

N° d'ordre : /DSTU/2021



# MEMOIRE

Présenté

à



L'UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID-TLEMCCEN  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA  
TERRE ET DE L'UNIVERS  
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

Pour obtenir

## LE DIPLÔME DE MASTER PROFESSIONNEL

Spécialité

**Géo-Ressources**

Par

Houssam Eddine MORSLI et Karim TEKFI

---

DETECTION DES ZONES DE FAIBLES DENSITES DANS UN MILIEU  
URBAIN (REGION DE M'RARA, WILAYA EL M'GHAIR)

---

Soutenu le 15 juillet 2021 devant les membres du jury :

MAHBOUBI Salamet, MC(A)Univ. Tlemcen

BOUYAHIAOUI Boualem, Maître de Recherche « classe A » CRAAG

BENSEFIA Kamar-Eddine, MA(A).Univ. Tlemcen

Président

Encadreur

Examineur

# MEMOIRE DE MASTER

**Type de Master : Professionnel**

**Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers**

**Filière : Géologie**

**Spécialité : Géo-Ressources**

**Titre du mémoire :**

DETECTION DES ZONES DE FAIBLES DENSITES DANS UN MILIEU  
URBAIN (REGION DE M'RARA, WILAYA EL M'GHAIR)

**Auteurs : Houssam Eddine MORSLI et Karim TEKFI**

## **Résumé**

L'étude proposée dans ce travail, porte sur le phénomène d'apparition de fissures à proximité du forage albien bouché, situé dans la région de MRARA (wilaya d'El M'Ghair) et sa relation avec un éventuel phénomène de formation de cavité au niveau de la couche salifère d'une épaisseur de l'ordre de 10 m, dont le toit est situé à ~ 900 m de profondeur au-dessus de la nappe albienne par le remontée des eaux de ce réservoir le long du forage suite à un problème de cimentation et/ou de corrosion du tubage. Avec une étude gravimétrique L'objectif assigné est de mettre en évidence l'existence ou non d'une cavité au niveau de la couche salifère à 900 m de profondeur, à l'aplomb du forage bouché.

**Mots- clés :** Etude gravimétrique, faible densité, cavité, M'rara, EL M'Ghair.



<b>PLAN DE TRAVAIL</b>	
<b>REMERCIEMENTS</b>	06
<b>RESUME</b>	08
<b>I. INTRODUCTION</b>	10
<b>II. DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE</b>	13
A. Cadre géographique	13
B. Contexte géologique	14
1. Cadre géologique global	14
2. Cadre géologique de la zone d'étude	14
<b>III. APERCU THEORIQUE SUR LA GRAVIMETRIE</b>	17
A. Définition	17
1. Gravimétrie	17
2. La loi de Newton	17
3. Anomalie de Bouguer	17
B. Calcul de l'anomalie de Bouguer	17
C. Levé gravimétrique	17
<b>IV. TRAITEMENT DES DONNEES ET ETABLISEMENT DES CARTES</b>	19
1. Présentation des données gravimétriques	19
2. Descriptions établissement des cartes gravimétriques	19
A. La carte d'altitude de la zone d'étude	19
B. Les cartes d'anomalie de Bouguer	20
C. Carte d'anomalie régionales	21
D. Carte d'anomalie résiduelles	23
E. Synthèse des cartes résiduelles	26
F. Carte des prolongées	28
G. Localisation des zones de faibles densités	32
<b>V. CONCLUSION</b>	39
<b>VI. BIBLIOGRAPHIE</b>	41
<b>VII. LISTE DES FIGURES</b>	43
<b>VIII. LISTE DES TABLEUX</b>	45

---

## REMERCIEMENTS

---

Tout d'abord, nous tenons à remercier, très sincèrement, l'ensemble des enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie et la science de la terre et de l'univers– Université ABOU BEKR BELKAID en général ; les membres de l'équipe Master Géo ressources Professionnel en particulier, et qui ont déployé leurs efforts pour assurer une formation aussi complète, pour aider et soutenir toute la promotion le long du cycle.

Nous exprimons notre gratitude au Professeur Pr. MAROK et à M. BENSEFIA responsables de la formation Master Géo-Ressources Professionnel pour l'honneur et la chance qu'ils nous ont accordés pour bénéficier de leurs connaissances et compétences, de leurs précieux conseils et de leurs suivis tout au long de notre parcours académique. Leur sens élevé du devoir, le fait de s'être toujours montrés à notre écoute et de nous avoir initiés à la rigueur scientifique, nous impose estime et respect à leur égard. Nous les remercions infiniment.

Nos remerciements s'adressent particulièrement au Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique (GRAAG), qui nous ont ouvert les portes des structures dont ils avaient la responsabilité et qui ont tout mis à notre disposition pour nous permettre de travailler dans les meilleures conditions. Nous tenons particulièrement à remercier le Dr. BOUALEM BOUYAHIAOUI pour la qualité de l'encadrement qu'il nous a assuré, pour la motivation professionnelle qu'il nous a inculquée ; les conseils et critiques affectueuses qu'il nous a adressés nous et qui nous ont permis d'améliorer notre compréhension du sujet. Nous exprimons notre gratitude pour sa patience et gentillesse pour tout le temps qu'il a consacré à diriger ce travail.

Nous tenons à remercier les membres du jury pour leur présence, pour leur lecture attentive de ce mémoire, ainsi que pour les remarques qu'ils nous adresseront lors de cette soutenance afin d'améliorer notre travail. Nous espérons par-dessus tout que l'ensemble de nos enseignants, trouveront au travers de ce manuscrit, le fruit de leur dévouement au métier qu'ils ont choisi de faire d'une promotion comme la nôtre, un exemple de communauté universitaire utile par ses connaissances à l'amélioration de l'économie nationale.

Nous adressons également nos remerciements à Mr TEHAMI Mouloud et Amine Imad pour leur soutien à réaliser ce travail étape par étape.

Nous souhaitons remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de ce parcours universitaire et que nous n'avons pu citer nommément.

---

## **RESUME**

---

## الملخص

طريق تصاعد مياه هذا الخزان على طول البئر بعد حدوث مشكلة في تثبيت الغلاف و/أو التآكل. بدراسة الجاذبية الهدف المحدد هو إثبات وجود أو عدم وجود تجويف في طبقة الملح على عمق 900 متر فوق البئر المسدود مباشرة.

تتعلق الدراسة المقترحة في هذا العمل بظاهرة ظهور تشققات بالقرب من بئر الألبان المسدودة الواقعة في منطقة مرارا (ولاية المغير) وعلاقتها بظاهرة تكون تجويف محتمل على مستوى طبقة الملح مع سماكة حوالي 10 أمتار، يوجد سقفها على عمق 900 متر فوق طبقة المياه الجوفية ألبان عن

**الكلمات المفتاحية:** دراسة قياس الوزن ، الكثافة المنخفضة ، التجويف ، المرارة ، المغير.

## Résumé

L'étude proposée dans ce travail, porte sur le phénomène d'apparition de fissures à proximité du forage albien bouché, situé dans la région de MRARA (wilaya d'El M'Ghair) et sa relation avec un éventuel phénomène de formation de cavité au niveau de la couche salifère d'une épaisseur de l'ordre de 10 m, dont le toit est situé à ~ 900 m de profondeur au-dessus de la nappe

albiennne par le remontée des eaux de ce réservoir le long du forage suite à un problème de cimentation et/ou de corrosion du tubage. Avec une étude gravimétrique L'objectif assigné est de mettre en évidence l'existence ou non d'une cavité au niveau de la couche salifère à 900 m de profondeur, à l'aplomb du forage bouché.

**Les mots clés :** Etude gravimétrique, faible densité, cavité, M'rara, El M'Ghair.

## Abstract

The study proposed in this work relates to the phenomenon of the appearance of cracks near the blocked albian borehole, located in the region of MRARA (wilaya of El M'Rhair) and its relation with a possible phenomenon of cavity formation at the level the salt layer with a thickness of 10 m, whose roof is located ~ 900 m deep above

the albian aquifer by the upwelling of this reservoir along the borehole following a problem due to cementing and / or corrosion. With gravimetric study the objective assigned is to demonstrate the existence or not of a cavity in the salt layer at a depth of 900 m, directly above the plugged borehole.

**Key words:** Gravimetric study, low density, cavity, M'rara, EL M'Ghair.

---

## **INTRODUCTION**

---

## I. INTRODUCTION

Le Sahara algérien est connue par sa stabilité sur le plan tectonique, sismique et volcanique. M'rara est une région saharienne menacée par plusieurs risques naturels tels que les affaissements et les effondrements ... Vu le manque d'études géologiques et hydrogéologiques dans cette région, nous avons dû faire un diagnostic pour nous assurer s'il est possible de révéler des données qui confirmeraient les risques d'effondrement considérés comme dangereux pour les travaux d'aménagement qui pourraient y être réalisés. Il s'agit en effet de mettre en évidence les facteurs physiques qui pourront justifier ou interdire l'occupation des sols. Les Autorités Locales ont exprimé leurs préoccupations devant les risques avérés d'effondrement et de glissement des sols, ce qui les a empêché jusqu'à présent d'affecter de nombreux terrains d'apparence propices à l'habitation et à l'installation d'activités économiques.

Le phénomène naturel abordé dans cette étude concerne les effondrements de terrain. Ces derniers provoquent généralement des dégâts humains, matériels et environnementaux. Chaque année, on dénombre de nombreuses pertes de vie et de dégâts matériels des destructions d'habitations, des interruptions, voire des pertes d'activité de production. Les cavités sont des dépressions sous-terraines de type naturel ou anthropique créées par la dissolution des roches sédimentaires provoquées par la circulation de l'eau ou par creusage dans les carrières et dans les mines. On sait par ailleurs que la gravimétrie est une méthode qui consiste à mesurer les variations dans l'espace et dans le temps du champ de la pesanteur. Son domaine d'application couvre différents objectifs comme l'étude de la structure interne, l'étude de comportement mécanique de la lithosphère. Pour notre travail c'est la méthode la plus adaptée pour étudier le phénomène des cavités.

Ce travail porte en premier lieu, sur la réalisation d'un diagnostic sur la localisation des différents effondrements qui constituent un danger permanent dans la région de M'rara.

Les cavités sont caractéristiques des anomalies de densité détectées par la mesure en microgravité naturelle, de profondeur et de portée. Cette méthode d'identification des vides, et plus généralement des anomalies de densité du sous-sol, apporte des informations particulièrement pertinentes qui constituent une véritable aide à la décision pour la gestion des projets liés à l'aléa vide. Afin d'aider à comprendre la problématique des anomalies de densité détectables par la microgravité, nous avons subdivisé notre travail suivant les 4 chapitres suivants:

*Au premier Chapitre*, nous définirons la zone d'étude par présentation du contexte géographique et géologique.

*Le deuxième Chapitre* sera abordons les notions de base de la prospection gravimétrique

*Au troisième Chapitre*, nous traitons les données et décrierons les anomalies gravimétriques observées

*C'est au quatrième Chapitre*, que nous présenterons, en espace et en profondeur, les localités d'anomalies de faibles densités.

---

## **DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE**

---

## II. DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

### A. Cadre géographique :

#### 1. Situation géographique d'El M'Ghair :

La wilaya d'El M'Ghair est une wilaya algérienne créée en 2019 et officialisée en 2021. Auparavant, c'était une wilaya déléguée créée en 2015, elle est située dans la Sahara algérien.

La wilaya d'El M'Ghair est située dans le sud de l'Algérie, le chef-lieu porte le même nom. Elle se situe dans la région de l'Oued Righ entre Biskra et l'Oued Souf (**fig.01**).

Sa superficie est de 8 835 km<sup>2</sup>.

Elle est délimitée :

- ❖ Au nord par la wilaya de Biskra ;
- ❖ À l'est par la wilaya d'El Oued ;
- ❖ À l'ouest par la wilaya d'Ouled Djellal ;
- ❖ Et au sud par la wilaya de Touggourt et d'Ourgla.

