi, le niveau de surface doit être miné d'une pente de 2.0% vers le milieu de l'ouvrage, afin de bien canaliser les eaux pouvant se dissiper de dessus.

D) Nettoyage des banquettes précédemment réalisées d'une couche de remblai en grave concassée 6/60 sur une épaisseur de 1.20m, afin de permettre le drainage des eaux pouvant s'infiltrer de dessus, cette couche doit être suivie par un compactage à vibreur à l'aide d'un compacteur manuel afin de permettre la stabilité des composantes de la grave entre eux .

E) -Recréation d'une autre banquette tel que la précédente ; et réalisation d'une couche en béton cyclopéen de 250 Kg/m³ sur une largeur devant assimiler l'ouverture du dalot ainsi que le drain juxtaposé (7.0 m environ).

Afin de ne pas engendrer la portance du sol, il est recommandé de remplacer les agrégats du béton , par un matériau plus léger , qui peut être, la casse de brique récupérée auprès de la briqueterie de MILA cette couche de Béton cyclopéen présente plusieurs avantages à citer :

- Servant comme couche imperméable au-dessus du drain et du dalot.
- Remplir le rôle d'un béton de propriété pour la future partie du dalot à réaliser.
- La partie au-dessus du dalot existant être difficile à compacter, de ce fait, le béton, et vie sa nature liquide, peu attendre et remplir les poches que sont impossible à attendre par le compactage.



Photo 9 : Endommagement du dalot.

Une fois le béton durci, les parties non remplies de part et d'autre doivent être remblayé par le TVO, A notre que le niveau du surface de massif de béton doit attendre le niveau inférieur du radier du dalot ; en outre, on doit prévoir une pente de 1.0% dirigé vers le milieu de l'ouvrage.

Etape 02 : Recépage des palplanches.

- Recépage des éléments de palplanches faces à l'ouverture de l'ouvrage au niveau radier, figure 30.

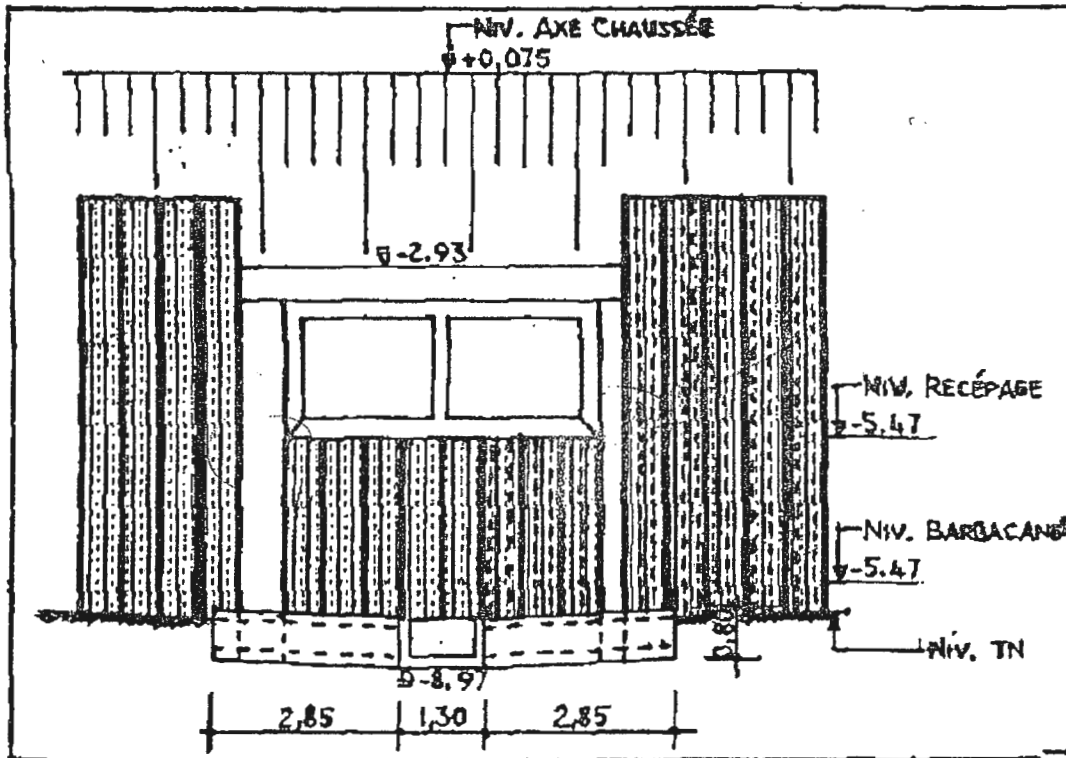


Figure 30 vue de face.

Etape 03 : Prolongement du dalot.

Réalisation su dit «prolongement du dalots » avec les dimensions suivant : figure 31.

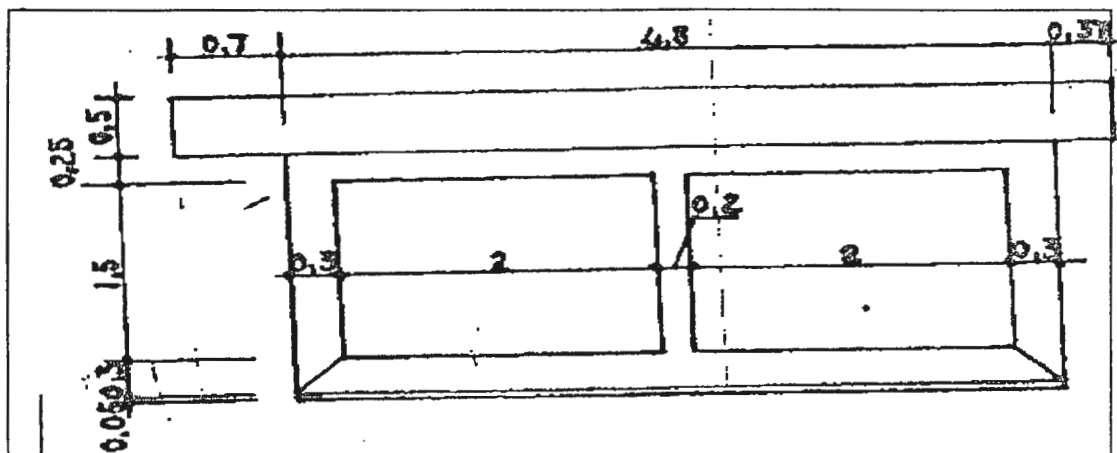


Figure 31 coupe au dalot.

Etape 04 : Traitement autour du dalot.

- a- Remblaiement avec compactage de part et d'autre du dalot par le TVO sur une hauteur de 1.0m.
- b- Ouverture d'une tranchée de largeur de 1.0 m avoisinante du dalot coté gauche, et réalisations de la tranché drainant en géotextile (BIDIM), figure 32.

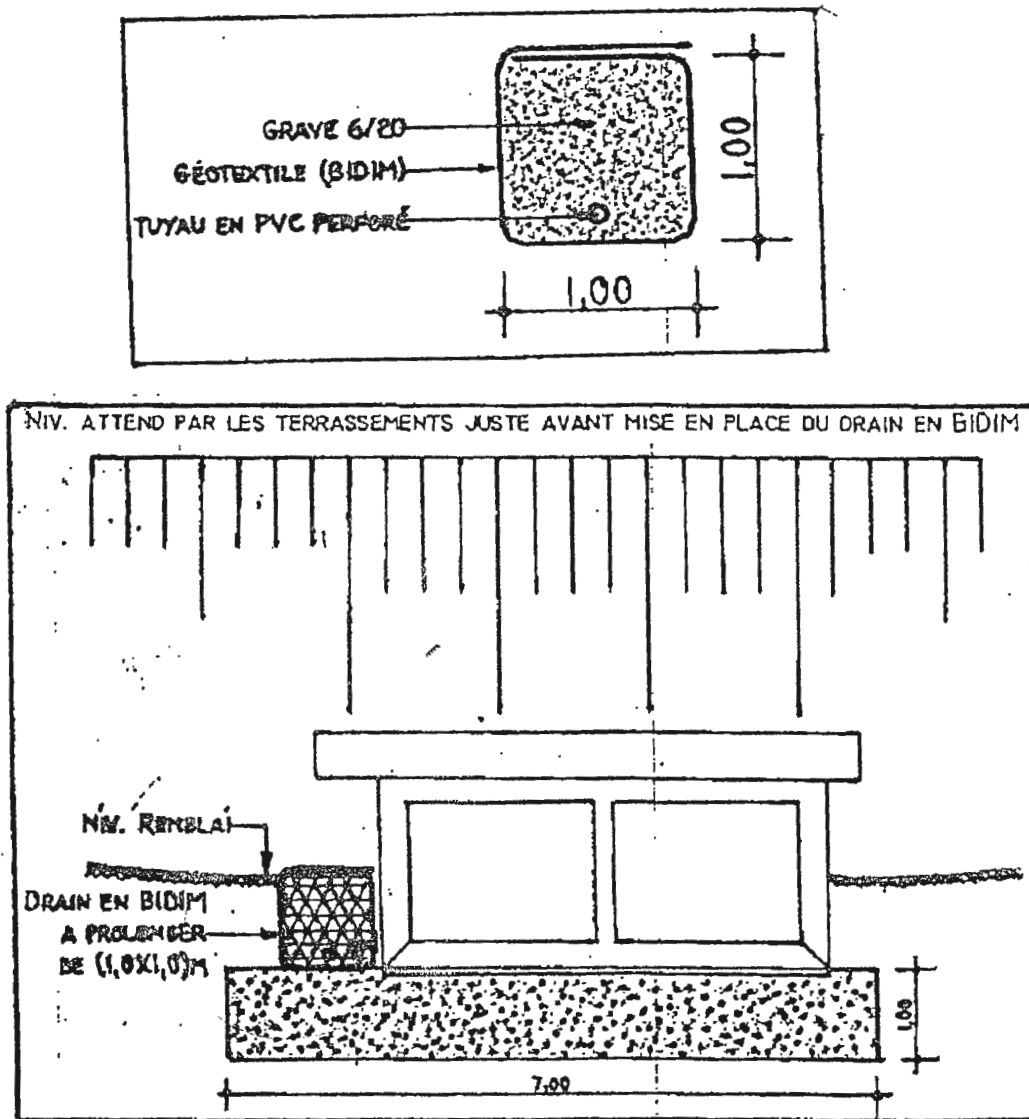


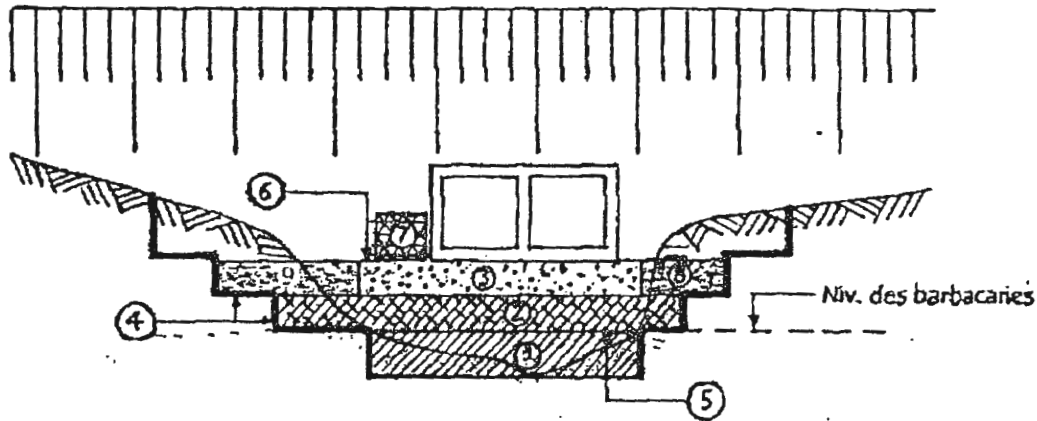
Figure 32 : Traitement au tour du dalot.

