

# NEOTECTONIQUE, ANOMALIES MORPHOSTRUCTURALES ET MOUVEMENTS DE TERRAIN DANS LA REGION DE GUELMA.

ZOUAK Zakaria<sup>1</sup>, BENABBAS Chaouki<sup>2</sup> et BENZID Yacine<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire Géologie et Environnement, Université des frères Mentouri Constantine 1.

<sup>2</sup> Institut de Gestion des Techniques Urbaines, Université Constantine 3- Algérie

Reçu le 27/03/2014– Accepté le 07/12/2014

## Résumé

La région de Guelma se caractérise d'une part par un contexte géodynamique complexe et actif, et d'autre part par un relief jeune, démembré et vigoureux.

Les instabilités de terrain comptent parmi les risques naturels les plus fréquents et les plus récurrents dans cette région. Le cadre géodynamique en général et la néotectonique en particulier semblent jouer un rôle essentiel dans la mise en place et l'accélération des désordres. Ce constat nous pousse à nous intéresser au relief structural, à la sismicité et aux mouvements de terrain.

Dans l'optique de la mise en place d'une stratégie de prévention et de réduction des risques liés à ces aléas naturels, les auteurs proposent une étude globale, transdisciplinaire et multi scalaire de la Wilaya de Guelma, basée essentiellement sur l'élaboration et l'analyse des documents géo-cartographiques multi sources.

Cette étude se donne comme objectifs, la délimitation, l'inventaire et la caractérisation des particularités et des anomalies morphologiques et géologiques, et des instabilités de versants.

**Mots clés :** Guelma, néotectonique, particularités, relief structural, mouvements de terrain.

## Abstract

Guelma region is characterized firstly by a complex and active geodynamic context, and secondly by a relief young, vigorous and dismembered.

Field instabilities are among the most frequent and recurrent natural hazards in this area.

The geodynamic setting in general and neotectonics in particular seems to play a key role in the development and acceleration of disorders. This observation leads us to an interest in structural relief, the seismicity and landslides. In the context of the implementation of a strategy for the prevention and reduction of risks associated with these hazards, the authors propose an overall study, multidisciplinary and multiscale of the Wilaya, based primarily on the development and analysis of geo-mapping multisource documents.

The objectives of this study are delineation, inventory and characterization of features and anomalies both morphological and geological and slope instabilities.

**Keywords:** Guelma, neotectonics, features, structural relief, landslides

## ملخص

يعد عدم استقرار المنحدرات من خلال الأشكال المتسارعة للتعرية (التحويرات، الإنزلاقات والانهيارات الأرضية)، من بين أهم المخاطر الطبيعية الأكثر شيوعا والأكثر تكرارا في المنطقة.

يلعب الإطار الجيوديناميكي بشكل عام، و الحركة التكتونية الحديثة على وجه الخصوص دورا رئيسيا في تطوير وتسريع هذه الاضطرابات.

تدفعنا هذه الملاحظة إلى الاهتمام بدراسة البنية التكوينية للتضاريس، النشاط الزلزالي وأشكال عدم استقرار المنحدرات. في سياق إعداد استراتيجية للوقاية والحد من المخاطر المرتبطة بهذه الظواهر الطبيعية يقترح المؤلفون دراسة شاملة، متعددة التخصصات والمقاييس لولاية قالمة، تستند في المقام الأول على إصدار و تحليل خرائط موضوعات متعددة تهدف هذه الدراسة إلى تحديد وعد الخصائص و المميزات الجيومورفولوجية و الجيولوجية، و كذا أشكال عدم استقرار المنحدرات في المنطقة

**الكلمات مفاتيح** قالمة، الحركة التكتونية الحديثة، المميزات، البنية التكوينية، عدم استقرار المنحدرات

## Introduction

L'Algérie septentrionale en général, et la région de Guelma en particulier, se caractérise par une sismicité importante et par des mouvements de versants spectaculaires. Ces risques posent d'énormes problèmes pour l'aménagement de cette zone. Leur étude devient une nécessité.

La méthodologie entreprise ici s'est basée sur les techniques d'expression cartographiques, la photo-interprétation et les investigations de terrain.

Dans l'optique d'impliquer les résultats de la recherche scientifique dans le développement durable du pays, notre terrain d'étude se limitera aux limites administratives de la wilaya de Guelma, à fin de fournir aux décideurs des cartes thématiques pratiques et intégrables aux plans d'aménagements de territoire.

Située dans le Nord Est Algérien, la Wilaya de Guelma compte plus de 500.000 habitants pour une superficie de 3 686 Km<sup>2</sup>, elle est limitée au Nord par la W. de Annaba, au NE et à l'Est par celle d'El Tarf, au SE par la W. de Souk Ahras, au Sud par celle d'Oum El Bouaghi, au SW et à l'Ouest par celle de Constantine et enfin au NW par celle de Skikda (Fig. 1).

Guelma se caractérise par un climat subhumide au centre et au Nord et semi-aride vers le Sud. Ce climat est doux et pluvieux en hiver et chaud en été, caractérisé par des précipitations moyennes de l'ordre de 677 mm/an qui tombent en 101 jours, et une température moyenne de l'ordre de 17.25°C.