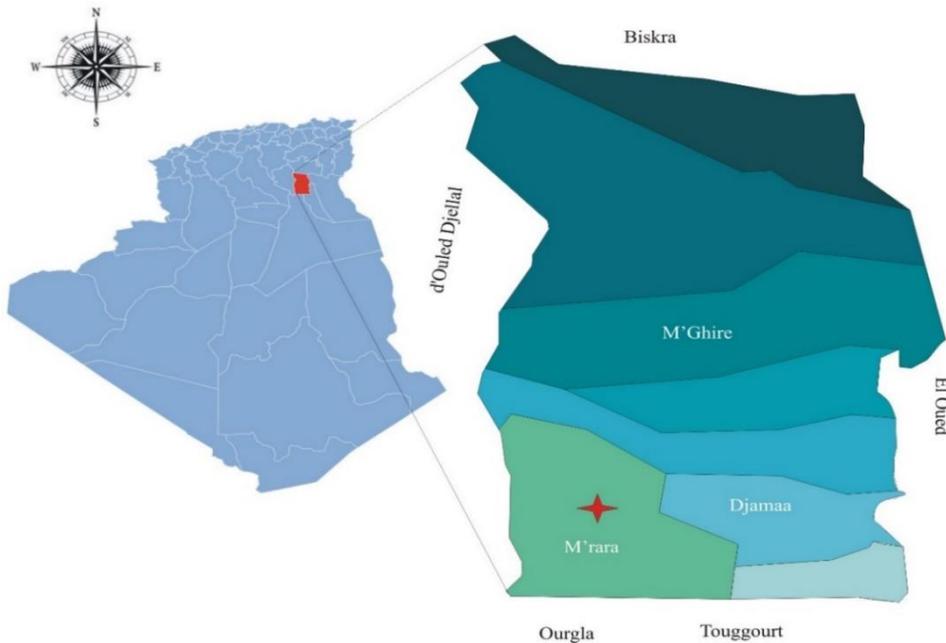


Figure 1: Situation géographique de la wilaya d'El M'Ghair

#### 2. Situation géographique de zone d'étude M'Rara

La région de M'Rara appartient à la partie SW de la Wilaya de l'M'Ghair (**fig.02**), dans la zone d'Oued Righ, à environ 110km à l'Ouest d'El Oued, 55km au Nord-Ouest de Touggourt et 32km à l'Ouest de Djamaa. La région de M'Rara est localisée dans la région de daïa (entre l'Atlas saharien et la partie Nord de la Chebka de M'Zab). Au niveau des Coordonnées UTM : Fuseau 32 (Universal Transverse Mercator) :

Les coordonnées de X = 740342 m ; X = 754162 m

Y = 3713045 m ; Y = 3700080m

Altitude 257m avec climat désertique sec et chaud (Classification de Köppen: BWh)

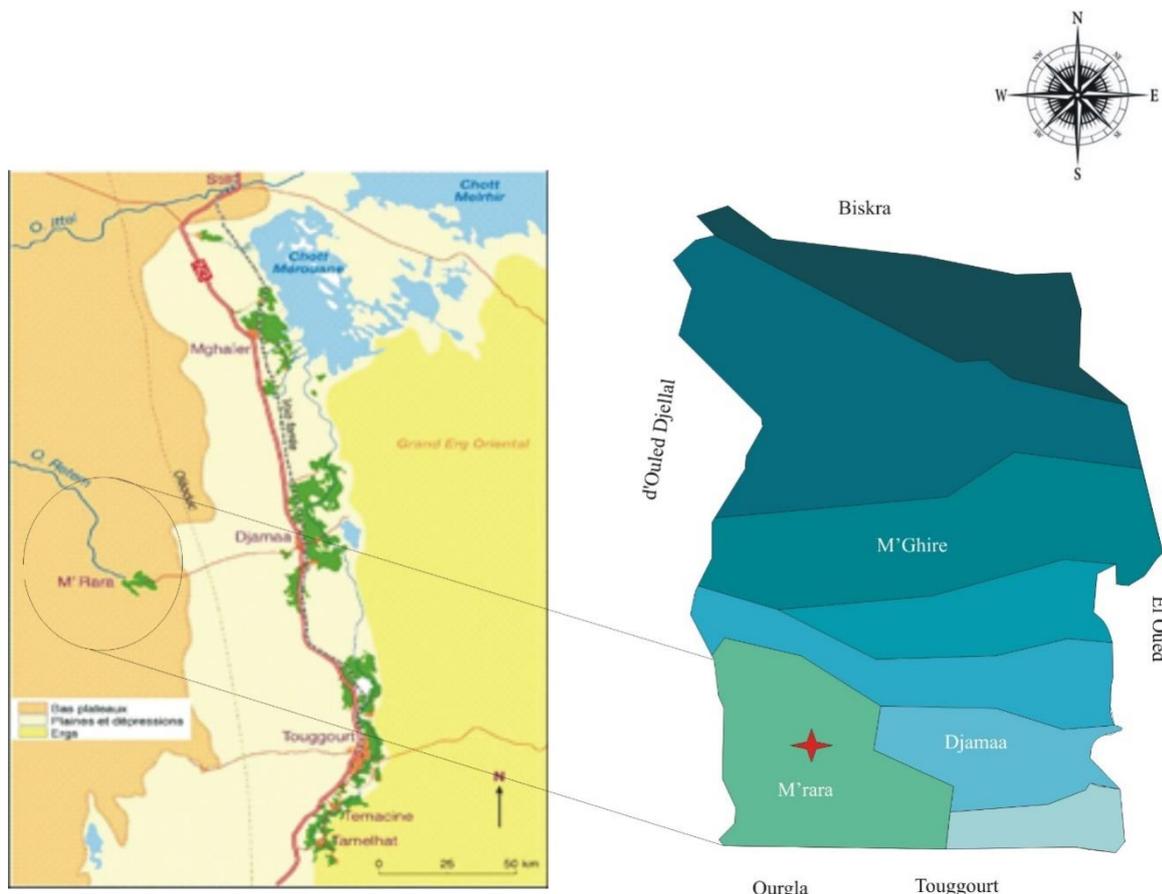


Figure 2: carte de la zone d'étude

## B. Contexte géologique

### 1. Cadre géologique global

La région d'El M'Ghair appartient au domaine de la plate-forme saharienne. Celle-ci a été structurée au Paléozoïque supérieur en plusieurs bassins séparés par des hauts fonds. Elle est restée relativement stable au Méso-Cénozoïque, à l'exception de la phase compressive Autrichienne à l'Aptien terminal (Crétacé inférieur), qui a produit des anticlinaux à axes Nord Sud, et des phases compressives du Cénozoïque, qui ont produit au pied de la chaîne atlasique, du côté saharien, les bassins d'avant-pays NE-SW de Benoud au Sud-ouest et de Melrhiraunord (KOLLI, 2012)

### 2. Cadre géologique de la zone d'étude

La région de M'rara fait partie du bassin sédimentaire du Sahara Nord-est septentrional, Le secteur de M'rara se trouve à une altitude d'environ 100 m, dans une cuvette à remplissage Plio-Quaternaire, d'environ 15 km<sup>2</sup> collines mio-pliocènes. Ces dernières développent dans l'ensemble une pente à regard Est. M'rara est située dans un bassin versant ayant des faciès calcaires et gypses. (DJIDEL et al., 2010)



Figure 3: Carte géologique de M'rara (Carte géologique de l'Algérie au 1/500000e ; SCG. 1951

Les affleurements de M'rara sont représentés du plus ancien au plus récent par :

- Le Pontien (MP) : représente le passage Miocène-Pliocène, occupant la partie Ouest de la carte et entourant le village de M'rara.
- Le Pliocène continental (PC) : se trouve plus à l'Ouest, composé de poudingue et de calcaire lacustre constituant tout le reste du terrain tertiaire. Ce sont des dépôts lacustres à forts étendus, formés de calcaire blanchâtre qui correspond à une carapace hamadienne, plus ou moins continue et épaisse. (KOLLI, 2012).
- Le Quaternaire continental (QT): est formé d'alluvions anciens, de regs et de terrasses.
- Alluvions actuelles (A) : comme les chott les sebkhas, et les croutes gypseuses et calcaires.
- Dunes récentes (D) : observable dans le Sahara Algérien

---

## **APERCU THEORIQUE SUR LA GRAVIMETRIE**

---

### III. APERCU THEORIQUE SUR LA GRAVIMETRE :

#### A. Définition

##### 1. Gravimétrie

C'est l'une des disciplines fondamentales de la géophysique. Il comprend l'étude, l'analyse et la mesure des changements dans le temps et dans l'espace du champ de pesanteur de la terre et d'autres corps célestes du système solaire. Elle est principalement liée à la géodésie, qui vise à étudier la forme de la terre et à mesurer sa taille et sa déformation.

##### 2. La loi de Newton

L'expression de la force de gravitation est donnée par la loi de Newton, qui est à la base de la gravimétrie. Cette loi stipule que la force entre deux particules de masse  $m_1$  et  $m_2$  est directement proportionnelle au produit des masses et inversement proportionnelle au carré de la distance qui les sépare (Telford, 1981). Son expression est donnée par l'équation :

$$F = -\gamma \frac{m_1 m_2}{r^2} \vec{r}$$

$\vec{r}$ : Le vecteur unitaire dirigé de  $m_1$  vers  $m_2$ ,

$r$ : La distance entre  $m_1$  et  $m_2$ ,

$\gamma$ : La constante de gravitation universelle,

Le signe moins indique que la force est toujours attractive.

##### 3. Anomalie de Bouguer

C'est la différence entre la valeur du champ de pesanteur mesurée et corrigée en une station et la valeur théorique calculée à partir d'un modèle de la Terre.

#### B. Calcul de l'anomalie de Bouguer

Les différentes corrections apportées aux mesures gravimétriques, par un choix judicieux de la densité permettent de calculer l'anomalie gravimétrique appelée Anomalie de Bouguer (AB).

C'est le document de base pour toute étude gravimétrique. Sa relation est donnée par la formulation suivante :

$AB = G$  mesuré corrigé –  $G$  théorique

Avec  $G$  mesuré corrigé =  $G$  mesuré

- *Correction à l'air libre*
  - *Correction de Bouguer*
  - *Correction de latitude*
  - *Correction topographique*
- $$\Delta_{Al} + \Delta_p + \Delta_l + \Delta_T$$

#### C. Levés gravimétriques

Comme nous traversons une période atypique avec des mesures d'instructions sanitaires stricts, liées à la pandémie covid-19 l'organisation d'une mission d'acquisition de nouvelles données gravimétriques est impossible. Pour cela, nous utiliserons un ensemble de données gravimétriques disponible, fourni par le CRAAG

---

**TRAITEMENT DES DONNEES ET  
ETABLISSEMENT DES CARTES  
GRAVIMETRIQUES**

---

## IV. TRAITEMENT DES DONNEES

### 1. Présentation des données gravimétriques

Les données gravimétriques utilisées dans ce travail ont été acquises par la voie terrestre. Cette acquisition des données fut l'œuvre de Centre de Recherche Astronomie, Astrophysique et Géophysique (C.R.A.A.G).

Ces données nous ont été procurées par la division géophysique de sub-surface qui appartient au CRAAG et sont présentées sur une base de données en format Microsoft Office Excel. Le tableau 1 ci-dessous montre la structure de la base de données gravimétriques utilisées :

X	Y	Z	AB
747269,149	3707381,16	104,397	-62,9572892
747020,784	3707425,98	103,48	-63,0707867
746757,179	3707482,09	103,277	-63,1542528
746497,386	3707514,95	103,76	-63,0789249
746249,412	3707544,69	104,583	-63,0489421
745989,43	3707582,83	105,243	-63,0561057
745746,237	3707619,79	105,723	-63,072289
745489,79	3707650,85	104,615	-62,9588565
745217,665	3707685,98	106,503	-63,062474

Tableau 1: Représentation et structure des données gravimétriques utilisées

### 2. Etablissement des cartes gravimétriques

#### A. La carte d'altitude de la zone d'étude

La carte des altitudes de la zone d'étude présenter en mode 3D (**Fig.04**) pour voir les reliefs de cette région l'altitude maximale est de 126m et l'altitude minimale est de valeur 98m.

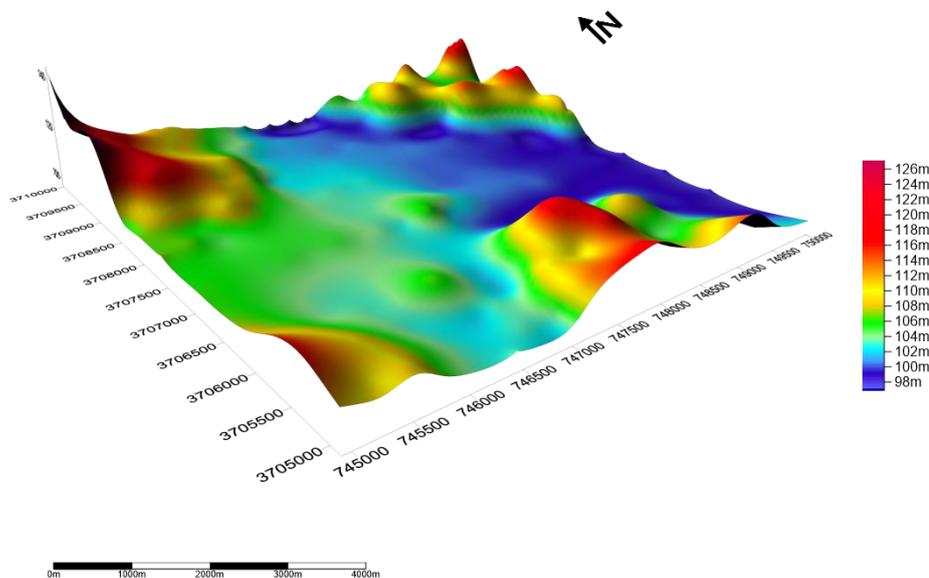


Figure 4: cartes des altitudes de la zone d'étude en 3d

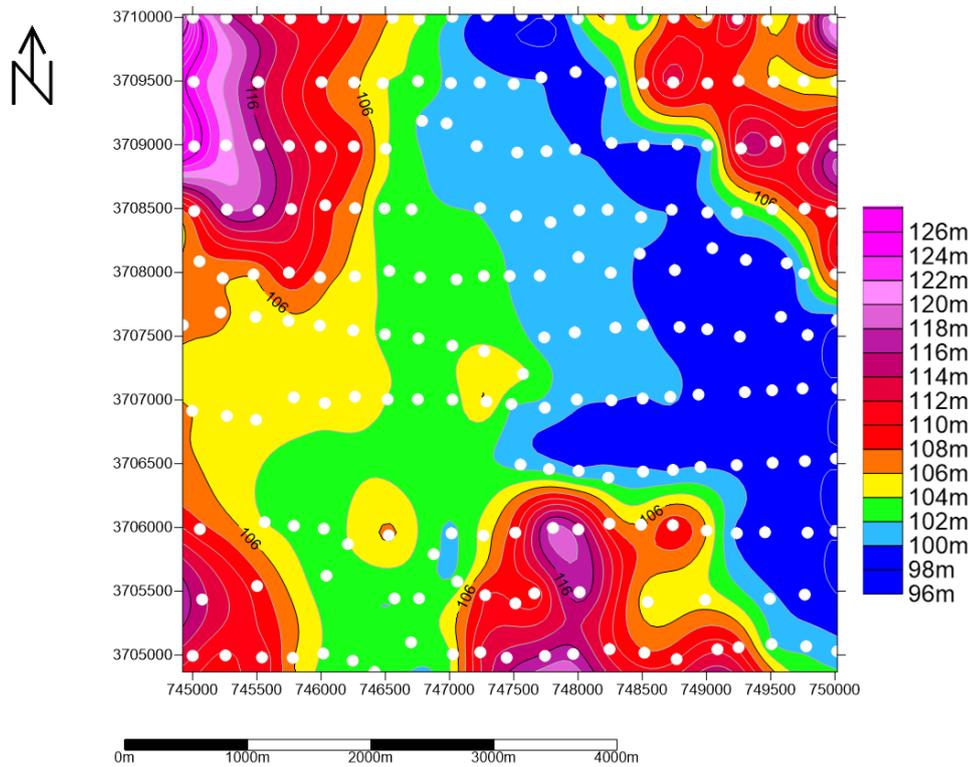


Figure 5: carte d'altitude de zone d'étude. Les points blancs représentent les points de mesures

La carte montre le plan 2d (**fig.05**) de la zone d'étude dans cette on a présenté les stations de mesures gravimétrique avec des points blancs.