- c- Continuer les travaux de remblais par le TVO sur des couches de 40 à 50 cm avec compactage, jusque l'attente du niveau sous chaussée.

Etape 05 :

Rétablissement du corps de chaussée : il est réalisé comme suite : figure 33.

- Couche de fondation : en TVC sur 35cm.
- Couche de base : en grave concassée GC sur 20cm
- Couche de roulement ; en BB sur 80cm.



Légende : (Résumé des opérations)

- 1- Plancher imperméable, compacté, sur une épaisseur de 1,0 m sous le niveau des barbacanes;
- 2- Couche en grave concassée 6/60 servant comme drain sur une épaisseur de 1,2 m;
- 3- Couche en béton cycloplein de faible densité sur 1,0 m d'épaisseur;
- 4- Exécution des décapages et nettoyages sur des écrans à redents, de 1,0 m d'épaisseur et de 2,0 m au moins en largeur;
- 5- Prévoir une légère pente (de 2,0 %) vers le milieu de l'ouvrage, afin de bien capotiser les eaux venant du dessus;
- 6- Prévoir une légère pente (de 1,0%) tel que (5);
- 7- Drain en géotextile à prolonger vers l'ouverture du rideau de palplanches.
- 8- Rendai à le continuer par du TVC

Figure 33 : Recommandations.

Etape 06 : le coursier bétonné. Figure 34.

-La réalisation d'un coursier bétonné de (1.0 x 1.60) m un derrière le rideaux de palplanches avec pente de 2.0% dirigé vers le milieu collecté à un autre, et qui doit récupérer les eaux venants des barbacanes, du dalot et du drain ; et les collecté vers l'extérieur de la zone de glissement. A cet effet, les terres derrière le rideau doivent être décapais de sorte à avoir une plate-forme qui permet l'évacuation des eaux venant de l'intérieur , ainsi de permettre la mise en place du coursier bétonné, Photo 10.



Photo 10 : Le coursier bétonné.

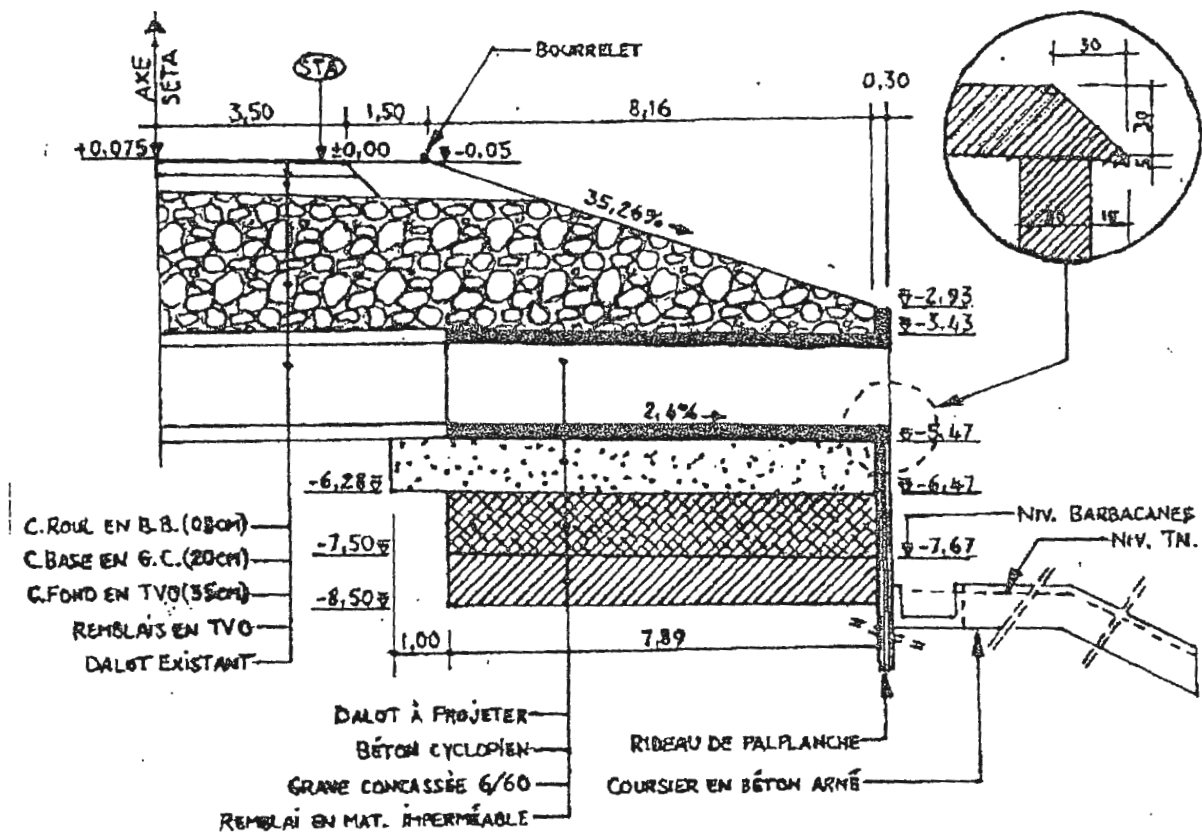


Figure 34 : Réaménagement de la partie endommagée.

Etape 07 :

- Réaliser un bourrelet en haut talus, qui doit récupérer les eaux venant de la chaussée et les collecter en dehors de la zone de glissement.
 - Réalisation d'un drain longitudinal en avant de l'ouvrage, et qui devra servir comme obstacle aux eaux pouvant s'infiltrer sous la chaussée. ce dernier doit être réalisé en deux tranchées dont chacune fais 15.0m de long, collectés vers l'ouvrage par une pente de 5.0%.
- En chaque ouverture des drains (coté avant de l'ouvrage) on doit prévoir une caisse de gabion et qui devant servir comme soutènement.

2ème Proposition :

Les géosynthétiques sont une famille de matériaux utilisés en géotechnique de l'ingénieur et qui sont rapidement apparus avec une grande variété d'applications.

Elles sont presque exclusivement polymétrique et consistent-en :

- les géotextiles.
- Les géogrilles.
- Les géocomposites.
- Les géonets.
- Les géomenbranes.

Les trois premiers sont utilisés dans les travaux de renforcement des sols suivant le concept de «dimensionnement par fonction» (koerner 1984), on décide sur une fonction principale pour l'application spécifique considérée et sélectionner le type approprié de géosynthétique (voir tableau B). Pour les différentes options disponibles.

On doit noter que pour chaque type de géosynthétique annoncé au tableau (B), il existe plusieurs variété de produits (styles et configuration),(thèse magistère 2002 Annaba).

Tableau 2 : différents types des géosynthétique et les fonctions disponibles

Type	Fonctions disponibles				Brières étanche
	séparation	renforcement	Filtration	drainage	
Géotextile	P ou S	P ou S	P ou S	P ou S	n/a
Géotextile	S	P	n/a	n/a	n/a
Géonets	S	n/a	n/a	p	n/a
Géomenbrane	S	n/a	n/a	n/a	p
Géocomposites	P ou S	P ou s	P ou s	P ou s	P ou s

a. Les Géotextiles :

Les géotextiles sont des tissus polymériques pour servir une ou plus des Fonctions suivantes : le renforcement – la séparation – la filtration- le drainage ainsi que l'isolation à l'humidité.

Fabriques le plus souvent de polypropylène ou polyester, mais quelque fois et pour des situations spéciales on a besoin d'autres polymères, par exemple, le polyéthylène ou le poly - aramide.

L'un des intérêts majeurs de la technique du renforcement par géotextiles est de pouvoir construire des massifs de soutènement relativement déformables ; se présentant avec des talus de forte pente et pouvant aller jusqu'à la verticale et en utilisant pour se faire des matériaux particulièrement bon marché.

b. Les géotextiles dans le renforcement des sols :

Les géotextiles possédant plus ou moins une force de traction qui peut être évidemment utilisées pour renforcé des sols faibles en tension .

Le renforcement en géotextile peut être utilisé dans les routes sur un faible sol. Figure35 a.

Sol renforcé

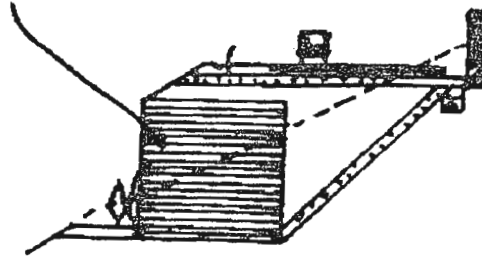


Figure 35 : Section typique d'un talus renforcé dans un projet de route.

Les ouvrages (ou massifs) en remblais renforcés sont constitués d'un massif de remblais mis en place par couches successives compactées, entre les quelles sont disposées des éléments de renforcement souples et résistants, généralement, reliés à un parement et placés horizontalement, figure 36

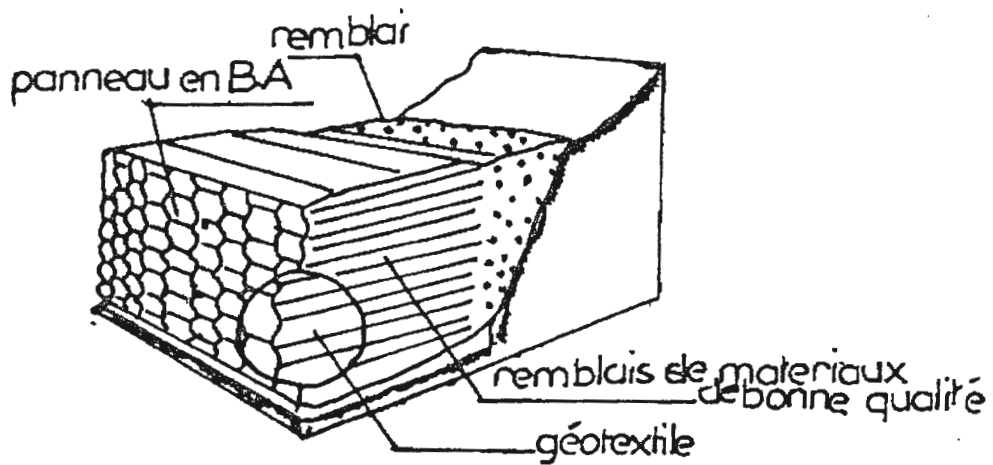


Figure 36 : Vue en perspective d'un mur renforcé par géotextile.