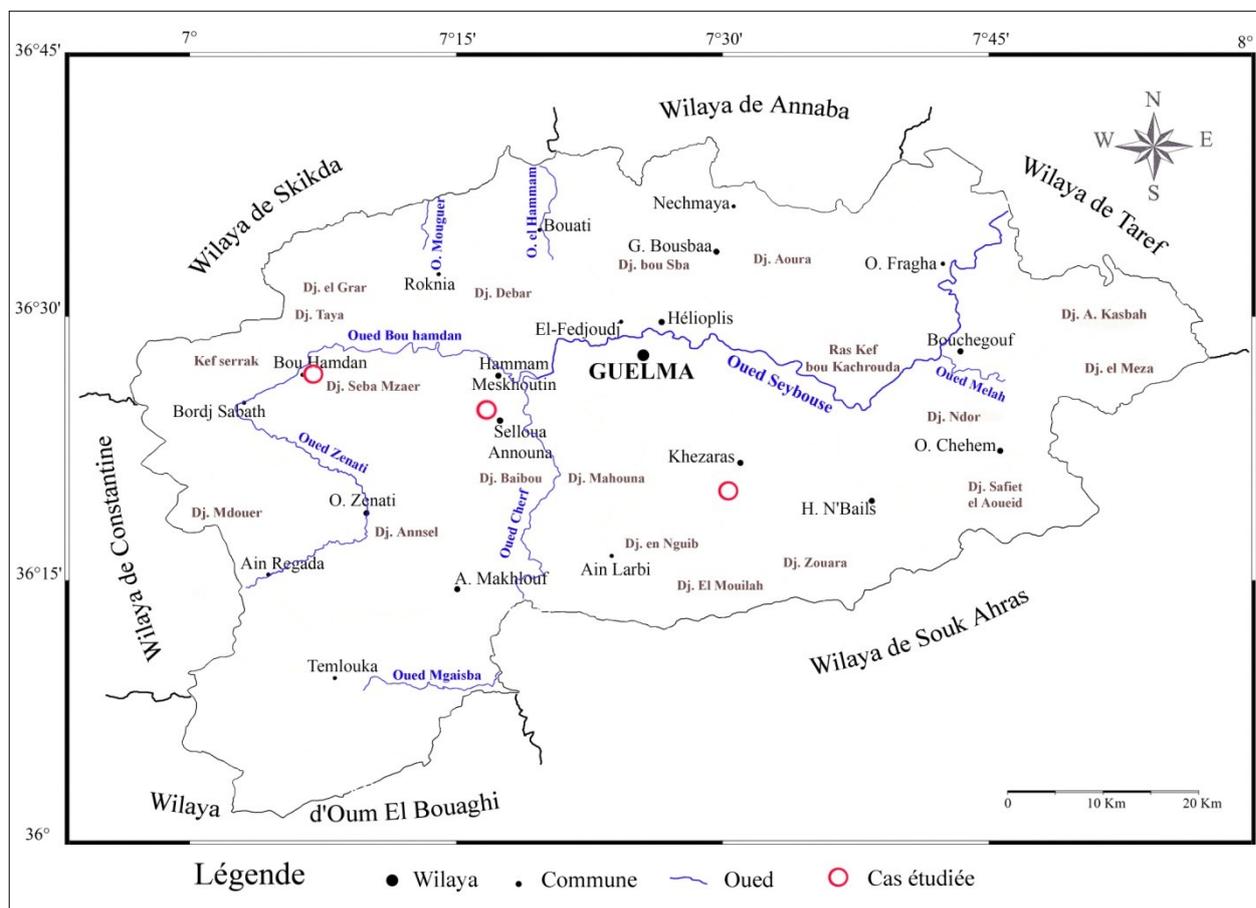


Figure 1. Carte toponymique de la Wilaya de Guelma

## 2. Cadre géographique

La Wilaya est drainée par plusieurs Oueds : Oued Bouhamdane qui prend sa source à l'Ouest de la Wilaya, Oued Mellah provenant du Sud-est, Oued Charef qui prend sa source au Sud de la Wilaya et Oued Seybouse, le collecteur principal qui prend sa source à Medjez Amar et traverse la plaine Guelma- Boucheougouf sur plus de 45 Km (Fig. 2). Guelma se distingue par des sources thermales réputées (Hammam Debagh, H. N'Bails, H. Ouled Ali, H. Berda, H. Guerfa...).

La région de Guelma appartient à la chaîne alpine d'Afrique du nord (Maghrébides) et a connu une histoire géologique extrêmement complexe [1,2,3]. Elle est formée par un empilement de nappes et de chevauchements de grandes envergures.

