

COMPTE RENDU D'ÉTUDE

GRAMAT (46)
Rue des Artisans

RECONNAISSANCES GÉOPHYSIQUES MICROGRAVIMETRIE

Intervention du 21 au 22 juin 2023

CLIENT
Mairie de Gramat

Date	Type	Numéro	Ind.	Page	Auteur	Contrôle	Validation
28/06/2023	NTE	130-2023-010	A	22	Chaboud	Bois	Bois
20/03/2024	NTE	130-2023-010	B	22	Bois	Chappaz	Bois



ABO-INNOGEO SARL

Siège social : Savoie Technolac | 27, allée du lac d'Aiguebelette 73375 Le Bourget du lac
SARL au capital de 40 000 € | RCS Chambéry 508 761 079 00021 | APE 71.12B
Tél. : +33 (0)4 79 25 01 40 | Fax : +33 (0)4 79 62 51 04
info@innogeo.fr | www.innogeo.fr

SOMMAIRE

1. FICHE RÉCAPITULATIVE DE L'ÉTUDE.....	4
2. CONTEXTE.....	5
2.1 Programme d'étude.....	6
3. RÉALISATION DES MESURES	7
4. TRAITEMENT ET ANALYSE DES RESULTATS.....	8
4.1 Traitement	8
4.2 Résultats	9
5. RESULTATS GEOTECHNIQUE	11
6. CONCLUSION	13

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude (Source : www.geoportail.gouv.fr)	5
Figure 2 : Photographie de la zone auscultée	6
Figure 3 : Microgravimétrie Matériel de mesure utilisé.....	7
Figure 4 : Microgravimétrie Dispersion statistique des reprises.....	9
Figure 5 : Implantation des forages.....	11

PLANCHES

PLANCHE 1 : Plan d'implantation des mesures	15
PLANCHE 2 : Carte de l'anomalie de Bouguer	16
PLANCHE 3 : Carte de l'anomalie régionale	17
PLANCHE 4 : Carte de l'anomalie résiduelle	18
PLANCHE 5 : Carte des anomalies gravimétriques	19

ANNEXE

ANNEXE 1 : PRINCIPE DE LA MICROGRAVIMÉTRIE	21
--	----

Lexique			
Seuil de signification	2 x Erreur quadratique des mesures (écart-type)	Masse globale	Masse de terrain à l'origine de l'anomalie microgravimétrique
Anomalie microgravimétrique ou anomalie de gravité	Variation des mesures supérieure au seuil de signification	Masse manquante	Différence de masse entre la variation de densité à l'origine de l'anomalie et le même volume de terrain encaissant
Variation de densité	Origine d'une anomalie microgravimétrique		
Modèle	Variation de densité théorique calculée sur la base des données d'entrée et des mesures	Station de mesure	Point ayant fait l'objet de la mesure microgravimétrique
Modélisation	Recherche d'un modèle cohérent avec les mesures	Masse volumique moyenne	Masse volumique moyenne de la variation de densité (0 si vide)

1. FICHE RÉCAPITULATIVE DE L'ÉTUDE

Nom de l'étude	GRAMAT (46) Rue des Artisans
Référence ABO-INNOGEO	NTE 130-2023-010-01A
Offre	2023-130-022-01 indice A en date du 04 mai 2023
Projet	130-2023-010
Client	Mairie de Gramat
Référence marché / commande	Bon pour accord du 10/05/2023

Date d'intervention	Du 21 au 22 juin 2023		
Site	Rue des Artisans, à Gramat (46)		
Objectifs	Rechercher d'éventuelles cavités ou zones décomprimées sur une zone d'infiltration		
Chef de projet	Julien Bois	Chargé d'étude	Samuel Pion
Méthode mise en œuvre	» Microgravimétrie		
Programme réalisé (Quantité, matériel, ...)	» Microgravimétrie : 138 stations espacées de 3 m Taux de reprise : 39 % (soit 54 stations) » Matériels mobilisés : • Un microgravimètres SCINTREX CG5 ; • Un tachéomètre robotisé Leica pour le positionnement et la mesure des altitudes des points de mesure ; • La suite logicielle Gravi-T software, développée par ABO-INNOGEO.		
Commentaires	-		