Les autres espaces d'activité considérable sont les murs renforcés par géotextile. Figure 37 a.

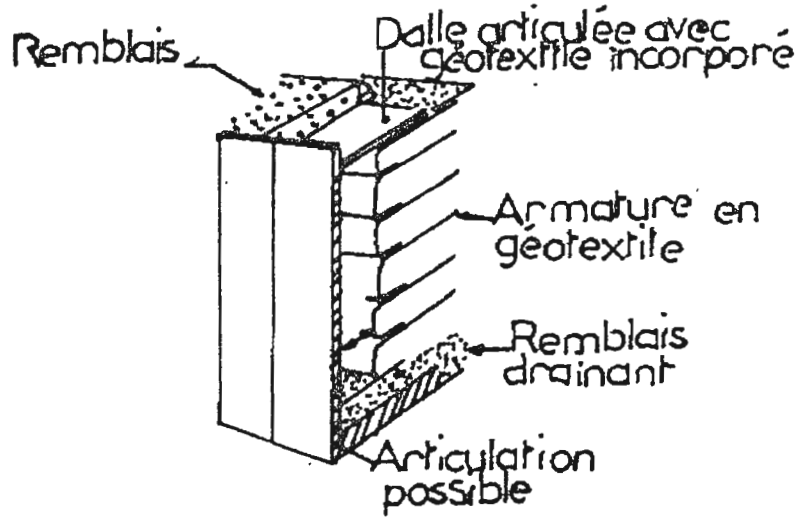


Figure 37.a : Procédé EBAL-LCPC de renforcement De remblai par géotextile.

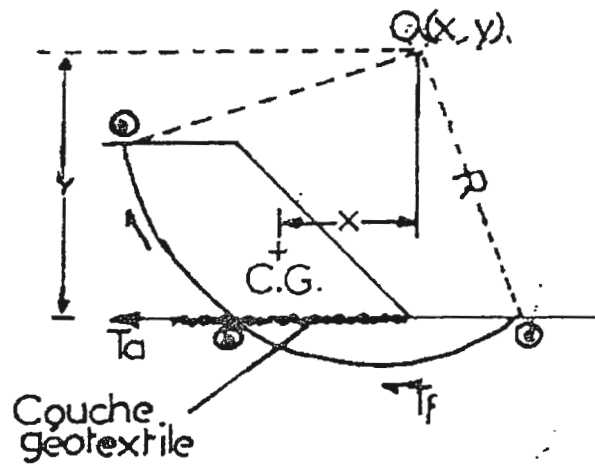


Figure 37.b : Configuration utilisée pour l'analyse modifiée de stabilité des talus pour inclure une couche de renforcement en géotextiles.

Figure 37 : Renforcement des mus par géotextile.

Le fond de l'analyse est une méthode d'équilibre limite, modifiée pour les inclusions des géotextiles.

Comme il est indiqué à la figure (39), une procédure traditionnelle de stabilité des talus utilisant les forces de cisaillement qui se développe, peut être utilisée.

Il est facilement remarquable que l'effort de la géotextile peut être augmenté à la nécessité pour conduire le facteur de sécurité à une valeur acceptable (valeur plus brante), actuellement on est à des efforts supérieurs à 500 KN/m

Considérons qu'un grain de capacité (résistance) dans le sol sous jacent de fondations peut généralement avoir lieu, un facteur de sécurité au glissement de 1.5 à 2.5 devrait généralement être adéquat.

Remarque :

Il est important de considérer dans le dimensionnement l'exigence de coudre joint, et l'effet des trous (lorsque des tuyaux de drain vertical sont installés), le frottement entre le tissu et le remblai, et les longueurs d'ancrage.

La deuxième solution proposée est illustrée par le schéma suivant :

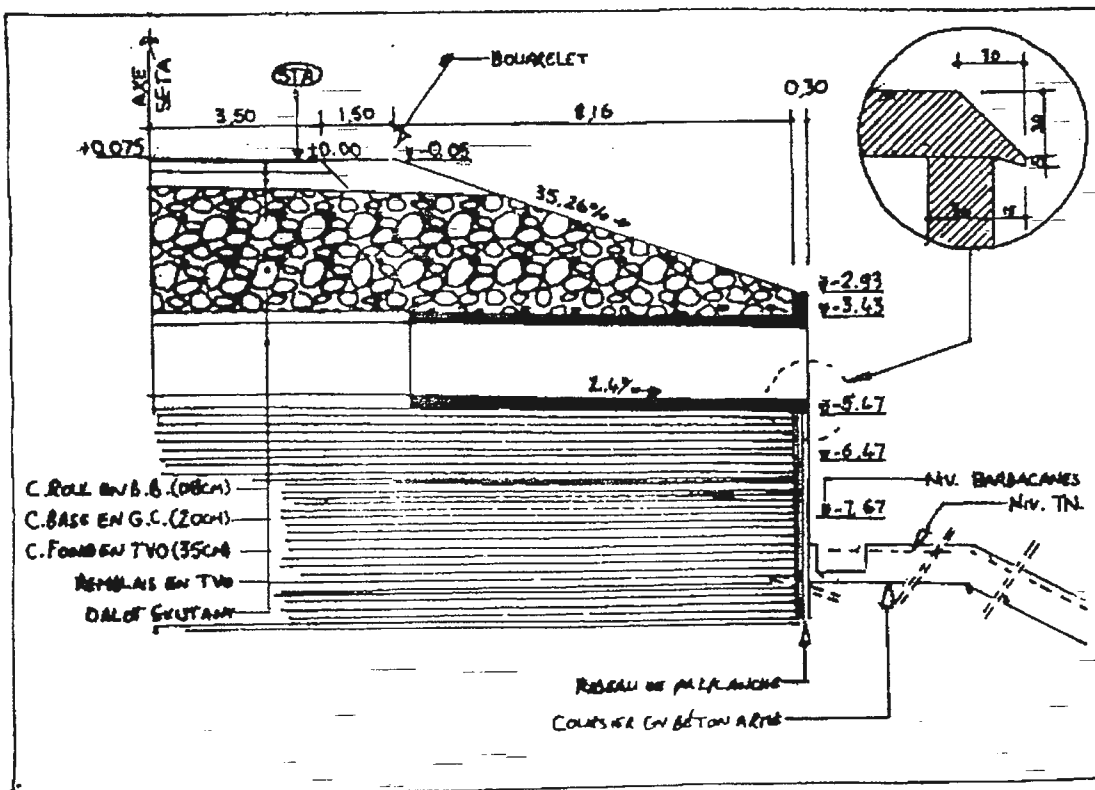


Figure 39 : Illustration de la deuxième proposition

Conclusion et recommandations :

Le secteur d'étude représenté par le trançon de la route Hammam Beni Haroune -Oued Dib, appartient à la partie orientale de la petite Kabylie sur une longueur d'environ 30 Km. Une des caractéristiques de la région étudiée est les importants mouvements de terrains qui sont révélés de grande ampleur toutes au long de la route, on note principalement :

- Tassement de la culée sud du pont Oued Dib.
- Glissement dans des points kilométriques différents.
- Eboulement de Djebel Tasskif.

A ce propos, l'étude qui nous a été proposée vise les caractérisations géologiques et géotechniques de certaine zone de ce trançon notamment aux P.K 50+000.

A la lumière des résultats obtenue des travaux in situ et des travaux de laboratoire, les calculs de la stabilité (manuelles et automatiques), nous pouvons faire les conclusions suivantes :

- Les sols rencontrés sont formés par :
une zone broyée résulte de passage d'une faille majeure d'orientation E.W. surmonter par une couche de remblai d'épaisseur variant de 3 à 5,10 m.

Cette lithologie serait attribuée au quaternaire et au senonien Eocene.

- Les sols en question sont : dans un état mouillé à détrempe (d'après les Essais physiques).

- Sur-consolidés $P_c : 3.40 \leq P_c \leq 4.20$ bars.
- Peu à assez fortement compressible $C_c : 8.40 \leq C_c \leq 23.70$ bars. (d'après les Essais mécaniques).

- Peu à assez fortement tassants (d'après l'Essai dit à pression).

- Peu à assez fortement glissant (d'après calcul de FS).

- D'agressivité forte.

La méthode proposée par la DTP de Mila et de la SETA annaba est une méthode qui :

- Assure la stabilité du massif.
- Facilement réalisable.
- Ne provoque pas de risque a long terme.
- Ne nécessite pas beaucoup de moyens pour la réalisation.
- Coefficient de sécurité admissible.

Une autre méthode a été proposée dite confortement par la géotextile c'est une méthode moderne et facile à réalisée.

D'après la comparaison entre ces deux variantes la 2^{ème} variante nous paraît comme solution qui présente le meilleur avantage du point de vue stabilité. Tandis que la première présente une alternative plus économique est plus facile a réalisé.