### B. Carte de l'anomalie de Bouguer

La carte des anomalies de Bouguer est dominée par des anomalies négatives. L'intensité des valeurs négatives est de -63.769 à -62.693 mGal, A l'est : l'intensité d'anomalies varie de -63,77 à -62,69 mGal. Par conséquent, cette zone est caractérisée par des valeurs d'anomalies faibles dans la partie NE et des valeurs anomalies élevées dans la partie SE et le Nord de la carte.

Dans la partie centrale, elle est majoritairement rose et verte, correspondant à la valeur de -63,21 à -62,69 mGal, c'est-à-dire qu'il s'agit principalement d'anomalies de forte valeur. L'ouest est caractérisé par de fortes anomalies, avec des couleurs allant du vert au rose, et le maximum au milieu se situe au sud, environ -62.693 mGal. La valeur de l'anomalie augmente si l'on descend vers le Sud et peut atteindre une intensité d'environ -62.69 mGal. La valeur faible se situe dans la partie NE de cette zone représentée par le couleur bleu dégradée.

L'anomalie de Bouguer représentée dans (Fig.06) est dite intégrale, et elle contient tous L'effet de gravité des masses situées en sub-surface.

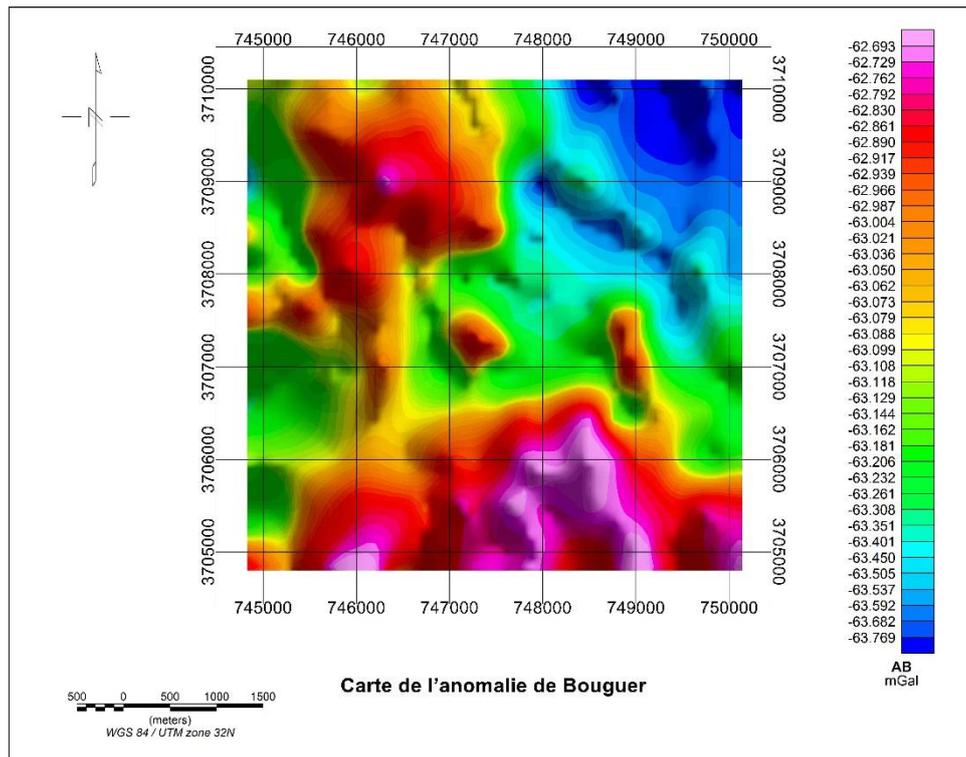


Figure 6: Carte d'anomalie de Bouguer de la région de M'rara

### C. La carte d'anomalies Régionales

Les cartes d'anomalies régionales correspondent aux basses fréquences du signal total. C'est des variations régulières et continues du champ gravitationnel sur des grandes distances. Elles sont produites par les hétérogénéités à grandes profondeurs.

Nous avons élaboré des cartes d'anomalies régionales avec les étapes suivantes : Grid/expression/ substrat grid est en à éliminer les grids d'anomalie résiduelle pour obtenir ces cartes. (Fig. 7 ;8 ;9)

La méthode utiliser pour ces cartes est dite la méthode polynomiale cette méthode permet de définir le régional come un polynôme. Dans notre travail on a tracer la carte d'anomalie régionale de 3 ordres.

La première régionale est obtenue par soustraction d'une polynôme d'ordre1, un plan(Fig.07).

La deuxième régionale est obtenue par soustraction d'une polynôme d'ordre 2, une hyperbole. (Fig.08)

La troisieme régionale est obtenue par soustraction d'une polynôme d'ordre3, une parabole. (Fig.09)

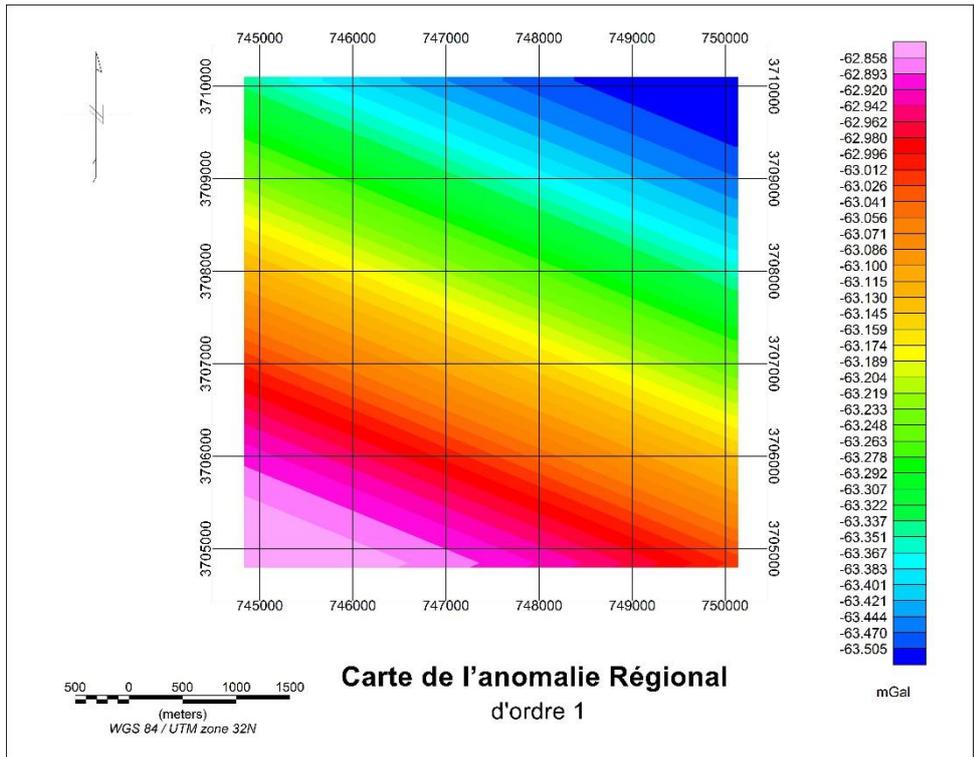


Figure 7: Carte d'anomalie régional d'ordre 1

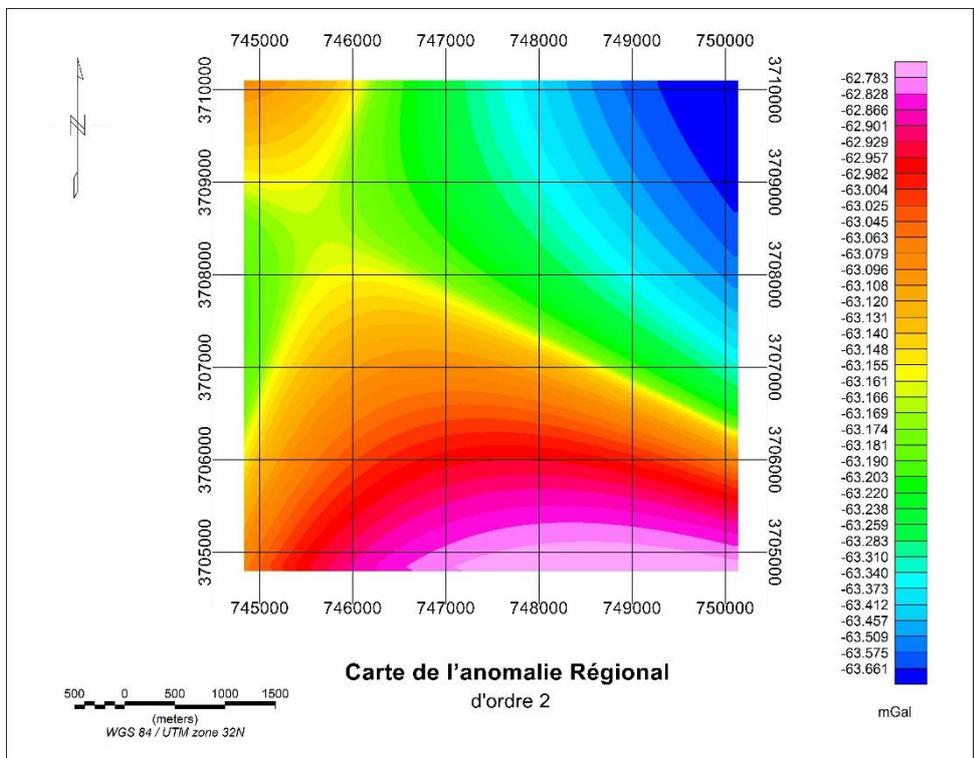


Figure 8: carte d'anomalie régional d'ordre 2

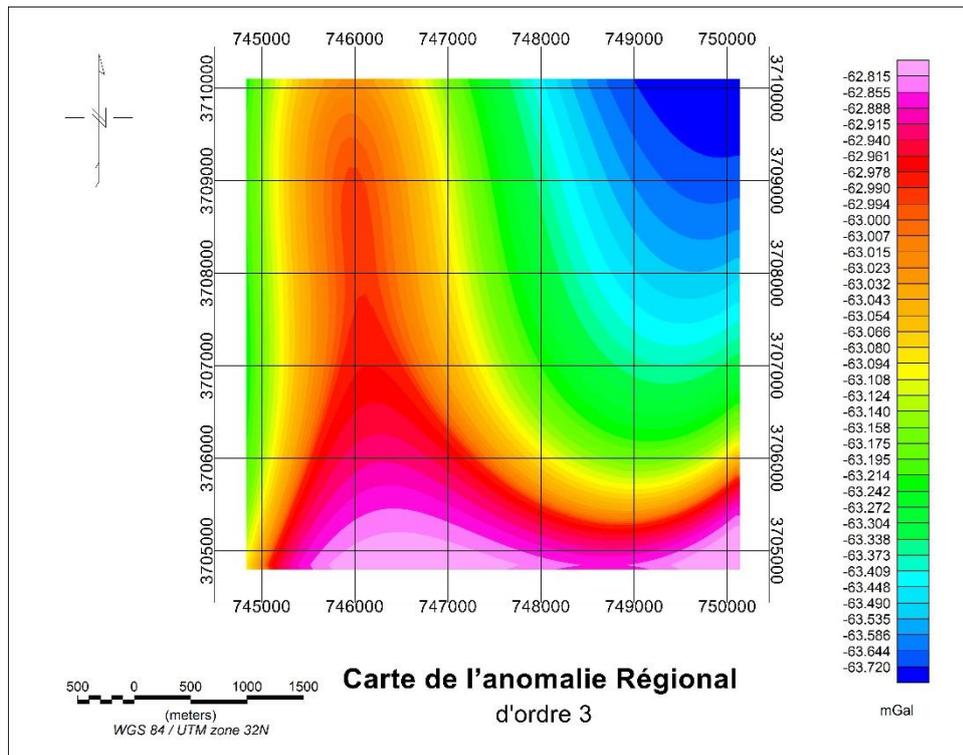


Figure 9: Carte d'anomalie régional d'ordre 3

#### D. Cartes d'anomalies Résiduelles

Les cartes des anomalies résiduelles montrent la distribution du contraste de la densité à différentes échelles. Ce type d'anomalie est celle causée par des hétérogénéités situées dans la partie peu profonde de l'écorce terrestre. Le logiciel GEOSOFT Oasis Montaj a permis de tracer cette carte, particulièrement avec la fonction MAGMAP du menu GX. Ou la fonction GRID/Filtres/Trends pour cela, un filtre High-Pass serait utile pour mettre en évidence les anomalies de haute fréquence.