Résultats	Cette reconnaissance microgravimétrique a mis en évidence 5 zones d'anomalie de densité au niveau de la zone d'étude. Celles-ci sont aléatoirement réparties sur l'ensemble du site. Leur amplitude maximale varie de 25 à 56 μgal. Au vu des résultats la présence de cavités ou de zone de terrain décomprimé est probable. Des sondages de contrôle sont préconisés au droit de chaque anomalie afin de déterminer leur origine et la nature réelle des terrains en présence. Les forages, réalisés en janvier 2024, ont confirmés la présence d'une cavité importante au niveau de l'anomalie 1 et des cavités faibles au niveau des anomalies 2 et 4 ainsi qu'au niveau du point AA_05. Toutefois, les cavités rencontrées par les forages ne peuvent justifier à elles seules les amplitudes des anomalies microgravimétriques obtenues. La cavité ayant l'influence la plus importante sur les mesures microgravimétriques est celle mise en évidence par le forage F2, mais elle ne présente pas non plus des caractéristiques (dimensions, profondeur du toit) suffisantes pour justifier complètement l'anomalie. Les anomalies microgravimétriques sont donc probablement liées à des variations de densité au sein des terrains constituant les remblais, les anomalies correspondent aux zones de plus faibles densités. Les anomalies ainsi générées peuvent être amplifiées sur certaines zones par la présence d'une cavité, au droit du sondage F2 par exemple, ou de terrains décomprimés en lien avec les cavités de faibles dimensions mises en évidence.
-----------	---

2. CONTEXTE

A la demande de la Mairie de Gramat, ABO-INNOGEO a réalisé, du 21 au 22 juin 2023, une campagne de reconnaissance géophysique par la méthode microgravimétrique sur une surface d'environ 1240 m² située rue des Artisans à Gramat (46) (Figure 1).

Cette étude a été réalisée au droit d'une zone d'infiltration de 690 m².

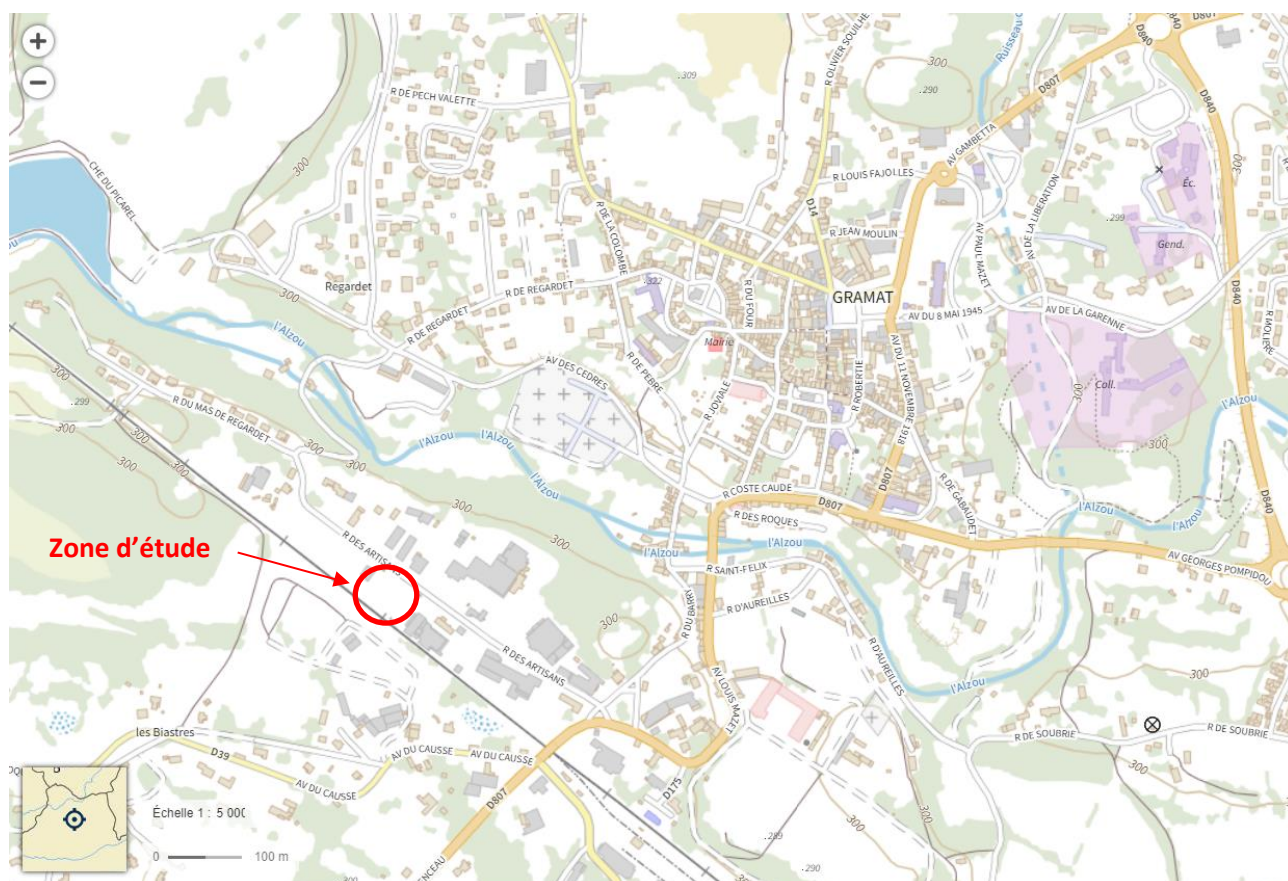


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude (Source : www.geoportail.gouv.fr)