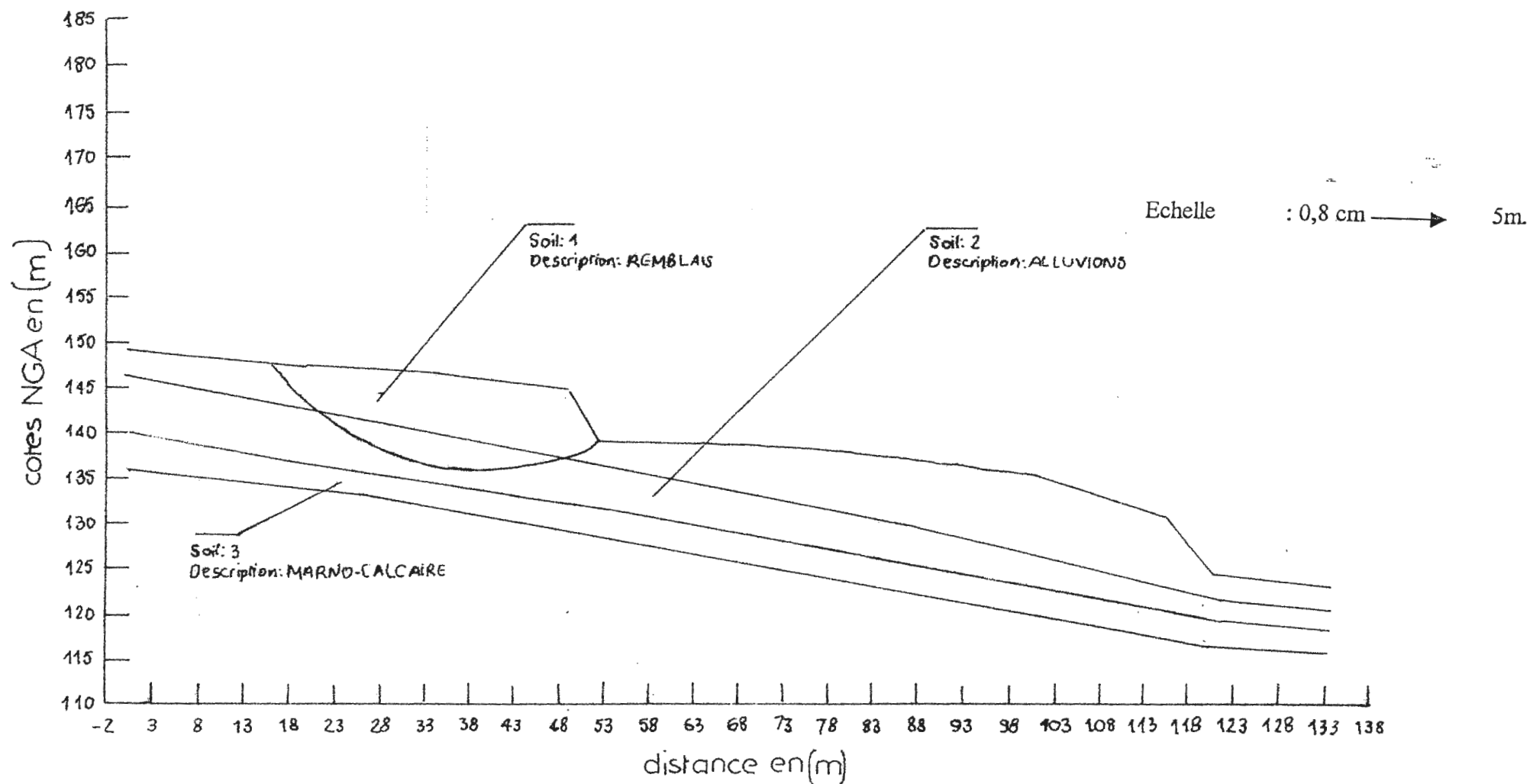
RECOMMANDATION

Il est recommandé d'associer à la variante choisie des plantations d'arbres ou arbustes sur les talus en remblais pour lutter efficacement contre l'érosion provoquée par les eaux de ruissellement.

Les racines arment en quelque sorte les couches superficielles qui peuvent être entraîné par les eaux de ruissellement.

ANNEXES

Commentaire glissement RN27 PK 50+00



ANNEXES

ANNEXE 1

Calcul automatique de FS par le logiciel Slop W

Cercle (40 m; 92 m)	rayon 38,75 m	F 5,2985	poids 910,313904
Cercle (41 m; 75 m)	rayon 25,62 m	F 2,2216	poids 2498,45752
Cercle (33 m; 85 m)	rayon 40,62 m	F 1,7952	poids 8376,30176
Cercle (41 m; 70 m)	rayon 23,12 m	F 1,7179	poids 3731,00732
Cercle (53 m; 61 m)	rayon 15 m	F 0,9407	poids 1992,15967

ANNEXE 2

Quadrillage (30; 70) Nb x et y (2; 2)

Delta (5; 5) Dec. rayon 5

Cercle (30 m; 70 m)	rayon 29 m	F 2,4975	poids 10548,3135
Cercle (30 m; 70 m)	rayon 24 m	F 3,341	poids 5447,72266
Cercle (30 m; 70 m)	rayon 19 m	F 4,1123	poids 1894,74854
Cercle (30 m; 70 m)	rayon 14 m	F 18,002	poids 66,0995941
Cercle (30 m; 75 m)	rayon 34 m	F 2,0715	poids 11455,7959
Cercle (30 m; 75 m)	rayon 29 m	F 3,0670	poids 6079,66797
Cercle (30 m; 75 m)	rayon 24 m	F 3,8822	poids 2160,67676
Cercle (30 m; 75 m)	rayon 19 m	F 17,481	poids 80,2998123
Cercle (35 m; 70 m)	rayon 34 m	F 1,5930	poids 15826,9932
Cercle (35 m; 70 m)	rayon 29 m	F 1,7621	poids 9756,39062
Cercle (35 m; 70 m)	rayon 24 m	F 2,7699	poids 5067,0625
Cercle (35 m; 70 m)	rayon 19 m	F 4,2108	poids 1703,51282
Cercle (35 m; 70 m)	rayon 14 m	F 42,763	poids 15,9965982
Cercle (35 m; 75 m)	rayon 34 m	F 1,5998	poids 10597,792
Cercle (35 m; 75 m)	rayon 29 m	F 2,2979	poids 5570,59082
Cercle (35 m; 75 m)	rayon 24 m	F 3,9910	poids 1941,22815
Cercle (35 m; 75 m)	rayon 19 m	F 40,400	poids 20,4966011

ANNEXE 3 :

Quadrillage (30; 80) Nb x et y (2; 2)

Delta (5; 5) Dec. rayon 5

Cercle (30 m; 80 m)	rayon 34 m	F 2,7187	poids 6621,40918
Cercle (30 m; 80 m)	rayon 29 m	F 3,7347	poids 2400,49756
Cercle (30 m; 80 m)	rayon 24 m	F 16,986	poids 93,0707855
Cercle (30 m; 85 m)	rayon 39 m	F 2,4563	poids 7105,78516
Cercle (30 m; 85 m)	rayon 34 m	F 3,639	poids 2621,12793
Cercle (30 m; 85 m)	rayon 29 m	F 16,552	poids 106,037994
Cercle (35 m; 80 m)	rayon 39 m	F 1,5090	poids 11380,749
Cercle (35 m; 80 m)	rayon 34 m	F 2,0304	poids 6015,88135
Cercle (35 m; 80 m)	rayon 29 m	F 3,8451	poids 2157,37378
Cercle (35 m; 80 m)	rayon 24 m	F 38,256	poids 25,0596027
Cercle (35 m; 85 m)	rayon 39 m	F 1,8663	poids 6418,82324
Cercle (35 m; 85 m)	rayon 34 m	F 3,6868	poids 2353,37573
Cercle (35 m; 85 m)	rayon 29 m	F 36,189	poids 29,9195976

ANNEXE 4 :

Quadrillage (40; 70) Nb x et y (2; 2)

Delta (5; 5) Dec. rayon 5

Cercle (40 m; 70 m) rayon	39 m	F 1,4450	poids 22340,3457
Cercle (40 m; 70 m) rayon	34 m	F 1,3923	poids 14934,1445
Cercle (40 m; 70 m) rayon	29 m	F 1,3960	poids 8943,21191
Cercle (40 m; 70 m) rayon	24 m	F 1,7113	poids 4464,35254
Cercle (40 m; 70 m) rayon	19 m	F 3,9639	poids 1507,0553
Cercle (40 m; 75 m) rayon	39 m	F 1,3494	poids 16161,917
Cercle (40 m; 75 m) rayon	34 m	F 1,3427	poids 9749,03613
Cercle (40 m; 75 m) rayon	29 m	F 1,5644	poids 4882,7085
Cercle (40 m; 75 m) rayon	24 m	F 3,4144	poids 1694,90698
Cercle (45 m; 70 m) rayon	44 m	F 1,4430	poids 30130,6094
Cercle (45 m; 70 m) rayon	39 m	F 1,3569	poids 21371,9727
Cercle (45 m; 70 m) rayon	34 m	F 1,2692	poids 14048,2227
Cercle (45 m; 70 m) rayon	29 m	F 1,2043	poids 8130,05322
Cercle (45 m; 70 m) rayon	24 m	F 1,2321	poids 3777,96387
Cercle (45 m; 70 m) rayon	19 m	F 2,2339	poids 1187,00464
Cercle (45 m; 75 m) rayon	44 m	F 1,3262	poids 22988,1504
Cercle (45 m; 75 m) rayon	39 m	F 1,2465	poids 15219,3496
Cercle (45 m; 75 m) rayon	34 m	F 1,1897	poids 8884,95117
Cercle (45 m; 75 m) rayon	29 m	F 1,2272	poids 4168,29297
Cercle (45 m; 75 m) rayon	24 m	F 2,1281	poids 1322,46008

ANNEXE 5 :

Quadrillage (30; 80) Nb x et y (2; 2)

Delta (5; 5) Dec. rayon 5

Cercle (30 m; 80 m) rayon	34 m	F 2,7187	poids 6621,40918
Cercle (30 m; 80 m) rayon	29 m	F 3,7347	poids 2400,49756
Cercle (30 m; 80 m) rayon	24 m	F 16,986	poids 93,0707855
Cercle (30 m; 85 m) rayon	39 m	F 2,4563	poids 7105,78516
Cercle (30 m; 85 m) rayon	34 m	F 3,639	poids 2621,12793
Cercle (30 m; 85 m) rayon	29 m	F 16,552	poids 106,037994
Cercle (35 m; 80 m) rayon	39 m	F 1,5090	poids 11380,749
Cercle (35 m; 80 m) rayon	34 m	F 2,0304	poids 6015,88135
Cercle (35 m; 80 m) rayon	29 m	F 3,8451	poids 2157,37378
Cercle (35 m; 80 m) rayon	24 m	F 38,256	poids 25,0596027
Cercle (35 m; 85 m) rayon	39 m	F 1,8663	poids 6418,82324
Cercle (35 m; 85 m) rayon	34 m	F 3,6868	poids 2353,37573
Cercle (35 m; 85 m) rayon	29 m	F 36,189	poids 29,9195976

ANNEXE 6 :

Quadrillage (40; 70) Nb x et y (2; 2)

Delta (5; 5) Dec. rayon 5

Cercle (40 m; 70 m) rayon	39 m	F 1,4450	poids 22340,3457
Cercle (40 m; 70 m) rayon	34 m	F 1,3923	poids 14934,1445
Cercle (40 m; 70 m) rayon	29 m	F 1,3960	poids 8943,21191
Cercle (40 m; 70 m) rayon	24 m	F 1,7113	poids 4464,35254
Cercle (40 m; 70 m) rayon	19 m	F 3,9639	poids 1507,0553
Cercle (40 m; 75 m) rayon	39 m	F 1,3494	poids 16161,917
Cercle (40 m; 75 m) rayon	34 m	F 1,3427	poids 9749,03613

Cercle (40 m; 75 m) rayon	29 m F 1,5644	poids 4882,7085
Cercle (40 m; 75 m) rayon	24 m F 3,4144	poids 1694,90698
Cercle (45 m; 70 m) rayon	44 m F 1,4430	poids 30130,6094
Cercle (45 m; 70 m) rayon	39 m F 1,3569	poids 21371,9727
Cercle (45 m; 70 m) rayon	34 m F 1,2692	poids 14048,2227
Cercle (45 m; 70 m) rayon	29 m F 1,2043	poids 8130,05322
Cercle (45 m; 70 m) rayon	24 m F 1,2321	poids 3777,96387
Cercle (45 m; 70 m) rayon	19 m F 2,2339	poids 1187,00464
Cercle (45 m; 75 m) rayon	44 m F 1,3262	poids 22988,1504
Cercle (45 m; 75 m) rayon	39 m F 1,2465	poids 15219,3496
Cercle (45 m; 75 m) rayon	34 m F 1,1897	poids 8884,95117
Cercle (45 m; 75 m) rayon	29 m F 1,2272	poids 4168,29297
Cercle (45 m; 75 m) rayon	24 m F 2,1281	poids 1322,46008

ANNEXE 7 :

Quadrillage (40; 82) Nb x et y (2; 2)