##### a) Carte d'anomalie résiduelle d'ordre 1

La carte de l'anomalie résiduelle d'ordre 1 (**fig.10**) montre les anomalies causées par des sources profondes par rapport la carte d'ordre 2 et 3. Sur cette carte nous constatons la présence des anomalies positives (vert, jaune, orange, rouge et mauve) bien consentirait dans le NW et le SE. Par ailleurs, le NE et le SW marqués par la présence des anomalies négatives (bleu). Les anomalies négatives reflètent la présence dans le sous-sol, de masses de faible densité à densité nulle (cas de cavités), à l'inverse les anomalies positives sont représentatives de la présence de masses lourdes (denses). Le champ de pesanteur varie entre -0.304 et +0.422 mGal

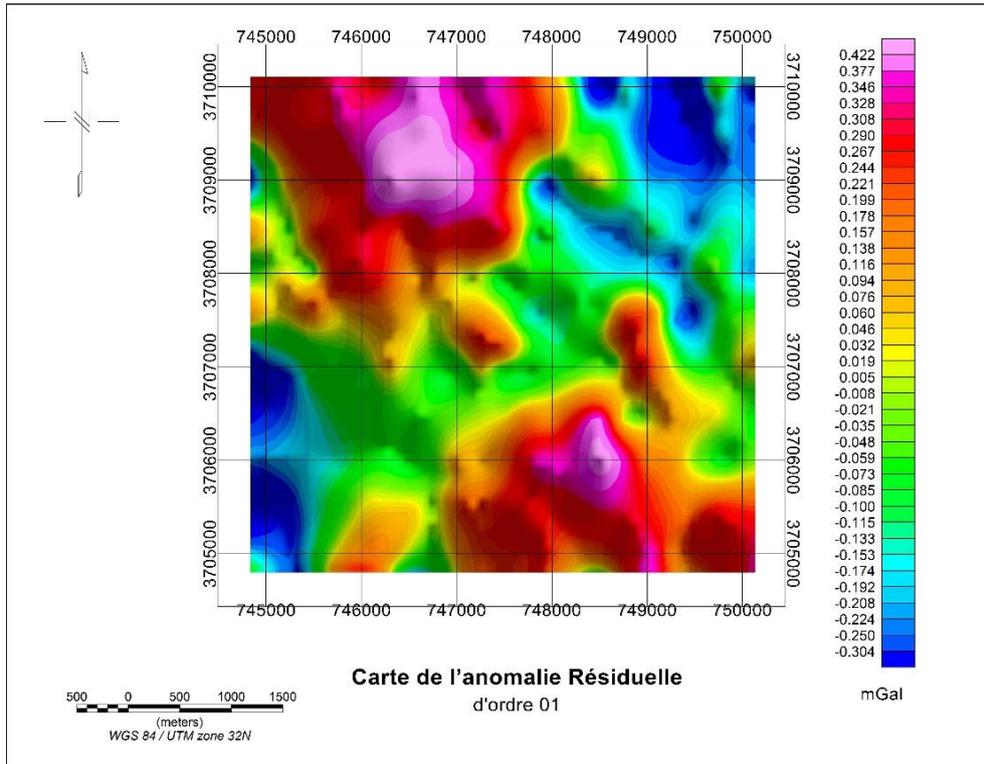


Figure 10 carte d'anomalie résiduelle d'ordre1

### b) Carte d'anomalie résiduelle d'ordre 2

La carte de l'anomalie résiduelle d'ordre 2 (**fig.11**) est obtenue par la soustraction d'un polynôme d'ordre 2 (hyperbole). Elle montre aussi les anomalies causées par des sources intermédiaires entre la carte d'ordre 1 et 3. Sur cette carte nous constatons la présence des anomalies positives (vert, jaune, orange, rouge et mauve). Par ailleurs, dans le NE vers le centre sont marqués par la présence des anomalies négatives (bleu). On observe une extension de l'anomalie négative vers le centre de cette carte. Les anomalies négatives reflètent la présence dans le sous-sol, de masses de faible densité à densité nulle (cas de cavités), à l'inverse les anomalies positives sont représentatives de la présence de masses lourdes (denses). Le champ de pesanteur varie entre -0.205 et +0.314 mGal

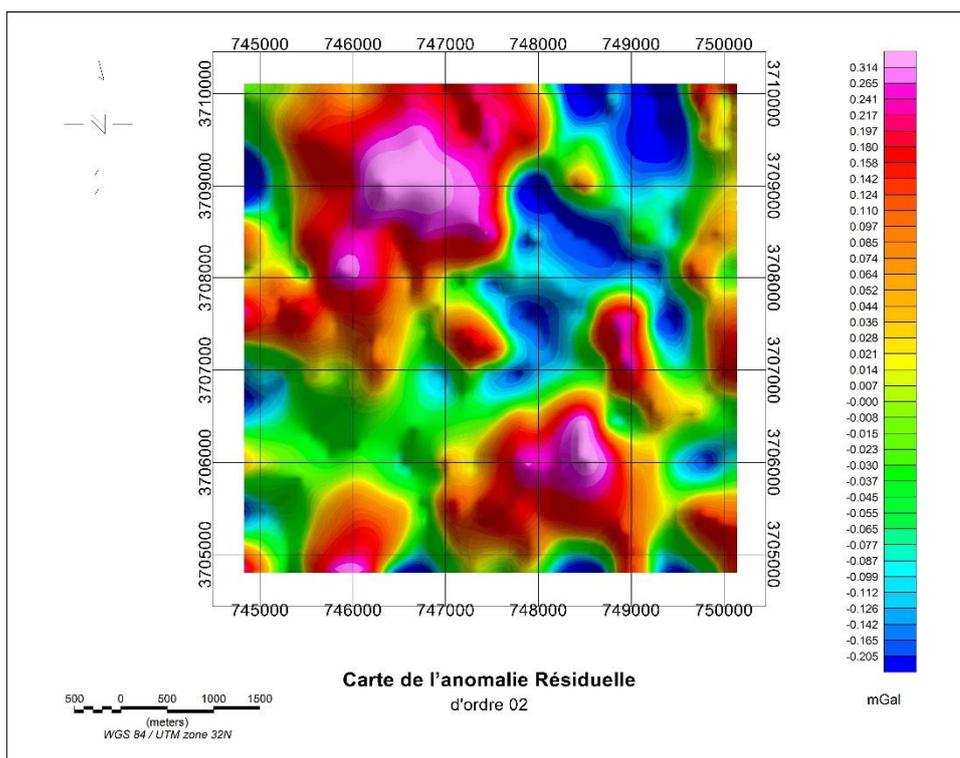


Figure 11: carte d'anomalie résiduelle d'ordre 2

### c) Carte d'anomalie résiduelle d'ordre 3

La carte de l'anomalie résiduelle d'ordre 3 (**fig.12**) est obtenue par la soustraction d'un polynôme d'ordre 3 (parabole). Elle montre aussi les anomalies causées par des sources superficielles par rapport aux deux autres cartes 1 et 2. Sur cette carte nous constatons la présence des anomalies positives (vert, jaune, orange, rouge et mauve). Par ailleurs, certains endroits sont marqués par la présence des anomalies négatives (bleu). On observe un déplacement de l'anomalie négative vers le SW de cette carte et une extension d'anomalies positive dans SE. Les anomalies négatives reflètent la présence dans le sous-sol, de masses de faible densité à densité nulle (cas de cavités), à l'inverse les anomalies positives sont représentatives de la présence de masses lourdes (denses). Le champ de pesanteur varie entre -0.154 et +0.370 mGal

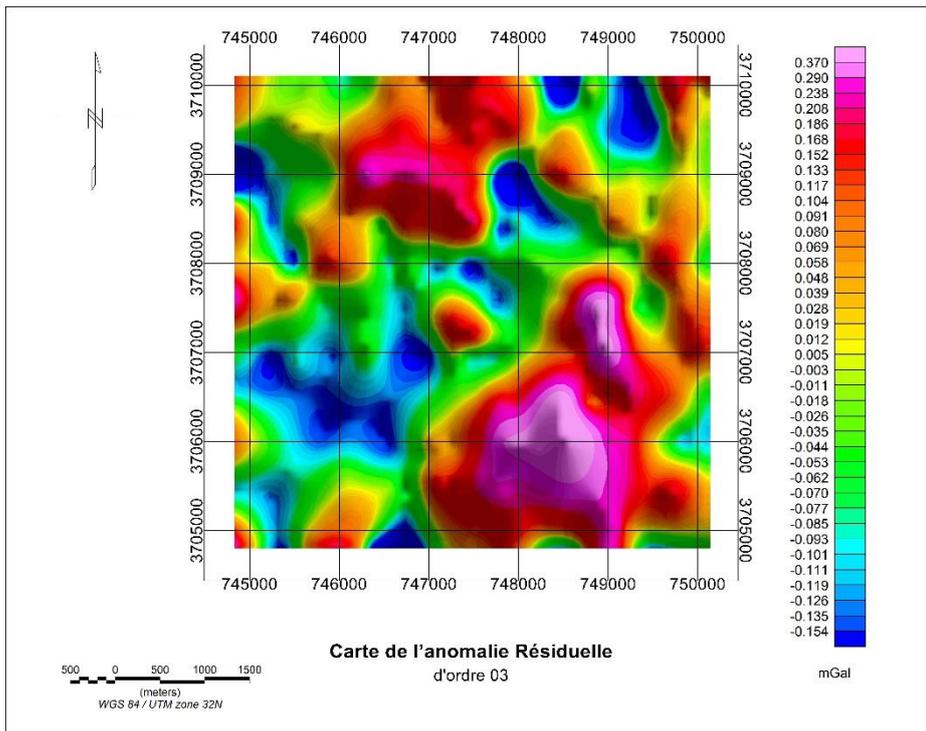


Figure 12: carte d'anomalie résiduelle d'ordre 3

### E. Synthèse des cartes résiduelles :

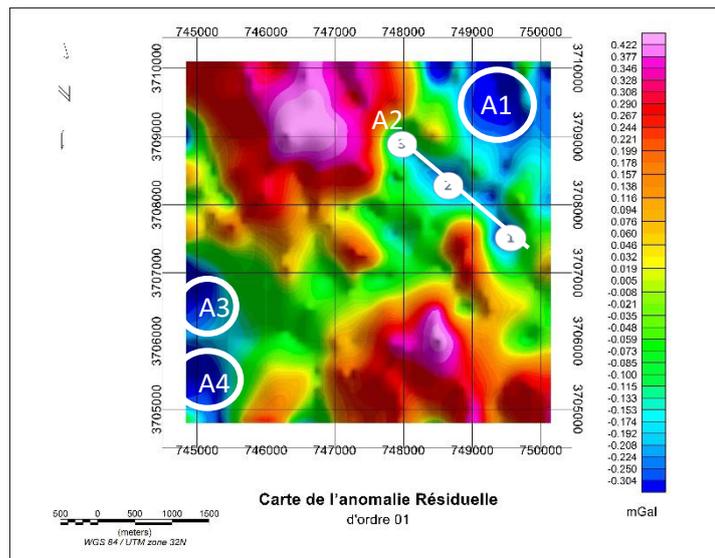
Dans les 3 cartes d'anomalie résiduelle on s'intéresse beaucoup plus sur les anomalies négatives (bleu) qui suivent les zones de faible densité on va parler de ces anomalies dans cette synthèse :

A des très grandes profondeurs on trouve une anomalie négative circulaire (A1)

On a aussi un axe négatif (A2) de direction NW-SE composé de trois petites anomalies 1, 2 et 3.

Le A1 et l'axe A2 est probablement connectés.

Et dans le SW de la carte nous observons deux autres grandes anomalies négatives circulaires A3 et A4.

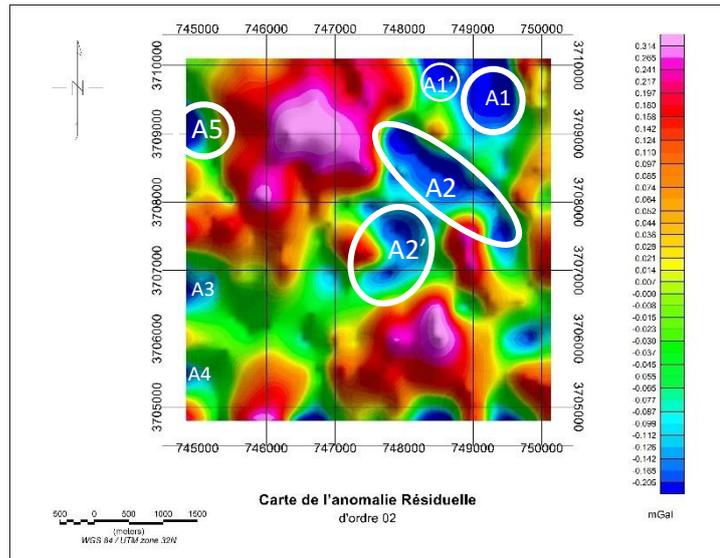


A des profondeurs intermédiaires le A1 reste toujours et on a vu qu'il y a une anomalie qui à grandir dans cette profondeur A1'

Aussi il y a le A2 qui connecte les 3 petites anomalies dans la carte d'ordre 1 a une seule grande anomalie négative

Il apparaît une autre anomalie négative au-centre de la carte qui est probablement une extension de A2 s'appelle A2'

Et le A3, A4 sont pratiquement disparues, et nouvelle anomalie A5 dans NW.



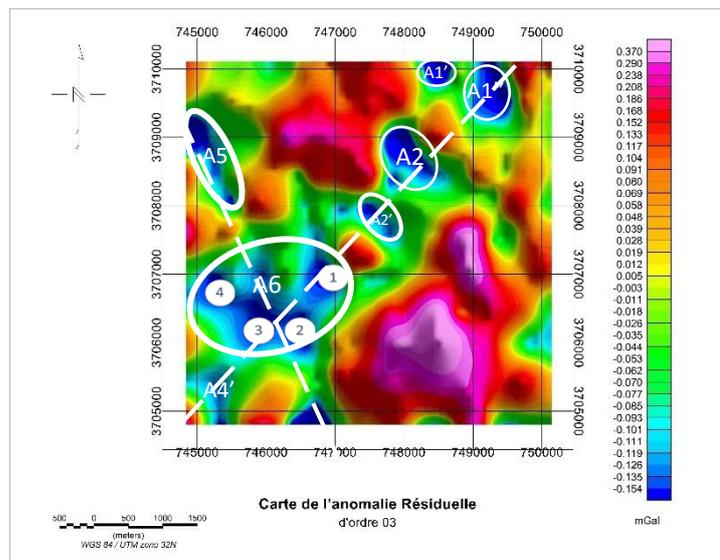
A des petites profondeurs le A1 est divisé en deux A1', A1''. Le A2 est devenu petite même pour le A2'

Il apparaît d'autre anomalie A6 en groupe 4 anomalies négatives Probablement que le A4 observé dans l'ordre 1 est déplacé plus vers le sud-ouest A4'

Nous constatons qu'il y a une nouvelle anomalie A6 dans NW.