L'objectif est de rechercher d'éventuelles cavités ou zones décomprimées.

La prestation d'ABO-INNOGEO est une prestation d'investigation géophysique (ex G0) sans réalisation de missions géotechniques normalisées selon la norme NFP 94500 révisée en 2013.

***Avertissement :** Les auscultations ou investigations mises en œuvre pour la présente étude ne se substituent pas aux autres auscultations ou investigations nécessaires à la solution du problème posé. En effet les techniques géophysiques présentent des limites liées aux principes physiques et procédés métrologiques mis en œuvre. Ceux-ci ne peuvent décrire de façon exhaustive et certaine les caractéristiques du sous-sol et des structures. Il peut subsister de ce fait une part d'incertitude et un facteur de risque découlant de l'éventualité de la présence d'anomalies non détectables à l'aide des techniques déployées ou d'une description imprécise et/ou incertaine d'une caractéristique ou d'une anomalie détectée.*

2.1 Programme d'étude

Le programme mis en œuvre a été le suivant :

- Mesure de 138 stations avec un taux de reprise de près de 39 % (54 stations) selon une maille de 3 m x 3m ;
L'AGAP Qualité préconise 20 % de reprise au minimum et 50 stations reprises au moins par site.
- Relevé topographique de chaque station de mesure.

Les mesures ont été effectuées sur l'ensemble de la surface débroussaillée (Figure 2).



Figure 2 : Photographie de la zone auscultée

3. RÉALISATION DES MESURES

L'équipe de mesure était composée d'un chef de mission géophysicien et d'un aide.

Les mesures ont été réalisées avec un microgravimètre Scintrex (CG5) pour la microgravimétrie et un tachéomètre robotisé LEICA TS12 pour le relevé altimétrique des stations ([Figure 3](#)).

Elles ont été effectuées sur un réseau de stations microgravimétriques, implantées selon une maille carrée de 3 m. L'implantation des mesures est présentée sur la [Planche 1](#).

Les mesures ont été réalisées selon des programmes d'acquisition d'une heure maximale entre deux retours à la base de référence. Chaque programme d'acquisition comprenait des reprises de mesure du programme précédent.

Le principe technique de la microgravimétrie est présenté en [Annexe 1](#).



Figure 3 : Microgravimétrie | Matériel de mesure utilisé
Microgravimètre CG5 (à gauche) et tachéomètre robotisé LEICA TS12 (à droite)

4. TRAITEMENT ET ANALYSE DES RESULTATS

4.1 Traitement

La solution technique InGravi-T® développée par ABO-INNOGEO vise à affiner la caractérisation des anomalies microgravimétriques mises en évidence par les mesures, notamment par la modélisation des anomalies microgravimétriques et le calcul de la masse des variations de densité à l'origine de ces anomalies.

Les traitements ont été effectués à l'aide de la suite logiciel Gravi-T Software® développée par ABO-INNOGEO. Le contrôle qualité des mesures était assuré par pré traitement des mesures en temps réel.

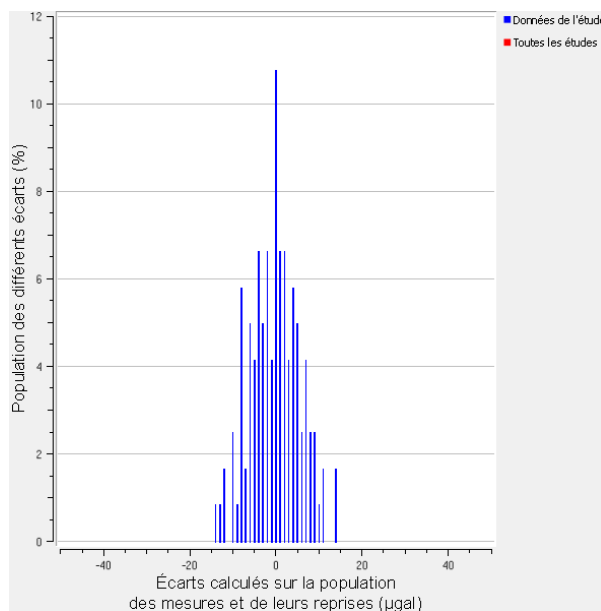
Les corrections appliquées aux mesures brutes sont les suivantes, elles permettent d'obtenir la carte de l'anomalie de Bouguer corrigée :

- Correction luni-solaire
- Dérive instrumentale
- Correction d'altitude
- Correction de latitude

La masse volumique retenue pour les calculs sur ce site est de 2 g/cm^3 . Cette masse volumique correspond à une valeur moyenne pour les formations géologiques en présence.