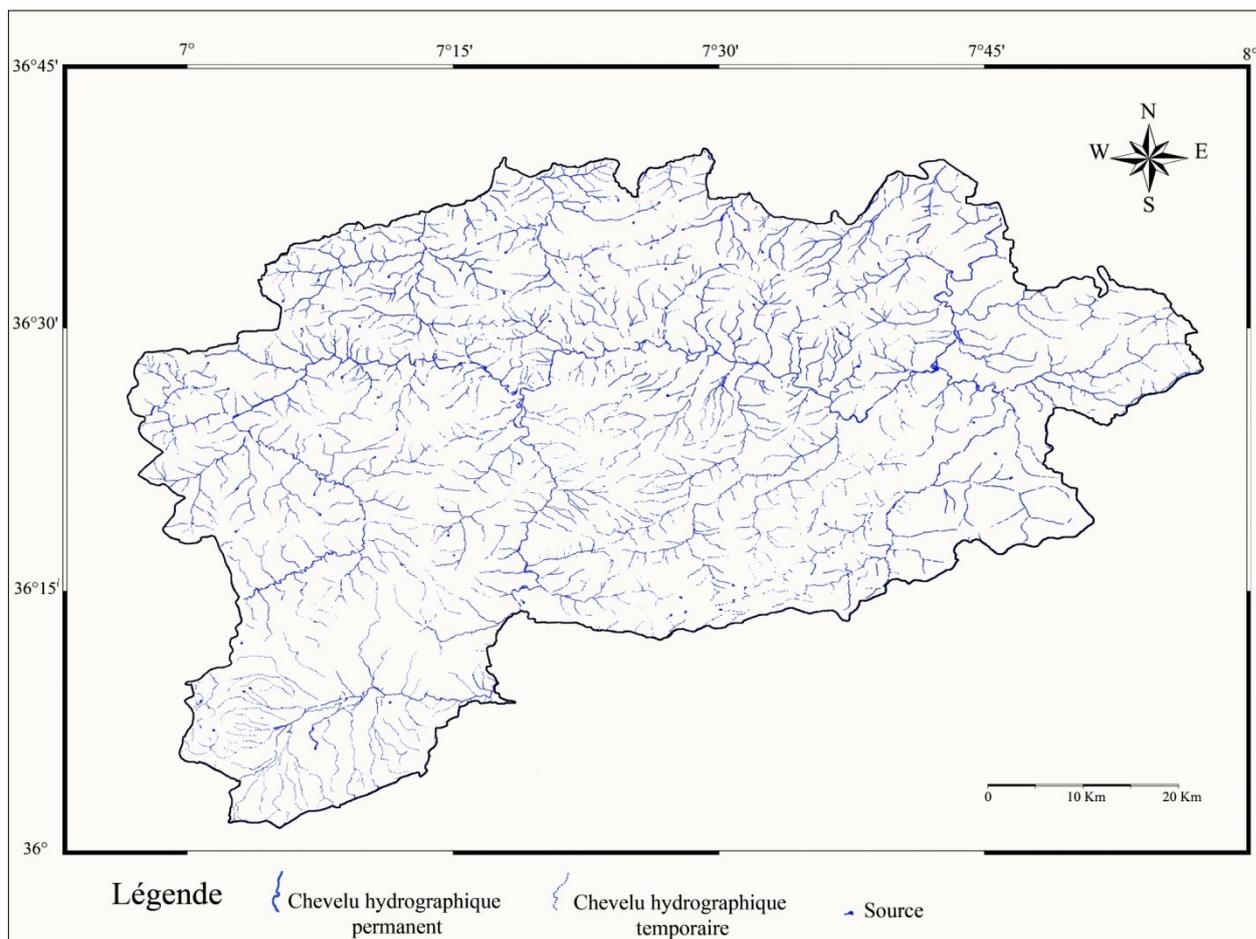


Figure 2. Carte hydrographique de la Wilaya de Guelma

### 3. Cadre géologique

La région de Guelma appartient à la chaîne alpine d'Afrique du nord (Maghrébides) et a connu une histoire géologique extrêmement complexe [1,2,3]. Elle est formée par un empilement de nappes et de chevauchements de grandes envergures.

- Le Trias : forme les terrains les plus anciens de la région d'étude. Il est essentiellement évaporitique et se présente en vastes pointements diapiriques dans la partie orientale et au sud de Bouchegouf, et en lames injectées le long de certains accidents.
- Les formations allochtones de type Sellaoua : ces unités écaillées sont issues d'un sillon allongé du Sud-ouest au Nord-est. Elles affleurent au sud de la Wilaya et comprennent essentiellement des terrains marneux et marno-calcareux allant du Jurassique à l'Eocène.
- La nappe Néritique constantinoise : dans l'aire étudiée les séries néritiques constantinoises forment des massifs isolés à l'Est de la région étudiée, de tailles variables ; caractérisées principalement par des formations carbonatées d'âge Mésozoïque.
- Les nappes Telliennes : Il s'agit de séries très épaisses issues du sillon Tellien lui-même subdivisé en trois grandes unités :
  - ✓ La nappe Ultra-Tellienne : les formations appartenant à cet ensemble sont représentées par des écailles marneuses et marno-calcaires, de faciès généralement clairs, à niveaux généralement inverses est caractérisées par des séries d'âge jurassique à lutétien supérieur. Ces formations occupent des surfaces importantes surtout à l'Est et au Nord de la Wilaya.
  - ✓ Les nappes Telliennes S.S. : d'âge crétacé à yprésien, elles sont localisées principalement au Sud de la région d'étude.
  - ✓ La nappe Péni-Tellienne : on relève un affleurement au sud de Hammam N'Bails.
- Les nappes des flyschs : il s'agit essentiellement de dépôts de mer profonde, d'âge crétacé-paléogène mise en place généralement par des courants de turbidités. On distingue :
  - ✓ flyschs Maurétaniens : composés d'alternances de bancs argileux, calcaires et gréseux

- ✓ Les flyschs Massyliens : comportent une série périto-quartzitique d'âge crétacé inférieur surmontée par une série périto-micro-bréchique d'âge crétacé supérieur
- ✓ Les flyschs Numidiens : Constitués de niveaux gréseux d'âge oligocène terminal-aquitaniens épais de plusieurs centaines de mètres qui reposent sur des argilites versicolores oligocènes.
- Le Miocène marin : à 20 Km au SE de Guelma, des affleurements du Burdigalien supérieur transgressif sur le Lutétien supérieur Tellien, sont recouverts anormalement par des formations Telliennes.
- Le Mio-Pliocène continental : deux cycles s'y succèdent [2]
  - ✓ La molasse de Guelma forme à la base une épaisse série de grès jaunâtres friables avec de nombreuses intercalations argilo-marneuses parfois gypseuses.
- ✓ Au-dessus des argiles et des conglomérats rouges, des argiles grises à gypse et enfin des tufs et des calcaires lacustres constituent un second cycle discordant.
- Le Quaternaire :
  - ✓ Les éboulis sont surtout développés en bordure des reliefs numidiens et des massifs calcaires.
  - ✓ Les Travertins et tufs plio-quaternaires.
  - ✓ Les alluvions des hautes, moyennes et basses terrasses qui dominent les lits des Oueds.

La disposition anormale de ces unités géologiques résulte des différentes phases tectoniques ayant affectées la région.