Le A5 s'éloigne

Tous ces anomalies présentes en deux axes croisés de direction NE-SW et NW-SE.



## F. Carte des prolongées

L'objectif de ces cartes des prolongées est de suivre les sources profondes (grande longueur d'onde).

L'anomalie de Bouguer est une superposition de courtes et longues longueurs d'onde qui présentent respectivement de petits et grands profonds.

Dans cette étude, on va prolonger la carte de Bouguer à 250 m ; 500 m ; 750 m ; 1000 m ; 2000 m ; 3000 m ; (fig. 13 ; 14 ; 15 ; 16 ; 17 ; 18)

Le prolongement va s'arrêter lorsqu'on a une carte de prolongées compatible avec une carte d'anomalie régionale et dans notre cas la carte de prolongées à 3000 m et compatible avec la carte d'anomalie régionale d'ordre 1 et pour cela on va travailler sur le régional et la résiduelle d'ordre 01 pour tracer les profils et déterminer les cavités.

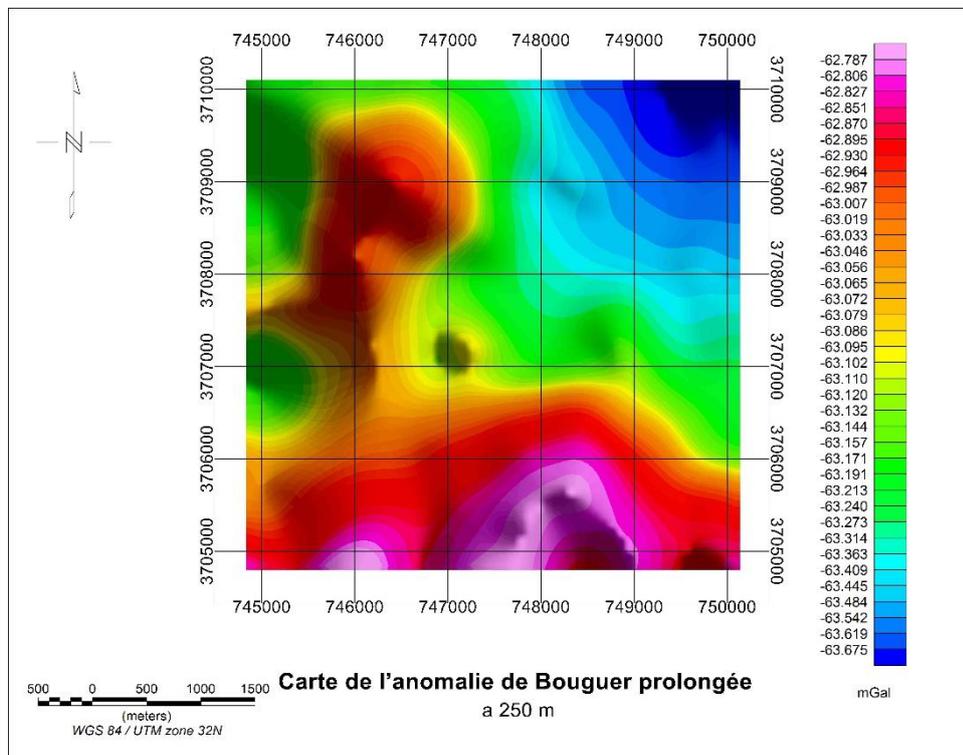


Figure 13 : Carte de l'anomalie de Bouguer prolongée à 250m

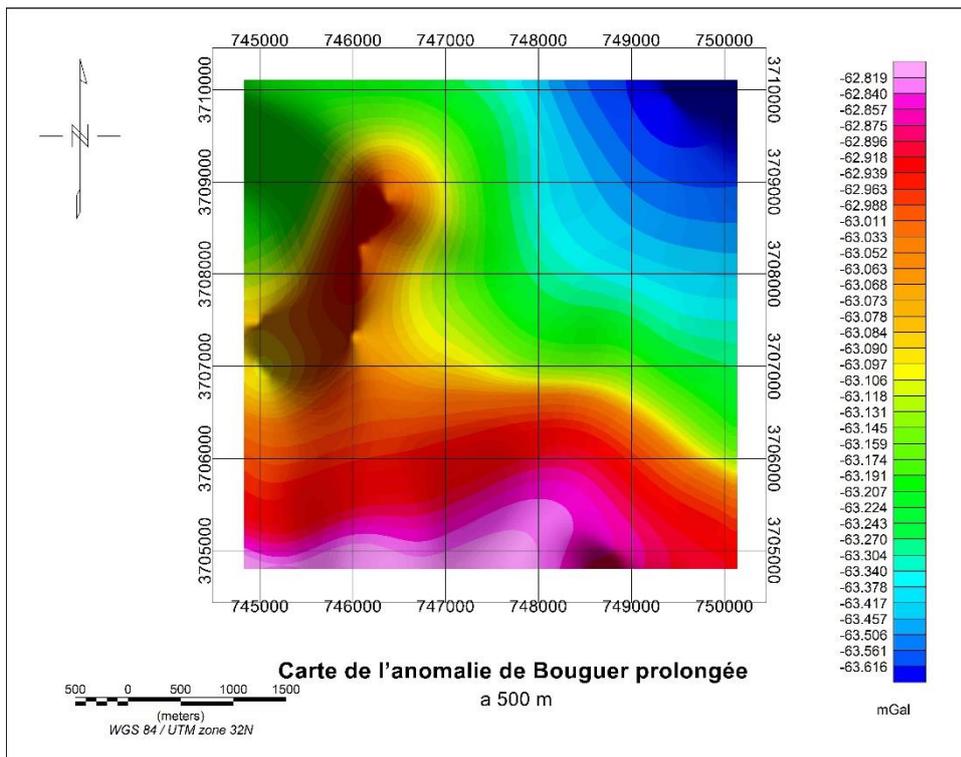


Figure 14 : Carte de l'anomalie de Bouguer prolongée à 500m

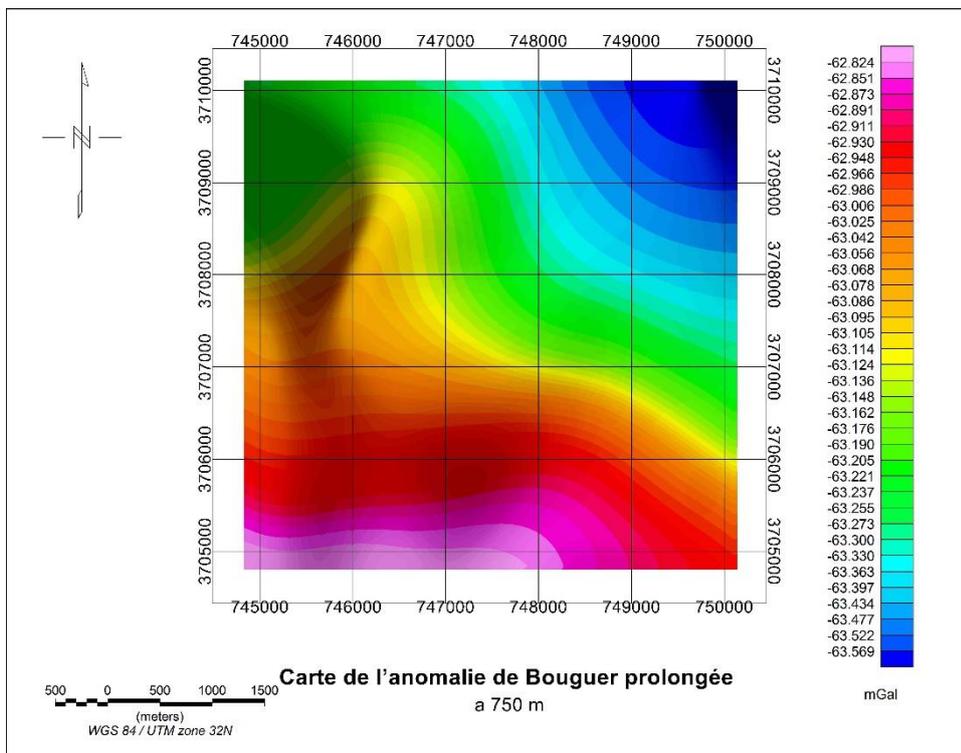


Figure 15: Carte de l'anomalie de Bouguer prolongée à 750m

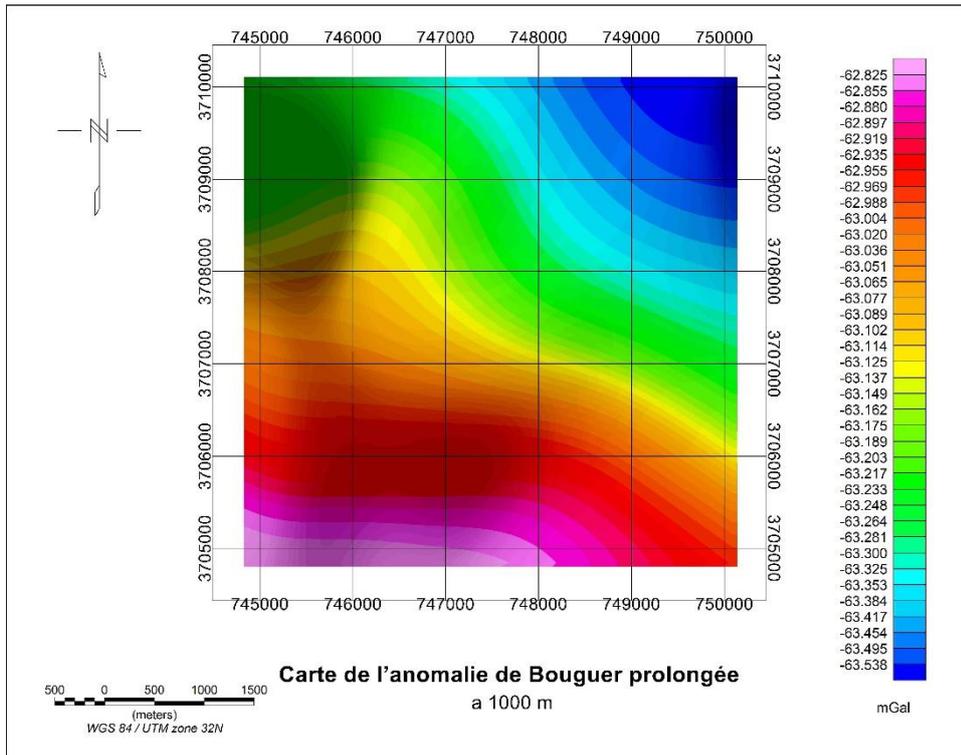


Figure 16: Carte de l'anomalie de Bouguer prolongée à 1000m

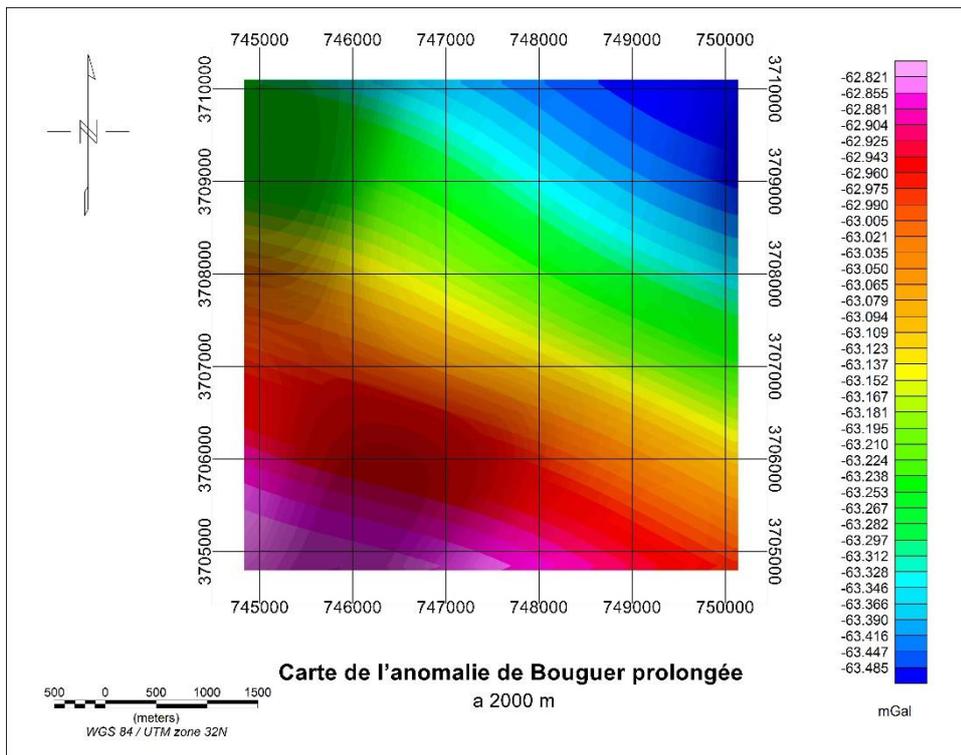


Figure 17: Carte de l'anomalie de Bouguer prolongée à 2000m

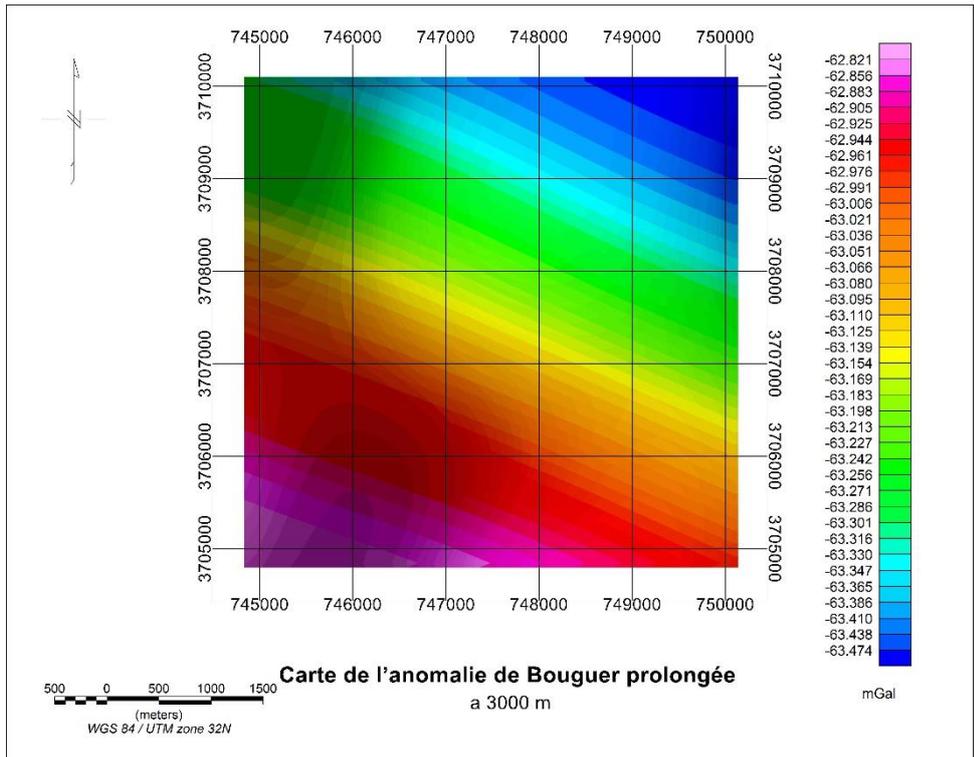


Figure 18: Carte de l'anomalie de Bouguer prolongée à 3000m