L'analyse de la dispersion statistique des reprises par rapport aux mesures initiales permet de déterminer le seuil de signification de chaque site. Ainsi toute variation de l'anomalie microgravimétrique résiduelle supérieure en valeur absolue au seuil déterminé sera considérée comme significative, et pourra faire l'objet d'un contrôle. Il est à noter que plus ce seuil de signification est faible, plus il traduit un faible bruit de mesure. Les seuils les plus élevés traduisent un bruit de mesure plus important lié aux conditions sur site (vent, stabilité du sol support...). Il est à noter que, pour un gravimètre donné, la dispersion statistique découle des conditions d'intervention et, en particulier, de la stabilité du sol support de la mesure et de l'environnement vibratoire du site.

54 stations ont été reprises au moins une fois, en tant que reprises aléatoires ou reprises pour vérification de mesures (écart de reprise trop important, mesure douteuse ou de moindre qualité à l'acquisition). L'écart-type est de $5 \mu\text{gal}$ et le seuil de signification de $12 \mu\text{gal}$.



- écart-type calculé = 5 μgal
- seuil de signification = 12 μgal

Figure 4 : Microgravimétrie | Dispersion statistique des reprises

4.2 Résultats

Les résultats sont présentés sur les **Planches 2 à 5** :

- **Planche 2** : La carte de l'anomalie microgravimétrique de Bouguer au 1/500^{ème}, qui correspond, toutes corrections faites, à l'anomalie microgravimétrique liée aux anomalies de densité du sous-sol. Les corrections d'altitudes et de plateau ont été effectuées avec une masse volumique de 2,0 g/cm³. À partir des profils de l'anomalie de Bouguer, on détermine l'anomalie régionale qui correspond aux anomalies profondes de densité liées aux grandes structures géologiques régionales ;
- **Planche 3** : La cartes de l'anomalie régionale. A partir de l'anomalie de Bouguer, on détermine l'anomalie régionale qui correspond aux anomalies profondes de densité liées aux grandes structures géologiques régionales.
- **Planche 4** : La carte de l'anomalie microgravimétrique résiduelle au 1/500^{ème}, obtenue par différence entre l'anomalie de Bouguer et l'anomalie régionale, et qui correspond aux anomalies de densité recherchées dans le cadre de cette étude, c'est à dire les anomalies proches de la surface du type cavité, ou décompression des terrains. Les anomalies sont exprimées en microgal ;
- **Planche 5** : La carte de localisation des anomalies microgravimétriques au 1/500^{ème}, qui correspond à la mise en surbrillance des anomalies microgravimétrique repérées ;

Pour l'interprétation de la carte d'anomalie résiduelle, le seuil d'anomalie a été fixé en fonction du seuil de signification obtenu (12 μgal). Ainsi toute anomalie négative d'amplitude supérieure, en valeur absolue, à ce seuil est classée comme anomalie géophysique avec une recommandation de vérification et de contrôle par sondage mécanique pour les plus importantes.

Les couleurs rouge-orangée caractérisent les valeurs négatives d'anomalie microgravimétrique, les déficits de densités, tandis que les couleurs bleues représentent les valeurs positives, les excès de densité.

Le Tableau 1 présente la synthèse des anomalies microgravimétriques localisées au droit du site et pouvant correspondre à des déficits de densité.

IMPORTANT : Si une cavité de taille comparable à la surface auscultée est présente sous le site de mesure, son anomalie sera intégrée dans l'anomalie régionale et l'anomalie résiduelle ne présentera pas d'anomalie de densité particulière.