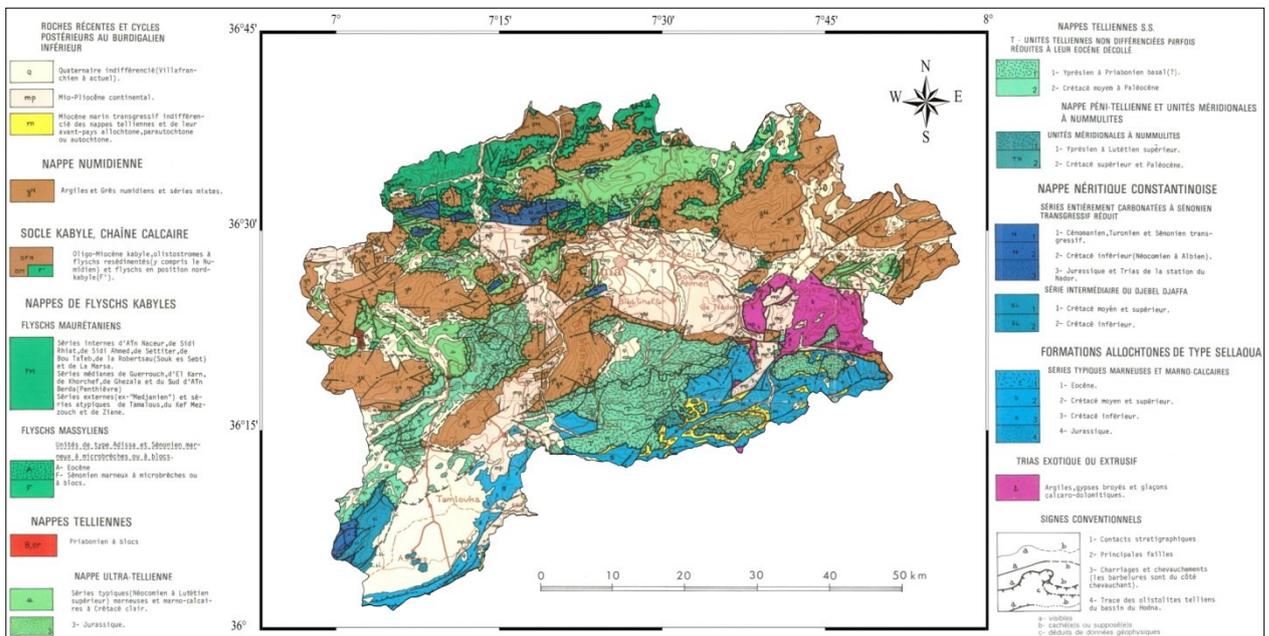


Figure 3. Carte géologique de la Wilaya de Guelma d'après J. M. Vila [3]

La cartographie de fracturation tiré des travaux de J. M. Vila montre un contraste de fracturation. Tandis que la partie Est et Ouest de la wilaya sont intensément fracturées, le Nord, la partie centrale et la plaine de Tamlouka au Sud, constituées généralement de terrain marquant mal les déformations, restent peu ou pas fracturées toujours selon J. M. Vila[2,3]. L'analyse du réseau de fracture fait ressortir quatre familles "principales" de directions:

- **La famille E-W** : Constituée par des segments de failles, généralement en relais, caractérisée par des étendues importantes et dont fait partie le méga accident actif [4] limitant le versant sud de Dj. Debagh et qui traverse la Wilaya d'Est en Ouest sur plus de 60 Km.

- **La famille NE-SW** : Elle est présente sur l'ensemble du terrain d'étude, caractérisée par des accidents qui s'organisent souvent en faisceaux ou en échelons. L'étendue est parfois plurikilométrique. La faille active de Temlouka s'étend sur plus d'une vingtaine de Km.
- **La famille NW-SE** : Regroupe un nombre moins important d'accidents, aux étendues plus réduites que la famille précédente, ces accidents se regroupent aussi en faisceaux ou en échelons.
- **La famille N-S** : Les accidents appartenant à cette famille se caractérisent par un nombre assez important de segments ne dépassant pas les 5 Kilomètres, parfois en relais