## G. Localisation des zones de faibles densités :

L'interprétation des données gravimétriques se fait par des profils obtenir à partir de la carte résiduelle d'ordre 1 :

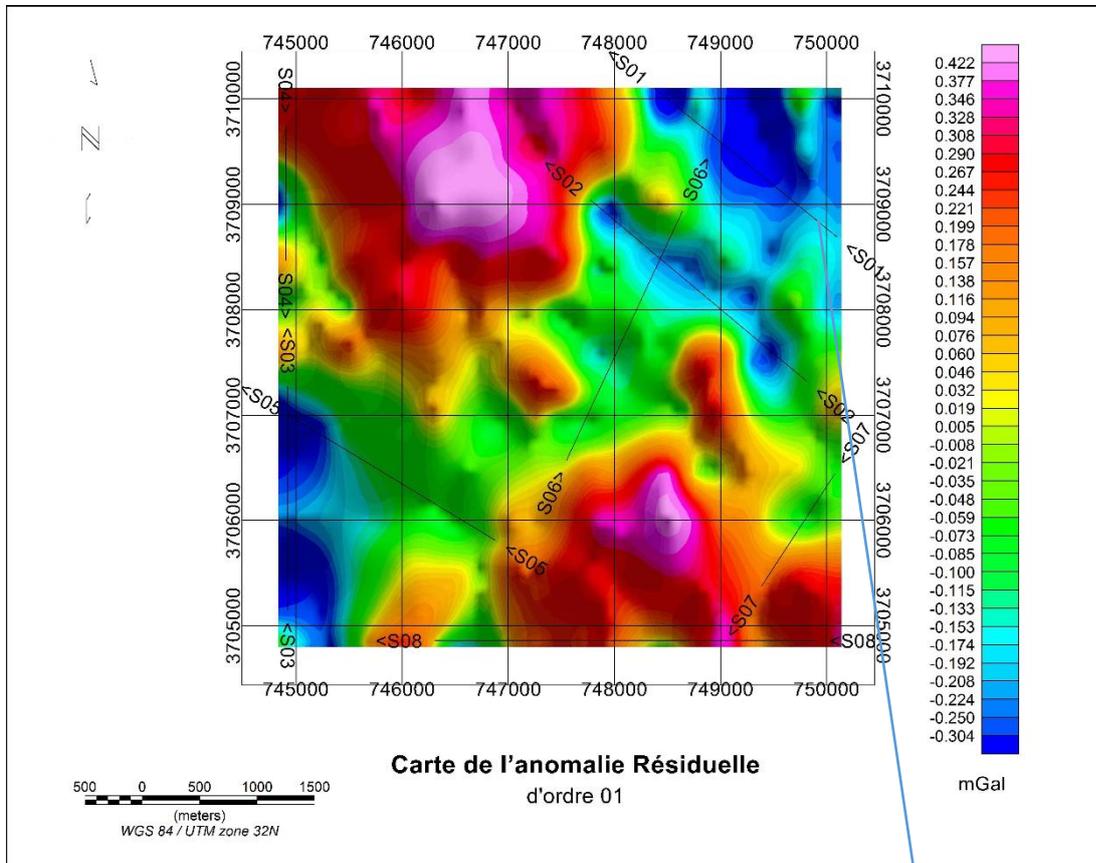


Figure 20: carte d'anomalie résiduelle d'ordre 2; avec 24 profils

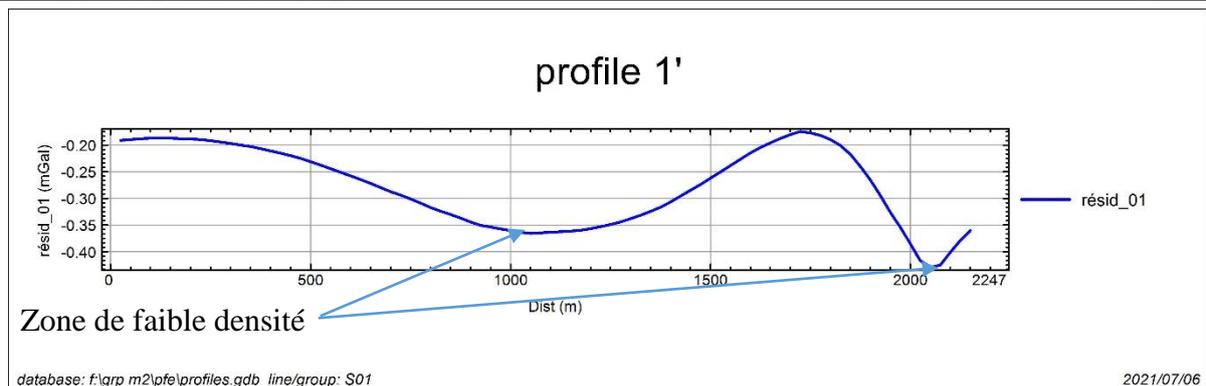
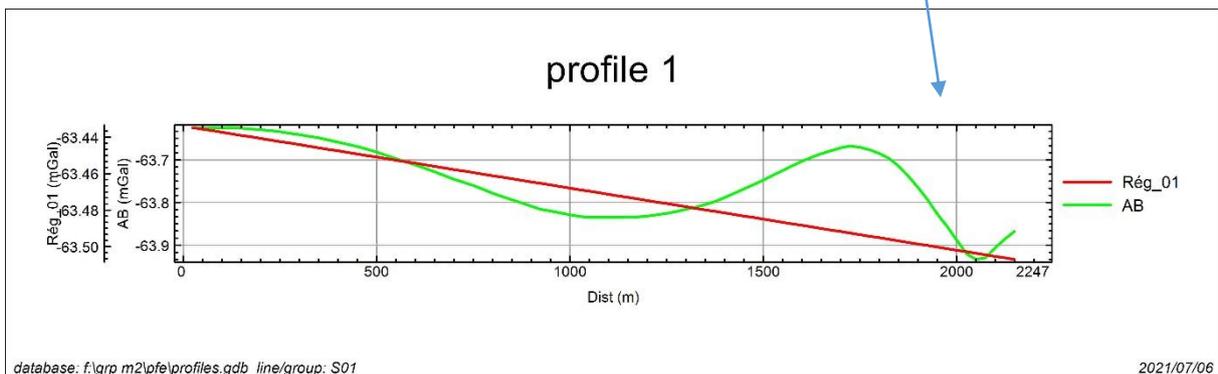


Figure 20 courbe rouge de profil 01 : anomalie de Bouguer ; courbe vert : anomalie régionale d'ordre 01 ; courbe bleu (profil 01') : anomalie résiduelle d'ordre 01; position des zones de faible densité.

Dans ce profile 01 on observe les grandes longueurs d'ondes de l'anomalie de Bouguer sous forme parabolique présenté par la couleur verte,interfère avec le courbe rouge de l'anomalie régionale d'ordre 01. La différence entre eu représente l'anomalie résiduelle d'ordre 01 en couleur bleu dans le profile 01' qui est caractéristique des anomalies de court longueur d'onde. On observe que dans l'anomalie résiduelle une série d'intensité négative les plus important a des valeurs faibles a des distances de 1000 m ; 2050 m ; **Fig.20**

Suite au l'interprétation de 8 profils, nous synthétisons nos résultats sur la **figure 28**. Sur cette carte, on a regroupé toutes les zones montrant un déficit de masses important en surface et en profondeurs (**Fig. 28**).

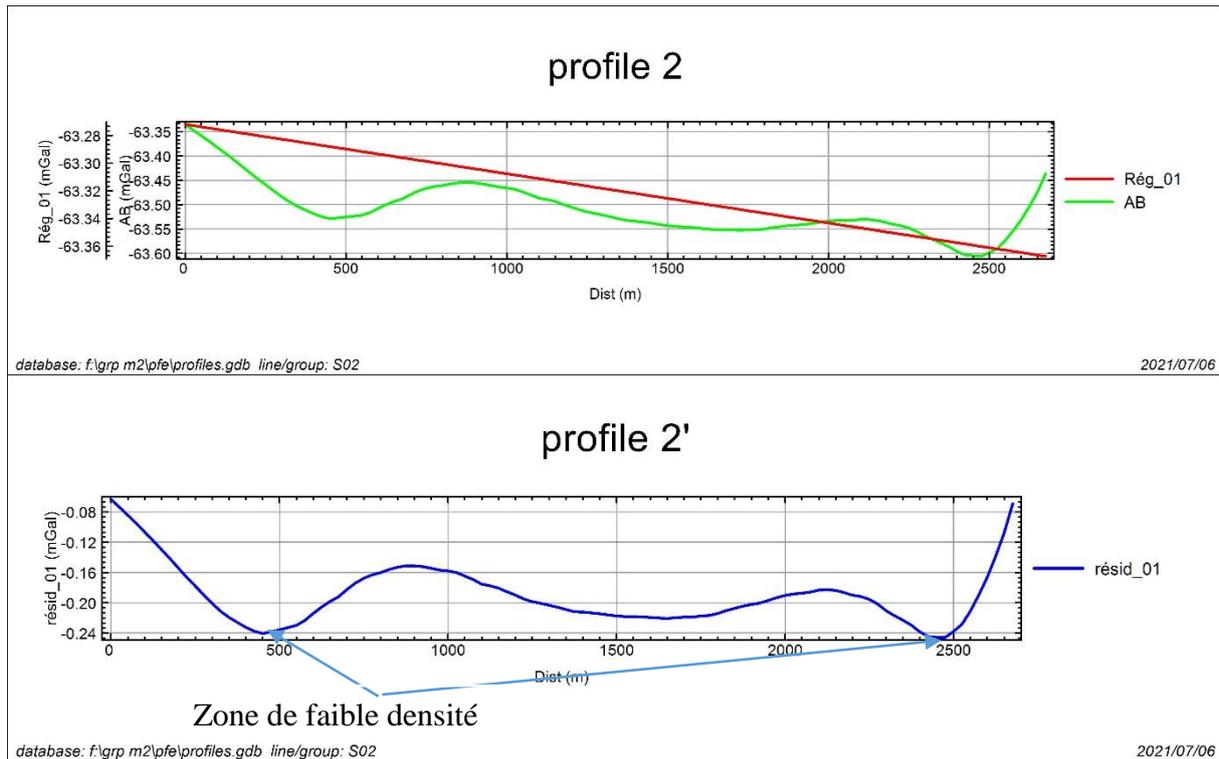


Figure 21 profile 2 et 2' avec les zones de faibles densités

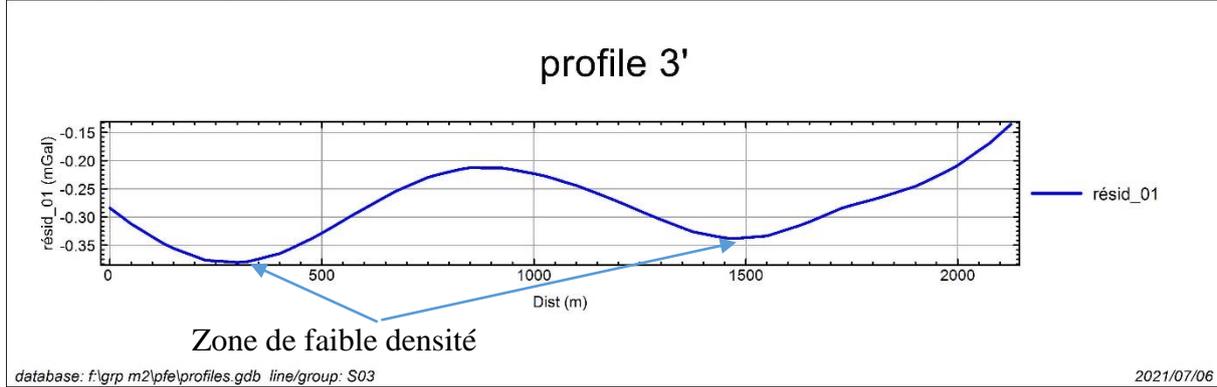
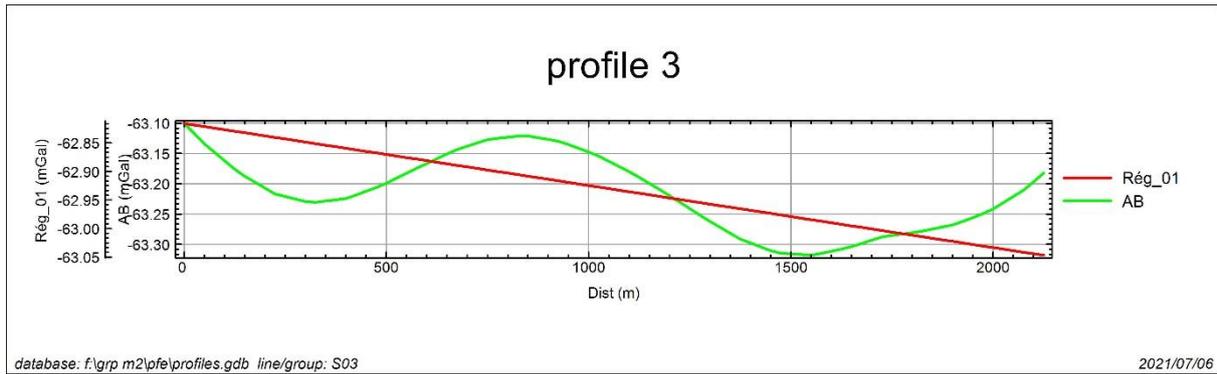