Delta (5; 5) Dec. rayon 5

Cercle (40 m; 82 m) rayon	46 m F 1,3080	poids 17720,8223
Cercle (40 m; 82 m) rayon	41 m F 1,3022	poids 10774,7393
Cercle (40 m; 82 m) rayon	36 m F 1,4824	poids 5423,46143
Cercle (40 m; 82 m) rayon	31 m F 3,0005	poids 1917,14929
Cercle (40 m; 87 m) rayon	46 m F 1,2871	poids 11456,0605
Cercle (40 m; 87 m) rayon	41 m F 1,4486	poids 5770,88916
Cercle (40 m; 87 m) rayon	36 m F 2,8295	poids 2059,43408
Cercle (45 m; 82 m) rayon	46 m F 1,2311	poids 16743,3164
Cercle (45 m; 82 m) rayon	41 m F 1,1861	poids 9865,82422
Cercle (45 m; 82 m) rayon	36 m F 1,2388	poids 4668,03467
Cercle (45 m; 82 m) rayon	31 m F 2,0744	poids 1493,27112
Cercle (45 m; 87 m) rayon	51 m F 1,2247	poids 17759,041
Cercle (45 m; 87 m) rayon	46 m F 1,1894	poids 10512,9111
Cercle (45 m; 87 m) rayon	41 m F 1,2521	poids 4998,76807
Cercle (45 m; 87 m) rayon	36 m F 2,0646	poids 1607,32629

ANNEXE 8 :

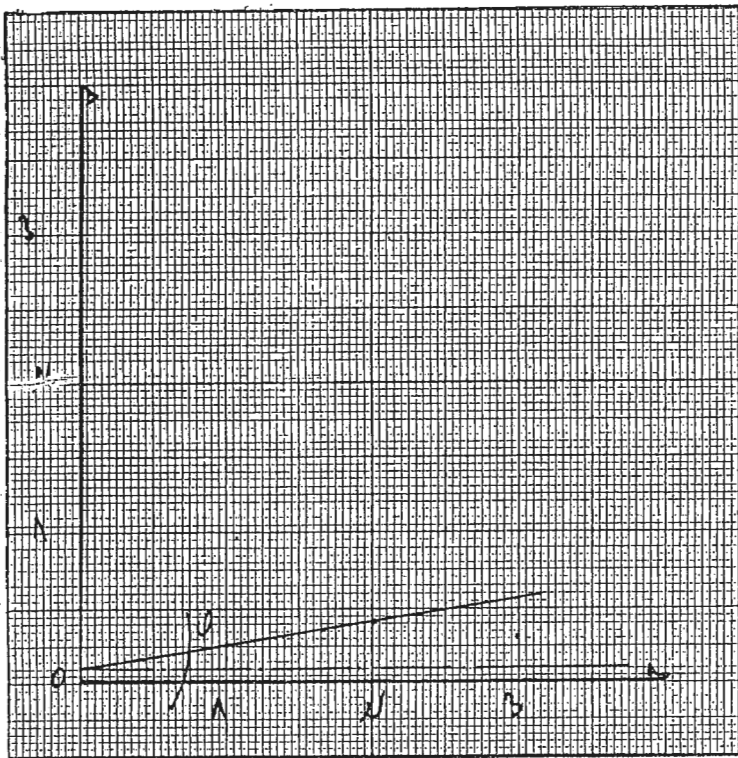
Quadrillage (40; 80) Nb x et y (2; 2)

Delta (5; 5) Dec. rayon 5

Cercle (40 m; 80 m) rayon	44 m F 1,3175	poids 17289,793
Cercle (40 m; 80 m) rayon	39 m F 1,3102	poids 10491,7109
Cercle (40 m; 80 m) rayon	34 m F 1,4933	poids 5268,38477
Cercle (40 m; 80 m) rayon	29 m F 3,0943	poids 1857,41455
Cercle (40 m; 85 m) rayon	44 m F 1,2921	poids 11189,5234
Cercle (40 m; 85 m) rayon	39 m F 1,4602	poids 5635,375
Cercle (40 m; 85 m) rayon	34 m F 2,8889	poids 2003,29578
Cercle (45 m; 80 m) rayon	49 m F 1,3054	poids 24500,8262
Cercle (45 m; 80 m) rayon	44 m F 1,2348	poids 16321,4619
Cercle (45 m; 80 m) rayon	39 m F 1,1860	poids 9593,70898
Cercle (45 m; 80 m) rayon	34 m F 1,2325	poids 4527,92139
Cercle (45 m; 80 m) rayon	29 m F 2,0862	poids 1445,31726
Cercle (45 m; 85 m) rayon	49 m F 1,2269	poids 17358,9336
Cercle (45 m; 85 m) rayon	44 m F 1,1880	poids 10256,7051
Cercle (45 m; 85 m) rayon	39 m F 1,2460	poids 4870,03857
Cercle (45 m; 85 m) rayon	34 m F 2,0692	poids 1562,18762

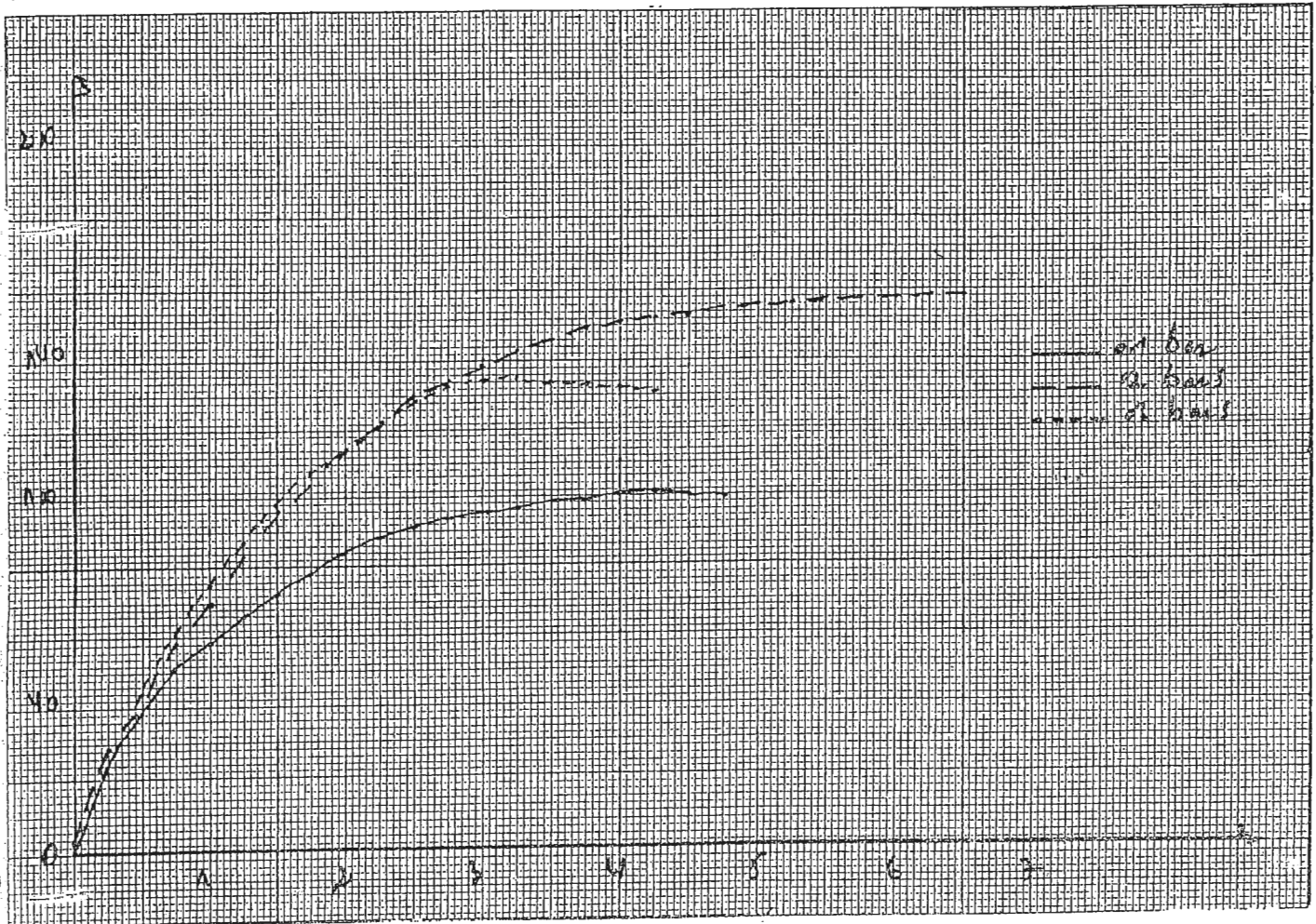
ESSAI DE CISAILLEMENT UU - CU - CD

5



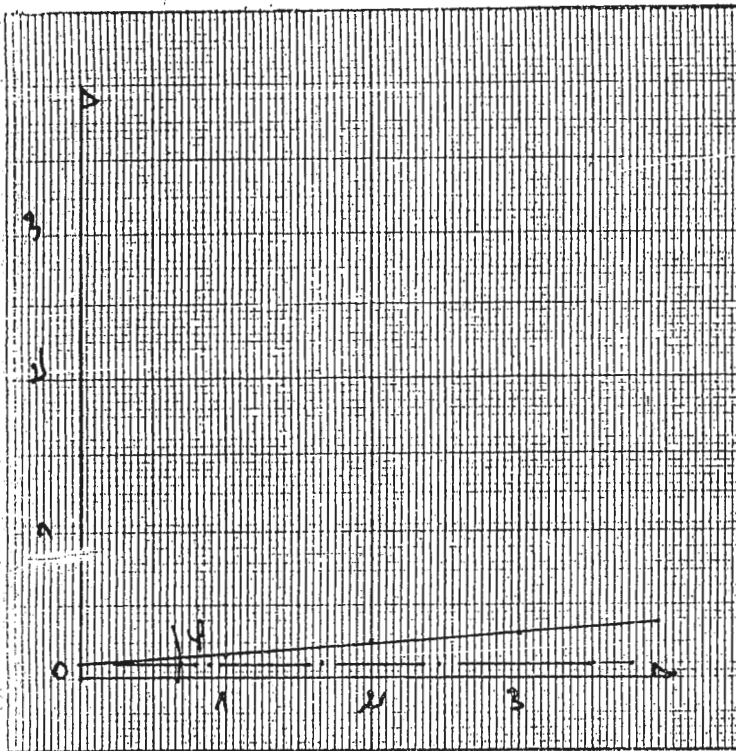
Contraintes normales Kg / cm²

Chantier : 142 / 2003
 Localisation : G. R. A. R. E. 7
 Sondage : 02
 profondeur : 15,10 15,40 M
 Section : 3/6 vitesse : 1,20 mm/mn
 φ : 9° c. 0.10 W% : 22,50
 γ : γd : IP :
 Anneau : 225 kg Coef : 0,08