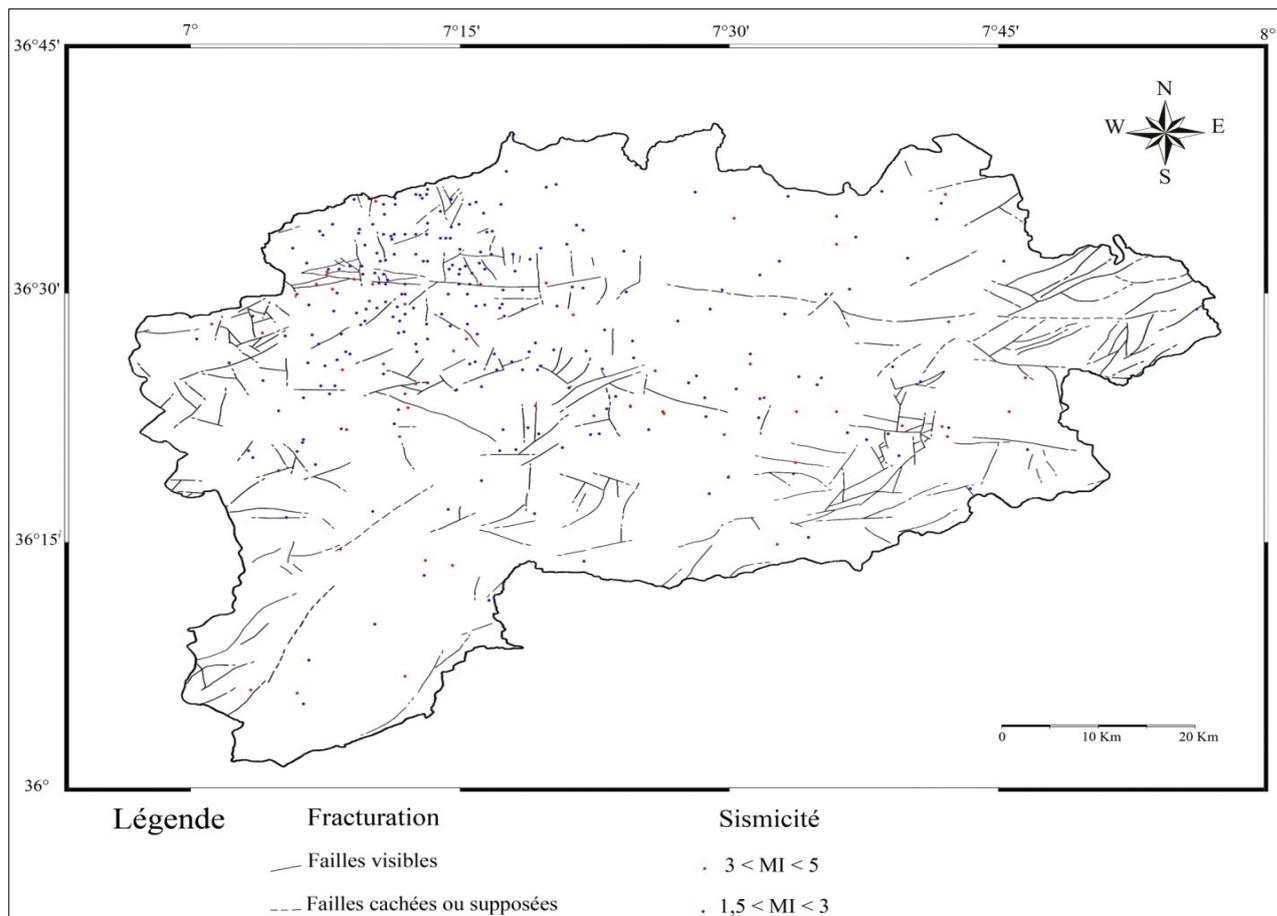


Figure 4. Carte de fracturation d'après J. M. Vila et de sismicité (CRAAG) de la Wilaya de Guelma

La Wilaya de Guelma est classée parmi les villes à risque sismique plus que moyen codifié II B, selon les règles parasismiques algériennes (RPA 1999), révisées en 2003. En effet la région d'étude se distingue par une sismicité faible à modérée, mais de forte récurrence.

Le catalogue sismique du Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique (CRAAG) recense près de 300 séismes qui ont affecté la Wilaya sur une période de 13 ans de 1998 à 2011. La grande majorité des séismes représente des événements de faible magnitude (entre 1,5 et 3 MI). Nous relevons cependant des secousses de magnitudes moyennes entre 3 et 5 MI (environ 16%).

La carte de répartition de ces séismes élaborée à partir de ce catalogue, a mis en évidence une répartition spatiale inégale des épicentres sismiques. La majorité des secousses telluriques enregistrées dans la wilaya durant cette période affectent la partie nord orientale de la Wilaya.

La superposition de la carte de fracturation avec la répartition des épicentres a permis de constater que certains événements sont en relations avec des structures tectoniques actives non cartographiées.

#### 4. Analyse morho-structurale

Le relief de cette région est actif, accidenté et morcelé, montrant une orographie forte et démembrée notamment au Sud et au Sud-ouest.

On peut distinguer deux grands éléments orographiques :

- Le premier élément est montagneux, représenté par des chaînons disposés généralement E-W, NE-SW et NW-SE, l'ensemble montagneux constitué par le monoclinale de Dj. Taya (1208 m), Dj. Gar (1078 m), l'anticlinal en dos de baleine de Dj. Debagh (1060 m) et Dj. Aouara (981 m) qui correspond à un lambeau de la nappe Numidienne qui repose en contact anormal sur les séries Telliennes du Djebel Bou Sebaa dont la ligne de crêtes est en forme d'arc de cercle joue le rôle de ligne de partage des eaux, ces monts présentent une allure nettement dissymétrique, le versant sud domine par l'intermédiaire de fortes pentes les vallées d'Oued Bouhamdane et le bassin de Guelma, en revanche, le versant nord descend plus lentement vers le bassin d'Azzaba et le lac Fetzara [5].

La limite méridionale du bassin de Guelma est dressée par les massifs de Sellaoua, surmontés par endroit par les formations Telliennes, Dj. En Neguib (1091 m), Dj. El Mouilah (1296 m), Dj. Zouara (1292 m) et Dj. Safiet el

Aoueid (1150 m) et Dj. Mahouna constitué pas les grès numidiens, de forme arquée, son sommet à 1411 m représente le point culminant de toute la région d'étude.

- Le deuxième élément orographique comprend les zones basses, principalement le bassin de Guelma qui s'étend d'Est en Ouest sur une longueur de 20 Km, et une largeur maximum de 12 km, drainé par Oued Seybouse dont la vallée asymétrique traverse la wilaya d'est en ouest, avec quelques variations quant à son orientation. En effet elle suit d'abord une direction SW-NE, mais bifurque rapidement pour prendre une direction NW-SE jusqu'au niveau du Kef Bou Kachrouda qu'elle contourne pour remonter en direction du NE jusqu'à la limite orientale de la Wilaya ; et la plaine de Tاملouka, moins étendue, localisée quant à elle au sud, cette dépression fermée en fond de berceau limitée au NW et au SE par des ensembles montagneux, est drainée par l'oued Mgaisba affluent d'Oued Malah.

Les failles cisailent les lignes de crêtes des massifs néritiques, décalent et courbent celles des massifs numidiens (notamment Dj. Mahouna et Dj. Aouara) et délimitent les bassins de Hammam Meskhoutine, Guelma, Hammam N'Bails, et Boucheggouf qui ne sont en fait que des bassins d'effondrement qui ont fonctionné comme pièges à sédiments depuis le Miocène moyen jusqu'au début du Quaternaire.

- La visualisation en 3D (fig. 5) du model ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) GDEM (Global Digital Elevation Model) nous a permis d'identifier les différentes entités morphologiques de la Wilaya, l'ombrage et le drapage du model font apparaître nettement les anomalies morphologiques (ennoyages, virgations et asymétries), et leur relation avec le cadre structural de la région.

- La carte hypsométrique (fig. 6) montre souvent des lignes de partage des eaux déformées et cisillées, présentant généralement des virgations et des ennoyages brusques. Des versants asymétriques et irréguliers marquent par endroit des dénivellations brutales, les vallées sont parfois surcreusées avec une linéarité particulière qui reflète la canalisation de l'érosion selon des directions préférentielles.

- En analysant la carte des pentes (fig. 07), on observe que les plus grandes valeurs des pentes supérieures à 10° sont spécifiques pour certains versants des massifs Néritiques et Numidiens. Le reste des versants aux pentes situées entre 05° et 10°, occupe de larges surfaces. Les plus représentatifs et plus spacieux sont les ensembles des pentes avec les valeurs les plus faibles, inférieures à 05°, elles occupent surtout les plaines alluviales.