Figure 22 profile 3 et 3' avec les zones de faibles densités

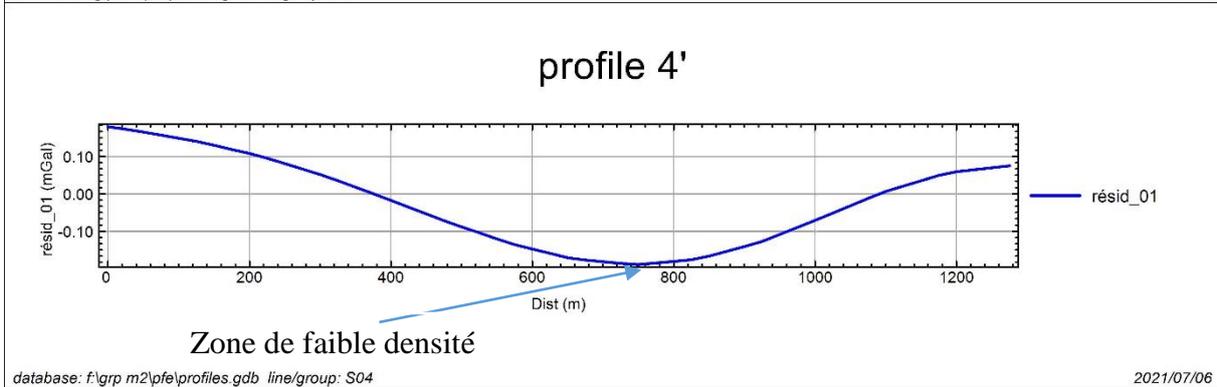
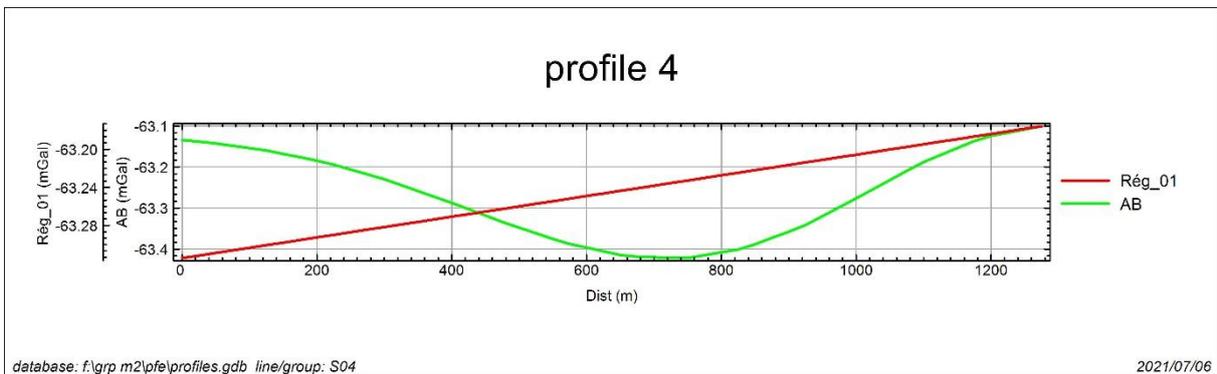


Figure 23 profile 4 et 4' avec les zones de faibles densités

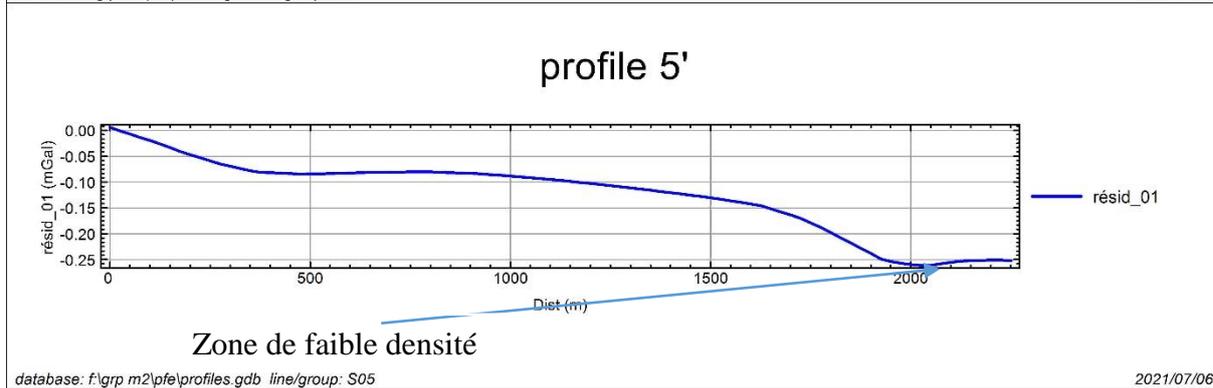
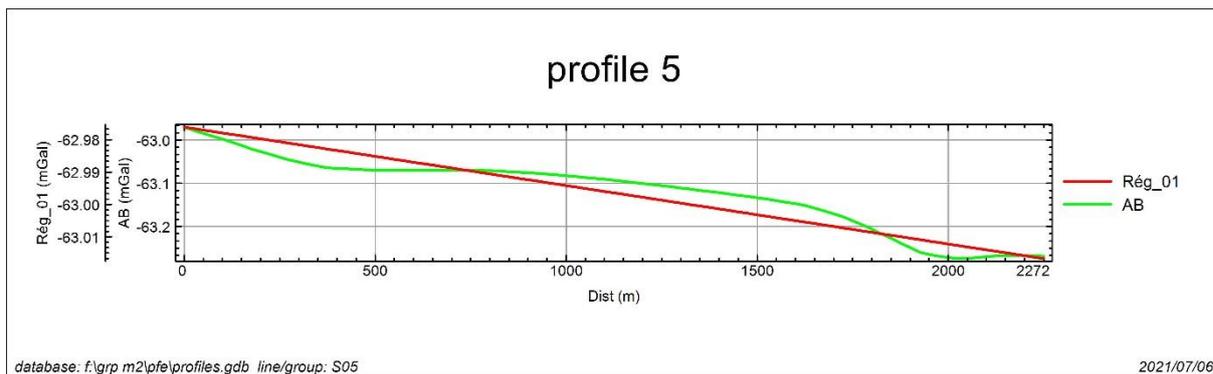


Figure 25 profile 5 et 5' avec les zones de faibles densités

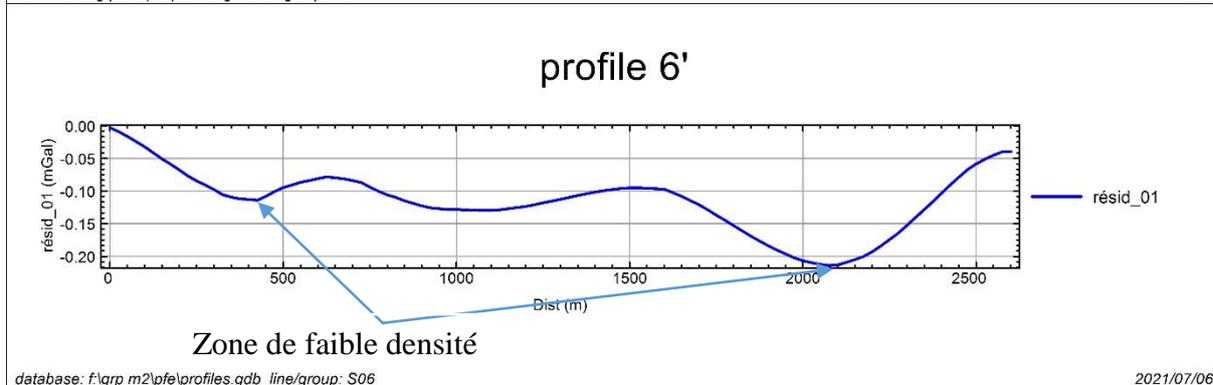
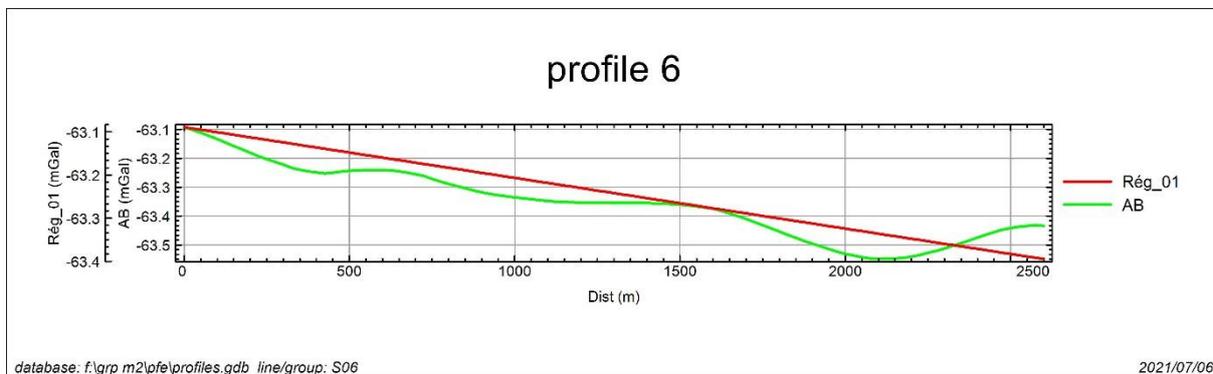


Figure 24 profile 6 et 6' avec les zones de faibles densités

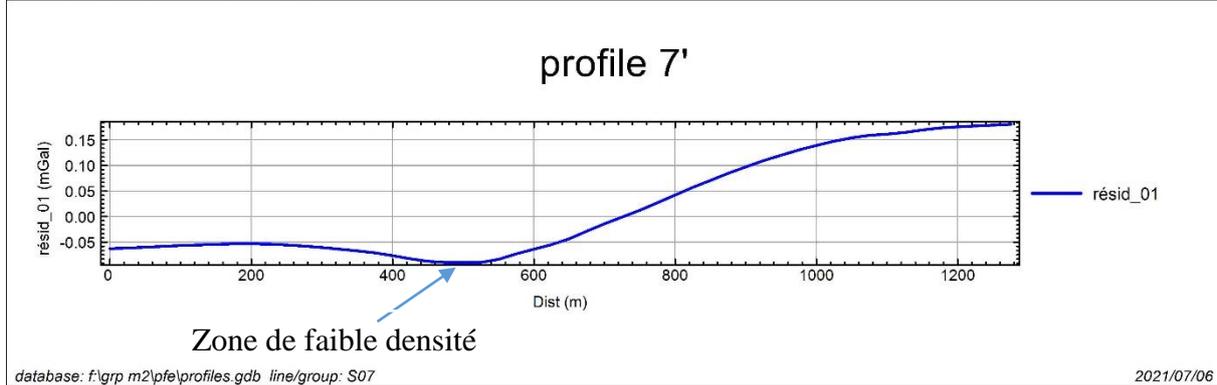
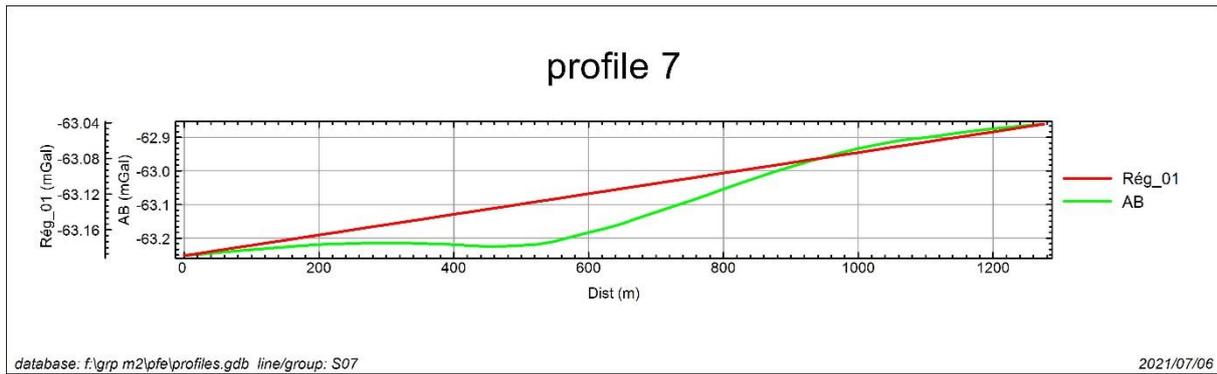