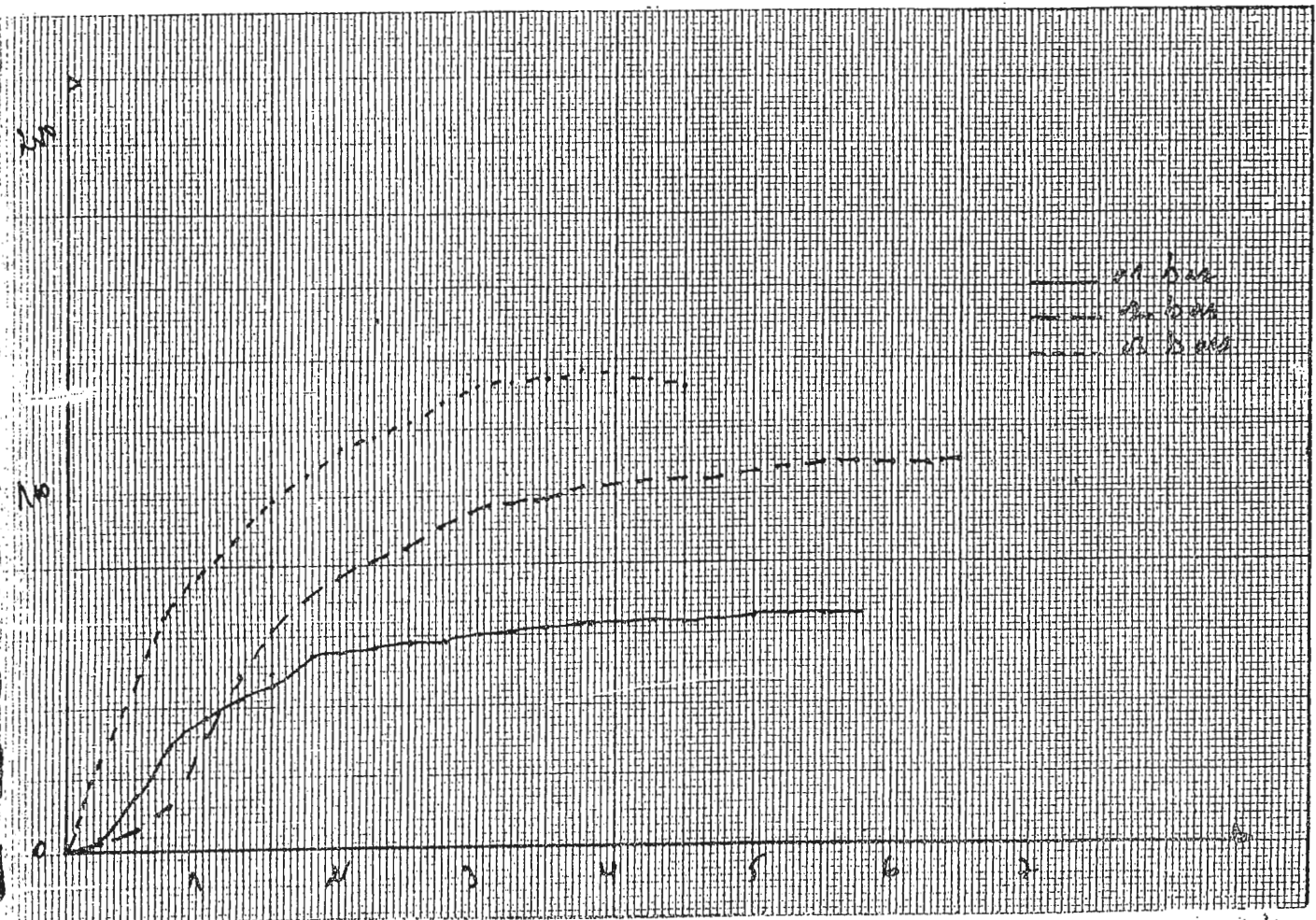
Temps de déformation en min

ESSAI DE CISAILLEMENT UU - CU - (CD) 8



Contraintes normales Kg / cm²

Chantier : 142/2003
 Localisation : GRAREM
 Sondage : 02
 profondeur : 15.00 - 15.40 M
 Section : 36 vitesse : 0.048 mm/mn
 φ : 4° c : 0.10 W% : 22.34
 γ : γ_d : IP :
 Anneau : 225 Kg Coef : 0.082

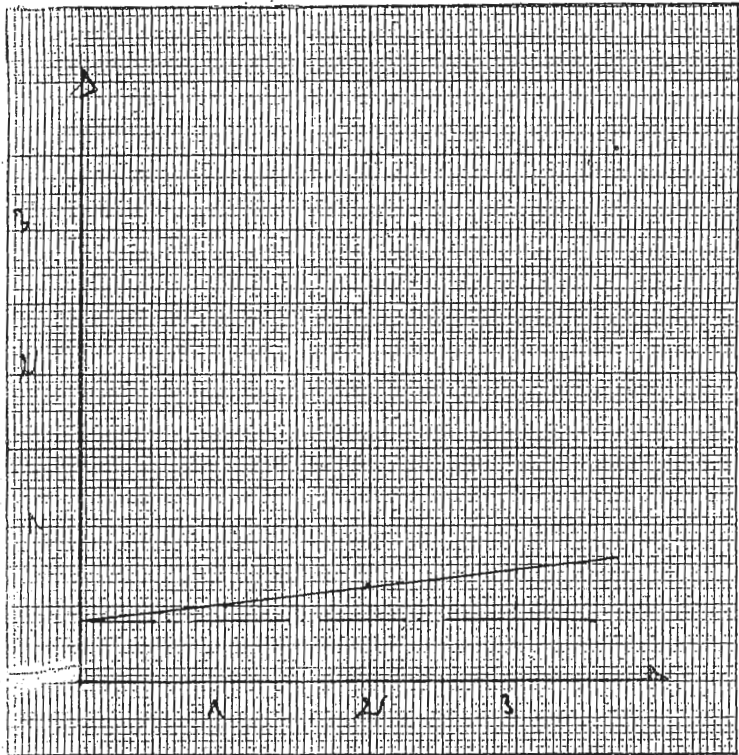


Temps de déformation en mn

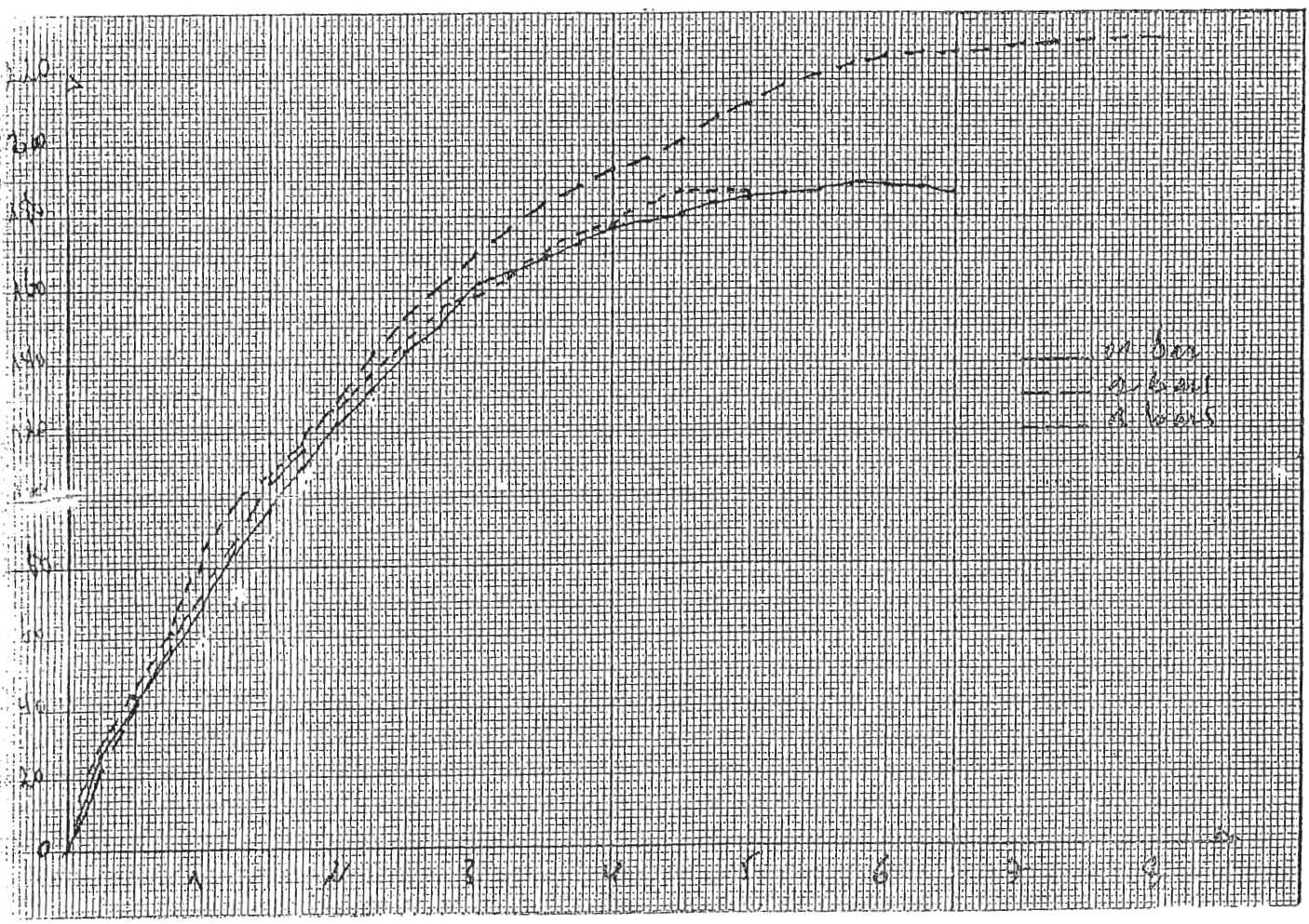
ESSAI DE CISAILLEMENT (UU) CU - CD

7

Chantier : C. 142 / 2503
 Localisation : GRAREY
 Sondage : 03
 profondeur : 12.50 - 12.80 M
 Section : 36 vitesse : 1200 mm/mn
 ϕ : 6° c : 0.40 W% : 16.37
 y : yd : IP :
 Anneau : 225 Kg Coef : 0.089