- L'analyse de la carte des expositions de versants (fig. 8) montre qu'à précipitations sensiblement égales, les versants d'exposition nord (et variantes nord-est/nord-ouest) ont des pentes relativement moins accentuées, des sols plus épais.

A l'inverse les expositions sud (et variantes SE/SW) présentent des pentes plus fortes, des sols très érodés, parfois dépourvus de toute végétation et avec des

formes de ravinement, plus prononcées.

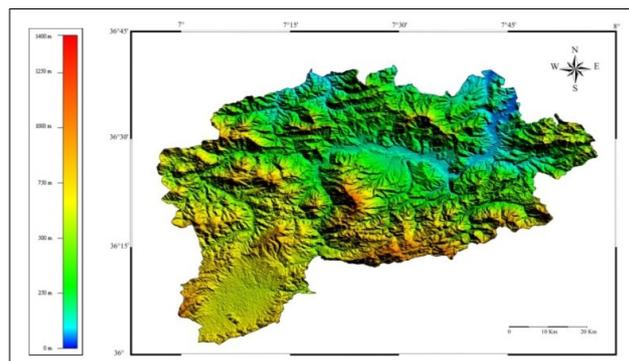


Figure 5. DEM de la Wilaya de Guelma

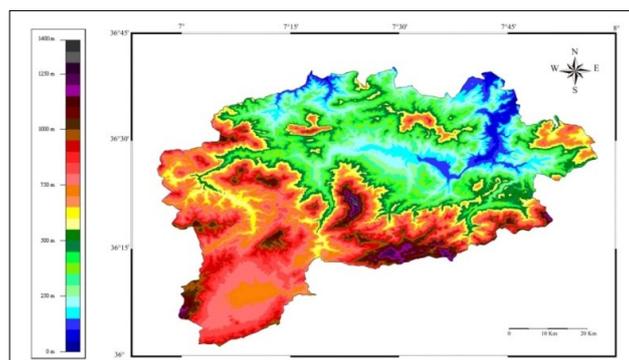


Figure 6. Carte hypsométrique de la W. de Guelma

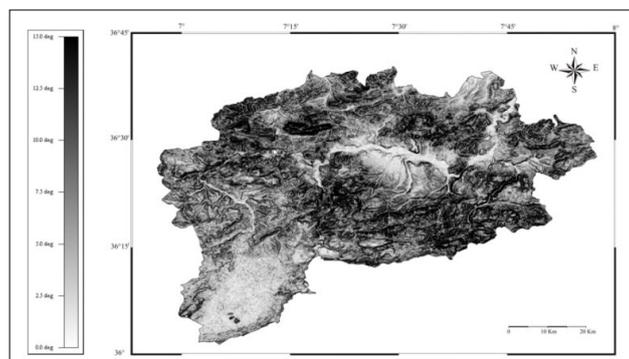


Figure 7. Carte des pentes de la Wilaya de Guelma

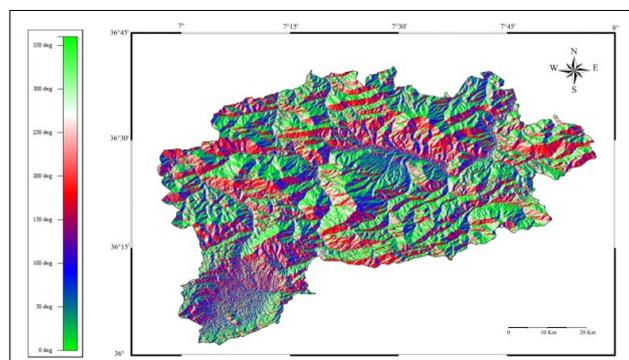
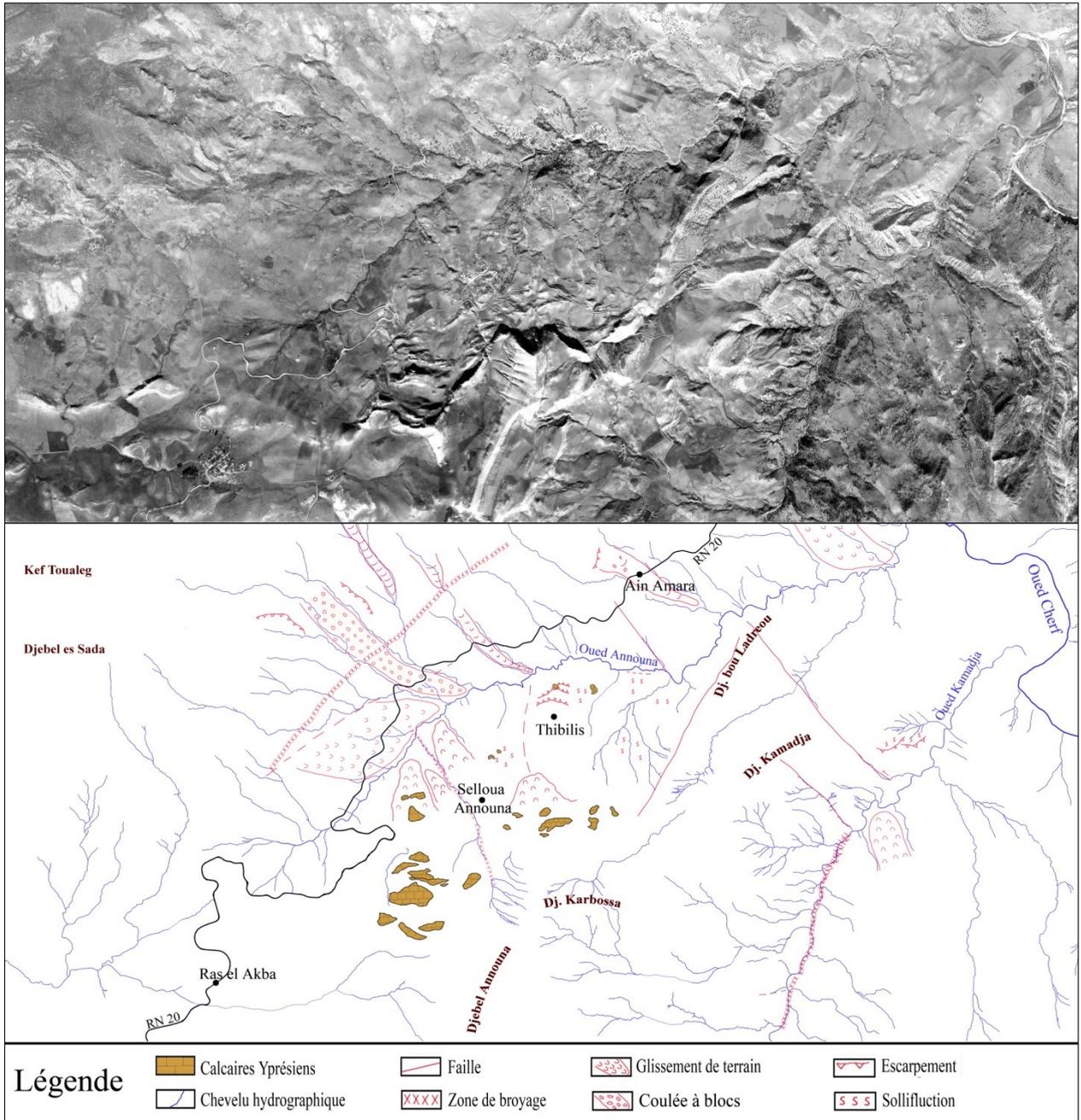