Figure 26 profile 7 et 7' avec les zones de faibles densités

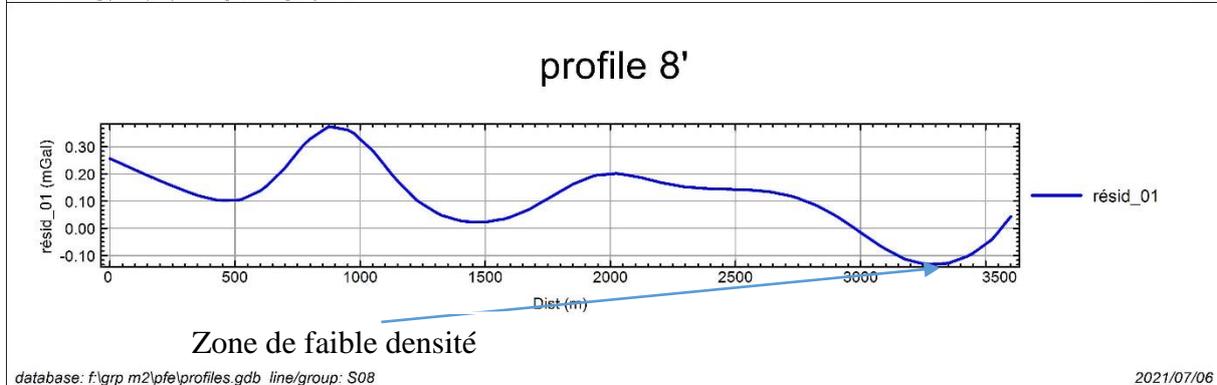
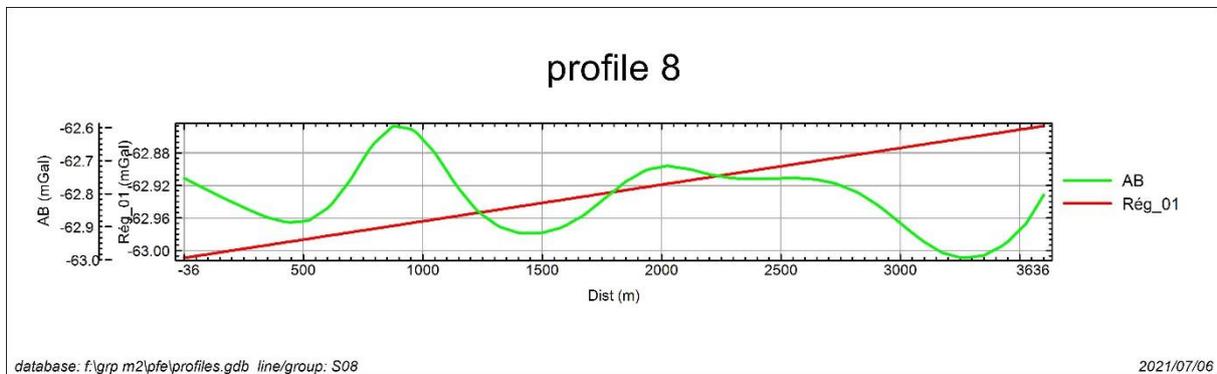


Figure 27 profile 8 et 8' avec les zones de faibles densités

Dans notre recherche, nous avons utilisé une technique simple appelée la "méthode de la demi-largeur", qui utilise la projection de certains points sur la courbe anormale pour obtenir estimez directement la profondeur.

Cette méthode a l'avantage d'être rapide et simple.

Nous appliquons cette méthode aux différentes anomalies observées sur la carte (Fig.28).

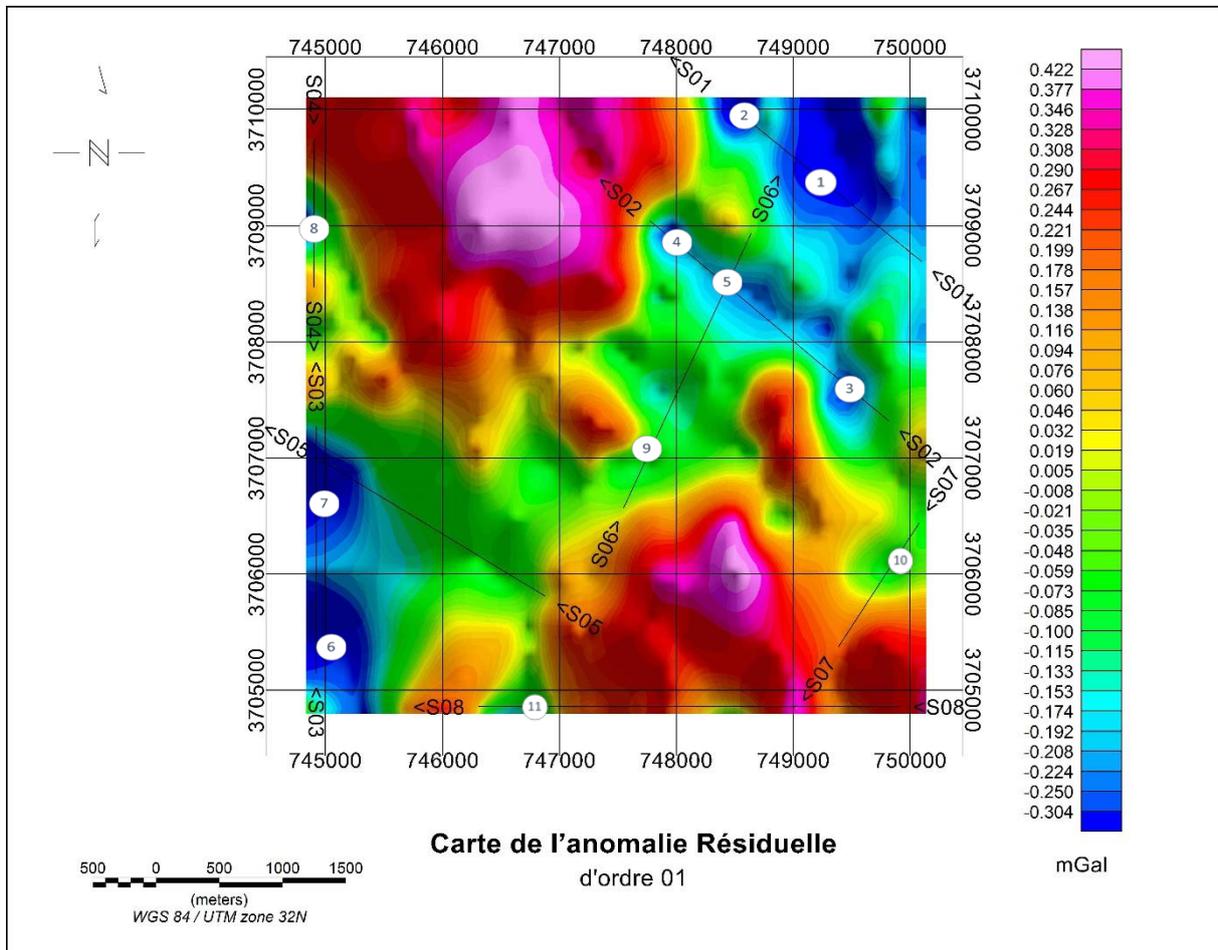


Figure 28 Carte de localisation de zones de déficit de masses en surface

zone	Cordonnées UTM	Profondeur
1	749247.4,3709387 m	375 m
2	748512.7,3709990 m	150 m
3	749473.3,3707606 m	225 m
4	747944.8,3808896 m	150 m
5	748419.9,3708480 m	225 m
6	744921.4,3705449 m	150 m
7	744921.4,3706624 m	100 m
8	744901.3,3708993 m	550 m
9	747717.6,3706936 m	100 m
10	749806.1,3706023 m	200 m
11	746607.5,3704858 m	150 m

Tableau 2: Localisation des sources causatives des anomalies de faibles densités observées dans la zone d'étude.

Le tableau présent les zones déficitaires en masse (zones des cavités) avec les coordonnées UTM des zones détecté dans notre étude et la profondeur associées pour chaque cavité

Comme vous pouvez constaté la profondeur des cavités est entre 100 et 550m par conséquent on a pas des cavités a 900 m qui représente la couche messénienne

---

## **CONCLUSION**

---

## V. CONCLUSION

Dans ce travail, nous avons traité et interprété un total de 225 mesures gravimétriques dont l'espacement est de 500m sur 250m. Ce nombre de stations et cet espacement, permet d'investiguer le sous-sol a des profondeurs moyennes pouvant allant de 200 mètres jusqu'à 2500 mètres.

Toutes les cartes gravimétriques ont été établies pour une densité de  $2400 \text{ kg/m}^3$ .

Plus de cinquante cartes gravimétriques transformées ont été réalisées. Nous avons présentées dans notre rapport une dizaine.

Bien que la profondeur d'investigation atteigne les 2500 mètres, aucune anomalie n'est observée à des profondeurs de l'ordre de 1000m (profondeur de la couche salifère).

Les anomalies détectées ont des profondeurs comprises entre 100 m et 550 m.

---

## **BIBLIOGRAPHIQUE**

---

## VI. BIBLIOGRAPHIE

**BOUYAHIAOUI B.** (2010). Etude de la croûte archéenne du môle In-Ouzzal (Hoggar Occidental) par la prospection gravimétrique : Identification des sources par la transformée en ondelettes. *MémMagister*, Univ. M'HAMED BOUGHARA, Boumerdes 126p

**BOUZEGAG A.,GOSSA Y.** (2015). Etude géologique et hydrogéologique de larégion de M'rara et sa contribution à lacréation des effondrements.*MémMaster*, Univ.LARBI BEN M'HIDI, Oum El Bouaghi 97p

**DJABIR F. et all (2019).** Investigating karst collapse geohazards using magnetotellurics: A case study of M'rara basin, Algerian Sahara. *Journal of Applied Geophysics* pp 144–156

**KETO T., MFUMUKANI E., MUNEZERO J., MANANGA M., MULOPO F., KAPWA J., KANDOLO N., et NGALULA M.** (2018) -Interpretation of gravity anomalies maps and contribution to the structural study of asedimentary basin of major petroleum interest: Case of the Busira sub-basin in theCentral basin of the DR Congo.*International Journal of Innovation and Applied Studies*. ISSN 2028-9324 Vol. 24 No. 1 Aug. 2018, pp. 68-88

**KOLLI A. (2012).** Etude Des Effondrements Du SaharaSeptentrional Cas : M'raraGuerrara Et Mansourah. *Mém Magister*, Univ. KASDI MERBAH, OUARGLA. 79p.

**TELFORD T. (1981)** colossus of roads *Ed meson deNew Civil Engineer* (London) 152p.

---

## **LISTE DES FIGURES**

---

## VII. LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1:</b> Situation géographique de la wilaya d'El M'Ghair .....	13
<b>Figure 2:</b> carte de la zone d'étude .....	14
<b>Figure 3:</b> Carte géologique de M'rara (Carte géologique de l'Algérie au 1/500000e ; SCG. 1951 .....	15
<b>Figure 4:</b> cartes des altitudes de la zone d'étude en 3d.....	19
<b>Figure 5:</b> carte d'altitude de zone d'étude. Les points blancs représentent les points de mesures .....	20
<b>Figure 6:</b> Carte d'anomalie de Bouguer de la région de M'rara .....	21
<b>Figure 7:</b> Carte d'anomalie régional d'ordre 1 .....	22
<b>Figure 8:</b> carte d'anomalie régional d'ordre 2 .....	22
<b>Figure 9:</b> Carte d'anomalie régional d'ordre 3 .....	23
<b>Figure 10</b> carte d'anomalie résiduelle d'ordre1 .....	24
<b>Figure 11:</b> carte d'anomalie résiduelle d'ordre 2.....	25
<b>Figure 12:</b> carte d'anomalie résiduelle d'ordre 3.....	26
<b>Figure 13 :</b> Carte de l'anomalie de Bouguer prolongée à 250m .....	28
<b>Figure 14 :</b> Carte de l'anomalie de Bouguer prolongée à 500m .....	29
<b>Figure 15:</b> Carte de l'anomalie de Bouguer prolongée à 750m .....	29
<b>Figure 16:</b> Carte de l'anomalie de Bouguer prolongée à 1000m .....	30
<b>Figure 17:</b> Carte de l'anomalie de Bouguer prolongée à 2000m .....	30
<b>Figure 18:</b> Carte de l'anomalie de Bouguer prolongée à 3000m .....	31
<b>Figure 19:</b> carte d'anomalie résiduelle d'ordre 2; avec 24 profils.....	32
<b>Figure 20</b> courbe rouge de profile 01 : anomalie de Bouguer ; courbe vert : anomalie régionale d'ordre 01 ; courbe bleu (profile 01') : anomalie résiduelle d'ordre 01; position des zones de faible densité.....	32
<b>Figure 21</b> profile 2 et 2' avec les zones de fables densités.....	32
<b>Figure 22</b> profile 3 et 3' avec les zones de fables densités.....	32
<b>Figure 23</b> profile 4 et 4' avec les zones de fables densités.....	32
<b>Figure 24</b> profile 5 et 5' avec les zones de fables densités.....	32
<b>Figure 25</b> profile 6 et 6' avec les zones de fables densités.....	32
<b>Figure 26</b> profile 7 et 7' avec les zones de fables densités.....	32
<b>Figure 27</b> profile 8 et 8' avec les zones de fables densités.....	32
<b>Figure 28</b> Carte de localisation de zones de déficit de masses en surface .....	32

---

## **LISTEDES TABLEUX**

---

## VIII. LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1:</b> Représentation et structure des données gravimétriques utilisées .....	19
<b>Tableau 2:</b> Localisation des sources causatives des anomalies de faibles densités observées dans la zone d'étude.....	32