Contraintes normales Kg / cm²



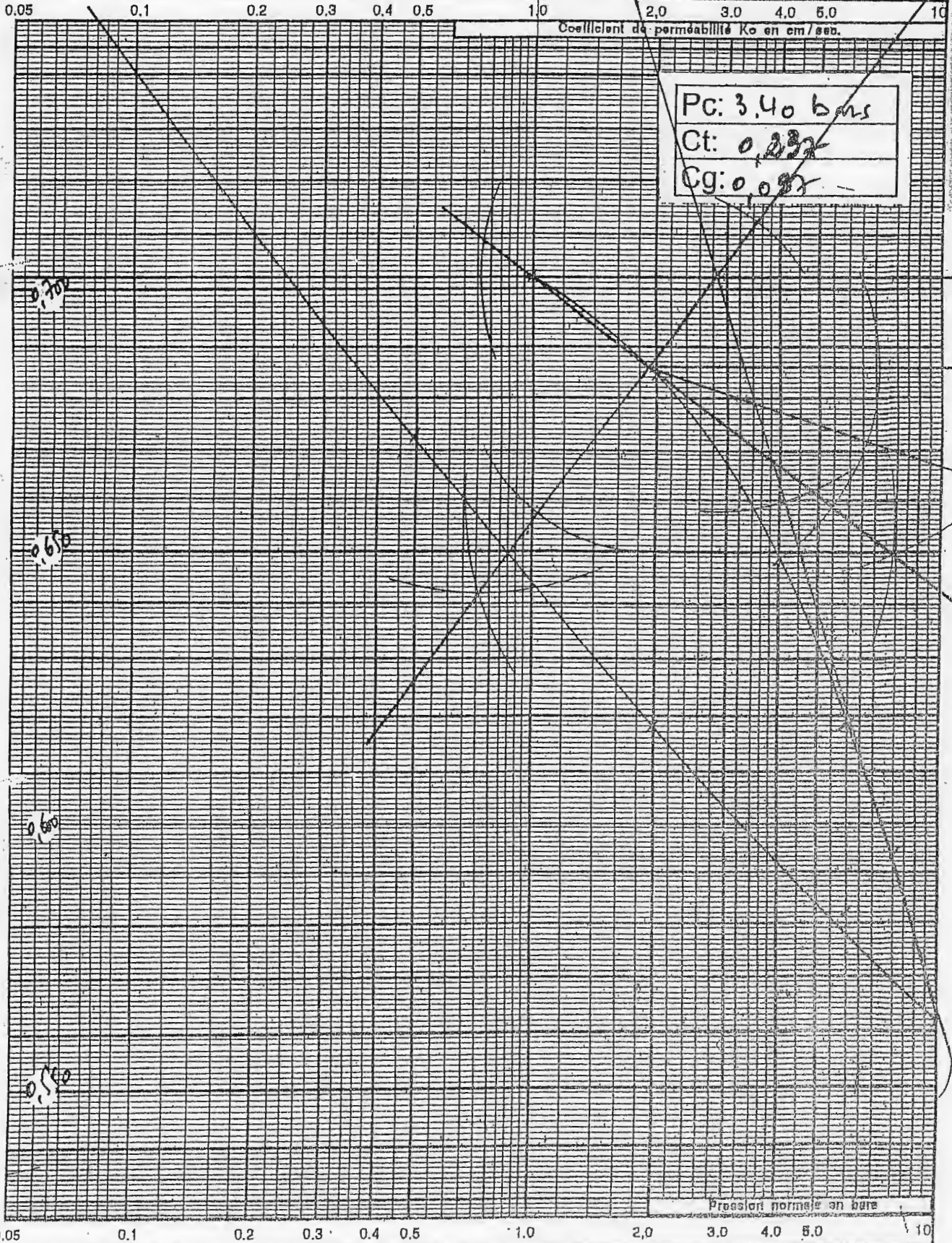
Temps de déformation en min

GRAPHIQUE :

Dossier N° 142 12003

ESSAI DE COMPRESSIBILITE
PERMEABILITE

Sondage : dl
Echantillon : 02
Profondeur : 15,00 - 15,40



Pc: 3.40 bars
Ct: 0.232
Cg: 0.087

0.700

0.650

0.600

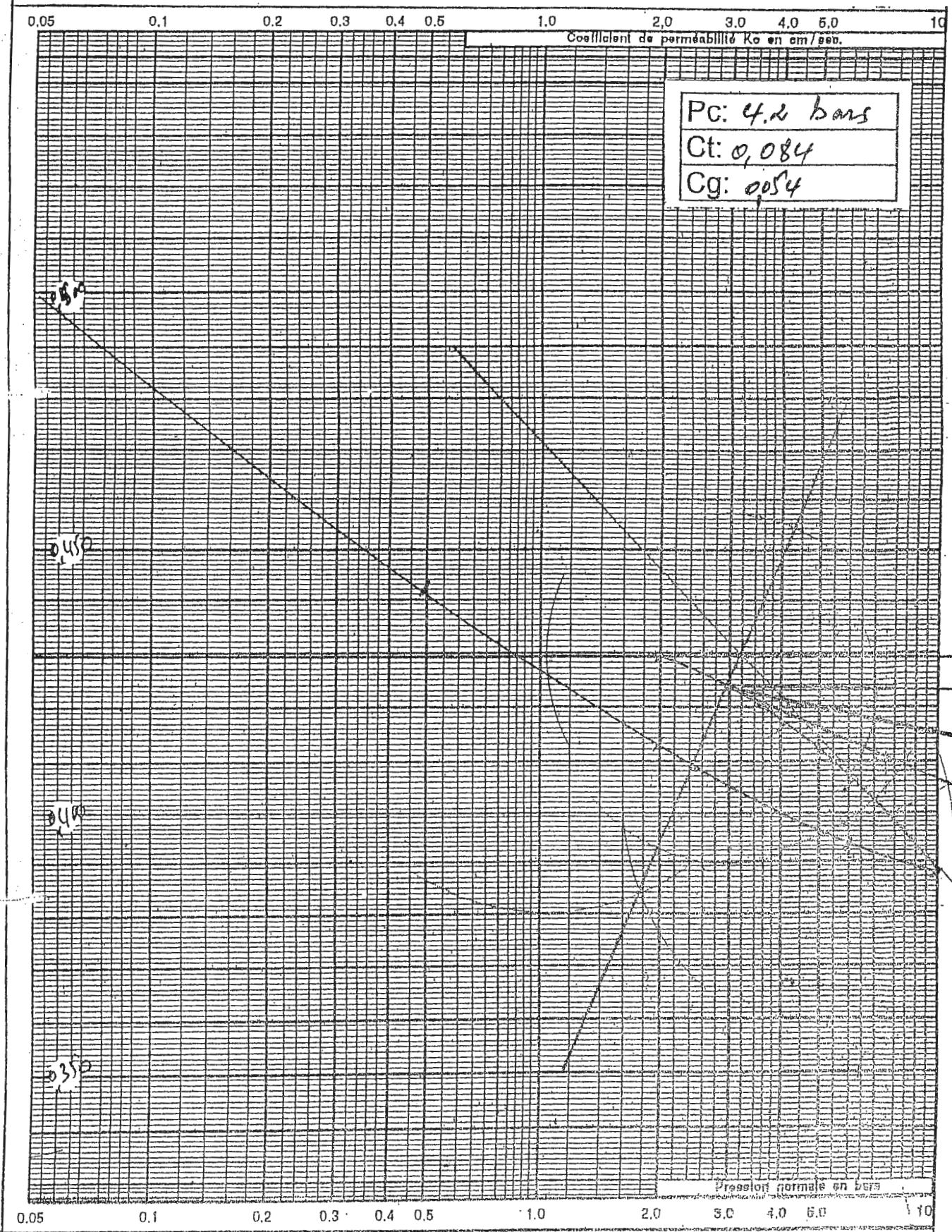
0.550

Coefficient de perméabilité Ko en cm/sec.

Pression normale en bars

GRAPHIQUE :

Dossier N° <u>142/203</u> ESSAI DE COMPRESSIBILITE PERMEABILITE	Sondage : <u>03</u> 10
	Echantillon : <u>05</u>
	Profondeur : <u>6,0 - 6,30</u>