Figure 8. Carte des expositions de versants de la Wilaya de Guelma

➤ **Les désordres de la région de Selloua Announa**

La région d'étude est affectée par de nombreux mouvements de terrain, d'ampleur et typologie variée. Ces désordres, par leurs impacts sur les infrastructures commencent à devenir des freins au développement de cette Wilaya. Le réseau routier se trouve être un exemple significatif.

Les désordres de cette région sont complexes et de grande ampleur. La partie amont du versant de la rive gauche d'Oued Announa est occupée par les corniches gréseuses du Numidien de Dj. Es Sada et de Kef Toualeg. Ces corniches sont déformées, plissées et fortement fracturées.



**Figure 9.** Photo interprétation de la région de Selloua Announa

Ces niveaux gréseux alimentent des couloirs de masses colluvionnaires qui dévalent les versants constitués par les argiles Numidiennes et les marnes Telliennes. L'analyse des photographies aériennes de cette zone montre un versant instable d'amont en aval et des mouvements de masse sur des centaines de mètres, organisés en structures complexes.

Par ailleurs, on relève le long du versant une série de replats, vestiges de paléo mouvements de tailles importantes.

A mi-versant nous avons relevé une discontinuité géologique entre les formations numidiennes et les marnes Telliennes. Cette dernière correspond à un linéament d'origine tectonique, au-delà duquel les

structures changent de directions et présentent des virgations senestres.

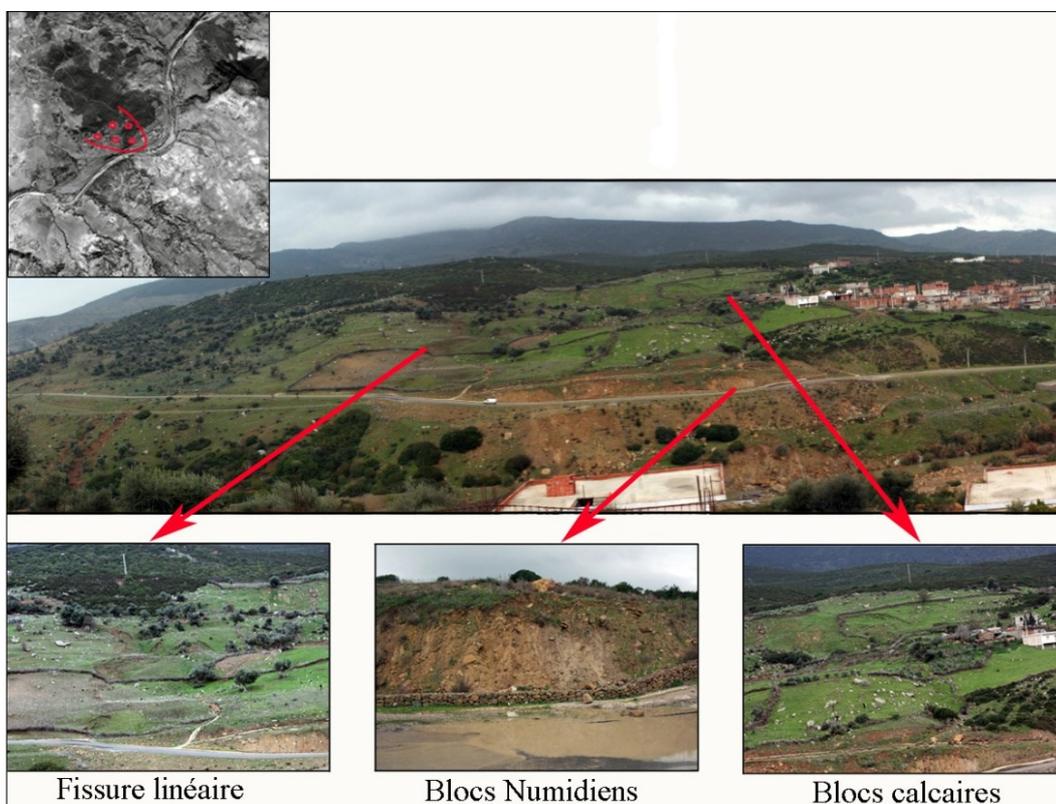
Le versant de la rive droite d'Oued Announa (constitué par des formations ultra-telliennes) est également fortement instable. Les barres calcaires d'âge yprésien de Dj. Announa, Dj. Karbossa, Dj. Kamadja et Dj. Bouladreou dominant des marnes noires danomontiennes. Ces barres sont très déformées, fracturées et fortement plissées, la direction moyenne des plis oscillant entre N 30° et N 45° sauf dans la partie centrale où ils deviennent N90° [6].

En outre, on relève la présence de nombreux révélateurs d'activité tectonique (déformation du relief, corps glissants et éparpillement chaotique des méga-blocs de calcaires Yprésiens. Ces structures seraient le témoignage d'un processus de dislocations tectono- gravitaires ayant affectées la région durant la période plio quaternaire.

L'importance des désordres et instabilités est telle que la route est annuellement sujette à de nombreux réaménagements.

➤ **Le glissement de Bouhamdane**

Les versants Numidiens sont généralement surmontés par des corniches constituées par des barres gréseuses plissées, fracturées et altérées. Ces corniches dominent par des fortes pentes de puissantes masses colluvionnaires constituées par le démantèlement des barres gréseuses sous l'effet de la tectonique et l'action de l'eau, ce qui donne naissance à des blocs de grés hétérométriques emballés dans une matrice d'argile limoneuse et sableuse.



**Figure 10.** glissement de la région de Bouhamdane

Le contraste de perméabilité entre ces épaisses formations de surfaces et le soubassement de ces versants, constitué par des argilites saines, non altérées et imperméable, engendra un écran de drainage et favorisera le développement des surfaces de ruptures à la faveur desquelles se mobilise de grandes masses sous forme de coulées à blocs ou glissements de terrain de différents types. La paléo coulée à blocs qui surplombe l'entrée Nord du village de Bouhamdane donne un exemple parfait de ce processus d'instabilité.

Elle remanie des blocs hétérométriques de grés Numidiens et des calcaires Albo-Aptiens de l'unité Ultra-Tellienne [7] qui affleure en lisière en dessous de l'unité numidienne, le glissement actuel qui affecte la route qui mène au village correspond en réalité à la réactivation de cette paléo coulées à blocs qui affecte le versant Nord de Dj. Seba Mzaer, cette remobilisation n'est pas dissocié de la dynamique fluviale de l'oued Bouhamdane qui coule au pied du talus, des aménagements effectués au milieu de cette coulée et des précipitations.

➤ **Instabilité de versant rocheux au sud de la commune de Khezaras**

On est en présence d'une instabilité rocheuse qui

constitue un risque naturel fréquent en montagne, au milieu du versant rocheux, on relève une zone de broyage d'une quinzaine de mètres.

Cette zone de failles et de broyage est en fait un nœud tectonique, zone où convergent deux faisceaux d'accidents N-S et E-W.

Sur les plans de failles, nous avons relevé des cinématiques différentes : décrochements francs et décrochements à composantes verticales..., ce qui indique l'existence de plusieurs générations de contraintes.

L'une des composantes de ce nœud tectonique, le faisceau E-W, correspond à l'axe d'une antiforme à cœur paléocène.

En outre, des plans de discontinuités très variés sont présents sur ce site (Figure 11):

- ✓ joints de stratification,
- ✓ discordances tectoniques,
- ✓ diaclases,
- ✓ fractures et failles,
- ✓ schistosité de fracture.

Ce type de risque couvre un large éventail de phénomènes, depuis les chutes de pierres et de blocs, jusqu'aux grandes instabilités de versant rocheux mettant en jeu des volumes très importants.

Il n'y a pas que les tassements de la route (RN 80) mais aussi le risque assez élevé des chutes de blocs et éboulements.

En aval, on a relevé d'importantes fissures en relais, qui vont au delà des 150 mètres.



Figure 11. Zone de broyage au Pk 71+100, RN 80

## CONCLUSION

Nous rappelons que les résultats présentés dans ce travail restent préliminaires et perfectibles, néanmoins on peut tirer les conclusions suivantes :

- L'analyse morpho structurale de la région étudiée a mis en évidence le grand degré de déformation d'un relief jeune, structuré durant la fin du Pliocène.
- Les recoupements des anomalies d'ordre géologique, morphologique, hydrographique et tectonique nous a permis l'identification, la caractérisation et la cartographie de nouvelles morphostructures, d'enrichir les documents préexistants et de mieux cerner les mécanismes d'évolution du relief.
- Cette étude préliminaire a suscité un certain intérêt quant aux possibilités de l'influence de l'activité tectonique récente et actuelle dans l'évolution des versants en général et le déclenchement ou l'accentuation de leurs instabilités en particulier, l'établissement de la relation entre les deux nécessite une étude plus approfondie.

## REFERENCES

- [1] Benabbas C, "Etude globale des zones instables sur le réseau routier de la Wilaya de Guelma Rapport géologique". Rapport inédit, Direction des Travaux Publics de la Wilaya de Guelma, 90 p. (2011).
- [2] VILA J. M, " La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins Algéro-Tunisiens." Thèse Sc. Univ. Paris VI, 3 vol, 663 p., 199 fig., 40 pl., 7 pl.h.t. (1980).
- [3] VILA J. M, Carte structurale au 1/500000 de la chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins Algéro-Tunisiens. Pub. C.N.R.S et B.E.I.C.I.P (1978).
- [4] RAOULT J. F, "Géologie du centre de la chaîne numidique (Nord - Constantinois, Algérie)." Mém. Soc. Géol. Fr., N.S., t. LIII, n°121, 164 p., 62 fig., 11 pl.h.t. (1974).
- [5] MARRE A. "Etude géomorphologique du Tell Oriental Algérien de Collo à la frontière tunisienne." Thèse d'état, Aix-Marseille II, 559p. (1987).
- [6] LAHONDERE J.C, "La série ultra tellienne d'Algérie Nord orientale et les formations environnantes dans leur cadre structural" Thèse Sci. Univ. Paul Sabatier Toulouse, 242 p. (1983).
- [7] Deleau, P. "Etude géologique des régions de Jemmapes, hammam Meskhoutine et du col des oliviers." Service de la carte géologique .Algérie. Thèse sciences, Paris (France). (1938).