ANALYSE GRANULOMETRIQUE

DOSSIER : GRN003

12

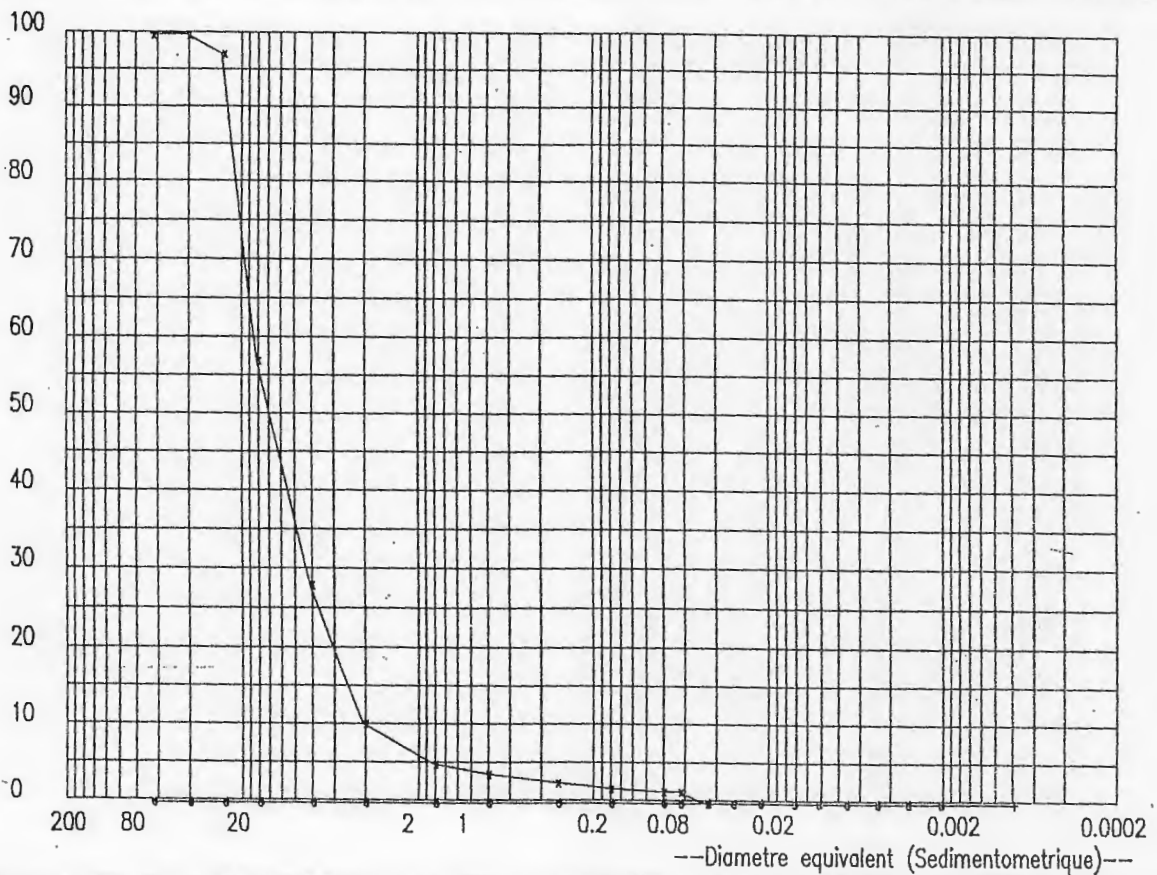
DESIGNATION
des
ECHANTILLONS

x Nr 01
o Nr
+ Nr

Profondeur 3.20 -6.00
Profondeur
Profondeur

---CAILLOUX GRAVIER SABLE GROSSIER SABLE FIN LIMON ARGILE

% ou Passant des tamisats



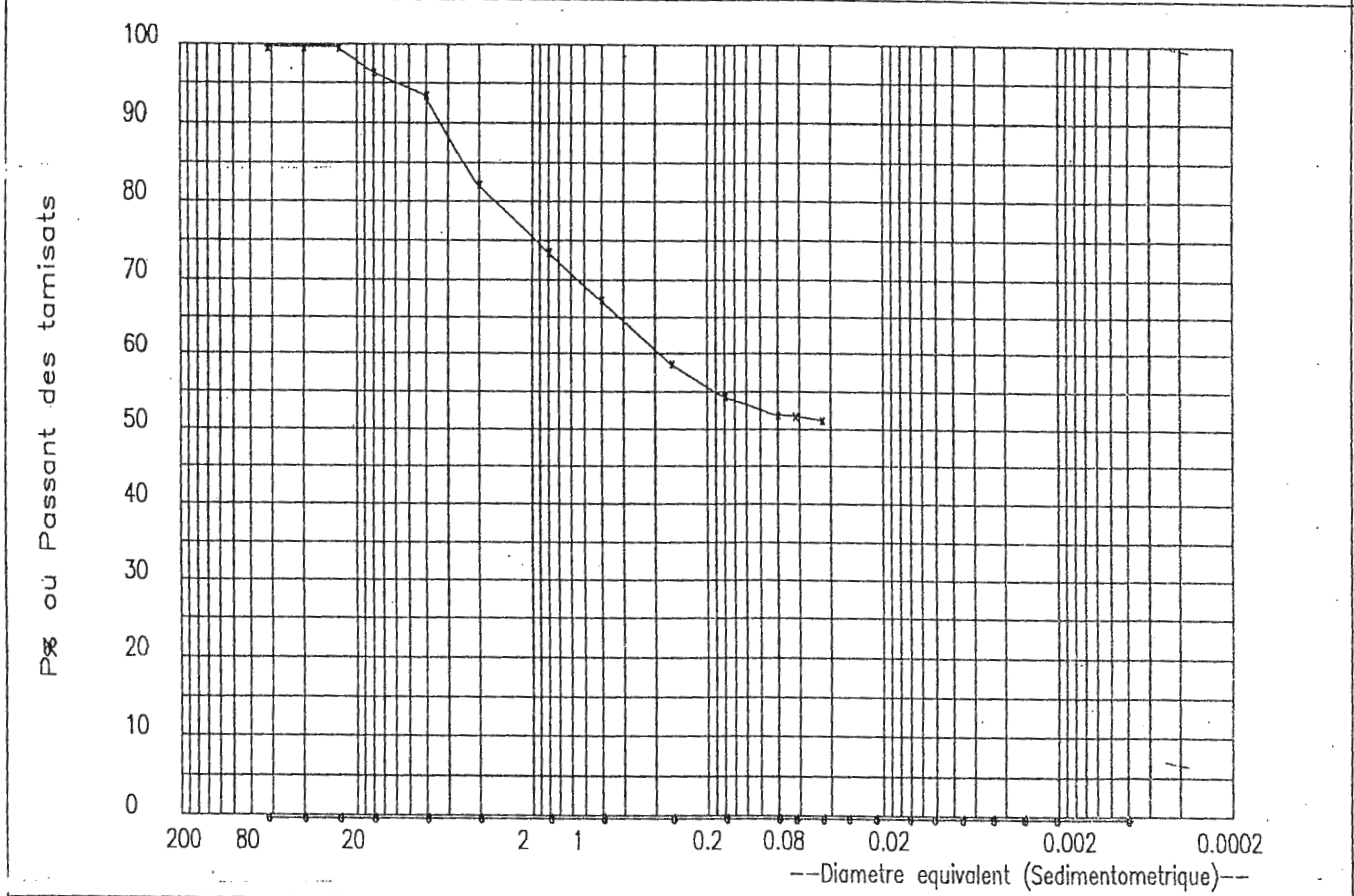
% inf 80 mi	LIMITES D'ATTERBERG			S.20
	LL	LP	LR	ES
Ech				
Ech				
Ech				

Unite: Tel.

Code:GRN003.grn

ANALYSE GRANULOMETRIQUE		DOSSIER : GRN002		13
DESIGNATION	x	Nr 01	Profondeur 8.00-10.00	
des	o	Nr .	Profondeur	
ECHANTILLONS	+	Nr	Profondeur	

CAILLOUX	GRAVIER	SABLE GROSSIER	SABLE FIN	LIMON	ARGILE
----------	---------	----------------	-----------	-------	--------



Ech Ech Ech	%	inf	LIMITES D'ATTERBERG			S.20
		80 mi	LL	LP	LR	ES

Unite: Tel. Code:GRN002.grn

Bibliographie

Les ouvrages effectivement consultés dans ce mémoire sont représentés dans cette bibliographie, non seulement ceux qui sont cités dans le texte, mais tous ceux qui ont nourri nos réflexions approfondies nos connaissances méthodologiques et consolidées nos hypothèses.

-K.Amris (1996) : cinématique des déformations ductils et fragiles de la région de Beni Belaid – Oued Zhor (petite Kabylie) thèse masistères.

-H.Amireche (2001) : l'eau, le substrat, la technique et l'anthropisation dans les phénomènes érosifs du tel nord constantinois, thèse d'état.F.S.T.G.A.T 22 GP.

-Bouftouha (1998) : Etude des Skarnes et des indice metablifères et l'aureole métamorphique du massif granitique des Beni Toufout (Kabylie de Collo), Thèse magistère, univ de constantine.

-A.Bouzenoune , H.Rouvier : J.thebirousse , (1995) : trias de contexte diapirique, zonation minéralogique et conséquence métallogénique.

-Ben Aissa

-J.P. Boullin et all (1970) : définition d'un Flysch Massylien et d'un Flysch Maurétanien au sein des Flysch alloctones de l'Algérie C.B.A.C.A.D.SC, Paris T 270, serie D.P 2249-2252.

-J.P. Boullin (1977) : Géologie alpine de la petite Kabylie dans la région de collo et d'el-Milia, thèse de doctorat, paris.

-P.H.A. coiffet (1992) : Un bassin post-nappe dans ses cadres structuraux l'exemple du Bassin de constantine (Algérie orientale), thèse, science, Nancy-I.P.502.

-Costet.J, sanglerat G. cours pratiques de mécanique des sols- tome 1. Edition Dunod (1975).

-Costet.J ; Sanglerat G- Cours pratiques de mécanique des sols tome 2 .Edition Dunod (1975).

-D.Delga (1955) : Etude géologique de l'ouest de la chaîne numidique , thèse , science, paris . publ, serv .Carte geol . Algérie.

-D.Delga (1969) : Mise en point sur la structure du nord Est de la Berberie . Bubl .Serv. Carte geol . Algérie. NS.Alger.

-H.Djellit (1987) : Evolution tectono métamorphique du socle Kabyle et polarité de mise en place de nappes de Flyschs en petite Kabylie, thèse magistère U.S.T.H.B. alger . 146 p.

-Deuxième congrès algérien de la route annaba 08-09 décembre 1996, tome 3.

-A-Drarni (1998) : Méthode geodynamiques R.b-Sr et U-Pb Un exemple d'application choisie dans le massif de petite Kabylie, thèse magistère U.S.THB. alger 146 p.

-Fischeur (1903) : les terrains anciens et l'Eocène metamorphique dans les massifs Numidiens Bull. Foc. Géol .Fr. Paris (4) III .PP 407-431.

-J.P Helard (1969) : le Flysch à base schisto-gréseuse de la bordure méridionale et orientale du massif de chellata, le Flysch maurétanien (grand Kabylie) B.S.G.F N°7.Paris.

-L.Glangeaud (1933) Unité paleogeologiques et unités structurales de l'atlas Méditerranéen de l'Afrique du Nord, Act. Soc linnéenne Bordeaux. Txxxv.

-I.Joleaud (1912) : Etude geologique dela chaine numidique et de Monts de contantine, Mentpellier, Montane, Sicadiet carte en couleur, thèse Paris.

-A. Kehal (1998) : Géologie pétrographie et geochemies des Formations du Socle de la Kabylie dans la région des Beni Belaid (Algérie Nord Oriental). Altération hydrotherlakes et linalisations à Sr, Ta, Nb... liées aux pegmatites.

-J.C.lahonder et Al (1979) : Datation des grés numedien d'algerie oriental conséquences structurales.C.R.Acad.Sc.Paris. T 289, (D) N° 4 PP 383-386.

-Y.Mahjoub (1991) : cinématique de déformations du massif oriental de petite Kabylie (Application au terrain cristallophyliens de la région de Skikda). Thèse doct, U.S.T.H.B, Alger, 232 P.

-Mémoire de fin d'étude, thème : à l'études geo et structural de la transversale : El-Milia – Sidi Merouane.

-Mémoire de fin d'étude : thème : etude Geo et stru du Dj Bou ranéme.

-A ouabdi (1994) : pétrographie, geochemie et origine des granitoides. Peralumineux à cord écrit (cap Bougaroun, Beni Touft, Filfla) Algérie Nord Orientale, thèse Doct, Alger, 133 P.

-J.F.Raoult

-M.Roubault (1934) : La Kbylie de Collo étude géologique serv . cart . Geol. Algérie, 2(10), 272 P, Paris.

-Rapports d'études géotechniques DTP de Mila 1994.

-Rapports d'études geotechnique de la S.E.T.A Annba 1994.

-Rapports du laboratoire des travaux publics de Mila 1994.

-G.Sanglerat (1975) : Introduction à la géotechnique édition Dunod.

-G.Sanglerat, Girousse et Bardotif (1979), contrôle in situ des prévisions des tassements, Dunod.

-stabilité ~~des~~ des traverses ferroviaires sur un ballast armé –étude expérimentale –thèse de magistère 2002 Ben zaid Riad_ université Annaba Tisot.A.P –les Essais de laboratoire en mécanique des sols-Ecole national supérieure de Géologie Appliquée et de prospections Miniere de Nancy.

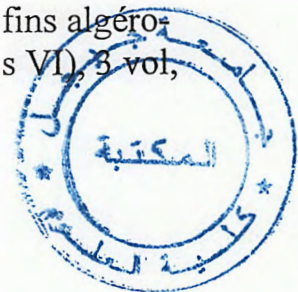
-Vila J.M (1980) : la chaine Alpine d'algerie orientale et des coufins algéro-tunisiens. Thèse de doct, d'état, Univ : pierre et marie curie (paris VI), 3 vol, 665 p.Paris

Site internet :

www.univ-savoie.fr

www.brgm.fr

www.hausinfo.ch



Site internet :

www.univ-savoie.fr

www.brgm.fr

www.hausinfo.ch

www.catp-asso.org

Résumé

La transversale Nord –Sud El Milia – Oued DIB, traversée par la RN 27 et dont fait partie le secteur étudié (tranchée comprise entre Beni Haroun et Oued DIB) se caractérise par un aspect géologique et structural très complexe.

De nombreuses zones instables caractérisent cette portion de route.

Ces zones instables marquées par des phénomènes : tassement, glissement, éboulement de rocher semblent être efficacement contrôlées par les accidents tectoniques affectant cette transversale.

Les données géologiques de la zone instable du PK 55+00 ont permis de faire un diagnostic des facteurs à l'origine de l'endommagement de la route dans cette zone.

Les solutions apportées pour stabiliser la route à cet endroit semblent être inefficaces vu la poursuite des mouvements du sol.

Mots clé :

Beni Haroun, Géologie, Géotechnique, Oued DIB, zone instable, tassement, éboulement, Glissement.