Tableau 1 : Synthèse des anomalies microgravimétriques

Anomalie	Description	Localisation	Contrôles
A1	➤ Nombre de stations concernées* : 7 ➤ Amplitude maximale de – 30 µgal Anomalie circonscrite : ☐ Oui ☒ Non	Au nord du site	AA_12,
A2	➤ Nombre de stations concernées : 13 ➤ Amplitude maximale de – 34 µgal Anomalie circonscrite : ☒ Oui ☐ Non	Au centre du site	AF_11
A3	➤ Nombre de stations concernées : 3 ➤ Amplitude maximale de – 25 µgal Anomalie circonscrite : ☒ Oui ☐ Non	Au nord-est du site	AG_13
A4	➤ Nombre de stations concernées : 8 ➤ Amplitude maximale de – 56 µgal Anomalie circonscrite : ☐ Oui ☒ Non	Au sud du site	AI_02 ; AK_06
A5	➤ Nombre de stations concernées : 11 ➤ Amplitude maximale de –50 µgal Anomalie circonscrite : ☐ Oui ☒ Non	Au sud-ouest du site	AD_01

* Le nombre de stations est comptabilisé à partir de -12 µgal d'anomalie résiduelle.

D'autres anomalies, moins étendues et moins importantes en amplitude sont détectées sur le site. Les sondages proposés peuvent être effectués ou déplacés en fonction des contraintes du site.

Des sondages supplémentaires peuvent être mis en œuvre si nécessaire en fonction des résultats des sondages proposés.

5. RESULTATS GEOTECHNIQUE

En janvier 2024, la société IMOGEO a réalisé 17 forages destructifs avec enregistrement des paramètres, destinés à reconnaître les zones d'anomalies microgravimétriques. Ils ont été menés jusqu'à 10 m à 10,2 m de profondeur.

Les forages sont répartis au niveau des 5 zones d'anomalies microgravimétriques majeures ainsi qu'au droit des 3 zones d'anomalies microgravimétriques mineures. Leur implantation est représentée sur le schéma suivant :

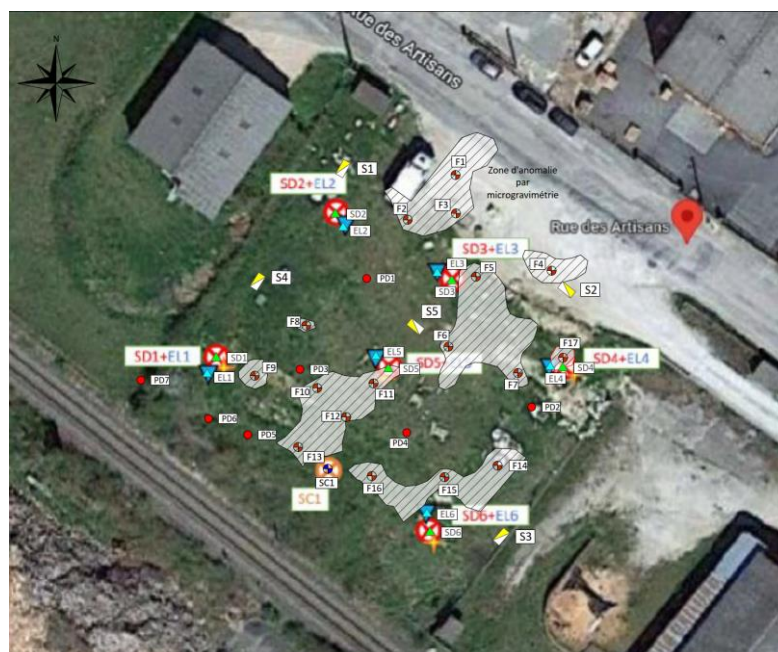


Figure 5 : Implantation des forages

Les résultats des forages destructifs sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau de synthèse des profondeurs d'apparition du calcaie et cavités									
Sondage	Cote TN [NGF]	Cavités repérées?	Profondeurs des cavités repérées [m]	Cote des cavités [NGF]	Profondeur d'apparition du calcaie [m / TN]	Cote Toit Calcaie [NGF]	Cote profondeur du Bassin d'infiltation	Horizon du Toit Calcaie atteint ?	Surcreusement à prévoir en m [m]
F1	307.7				3.30	304.4	304.00	OUI	
F2	307.72	OUI	3.2 à 6.8 m /TN	304.5 à 300.9			304.00		
F3	307.68				1.10	306.58	304.00	OUI	
F4	308.00				2.00	306.00	304.00	OUI	
F5	307.88				1.40	306.48	304.00	OUI	
F6	307.98				4.00	303.98	304.00	NON	0.02 (négligeable)
F7	308.06	OUI	8.2 à 8.6 m /TN	299.9 à 299.5			304.00		
F8	307.54	OUI	4.5 à 4.8 m /TN 5.2 à 5.8 m /TN	303 à 302.7 302.3 à 301.7			304.00		
F9	307.49				4.10	303.39	304.00	NON	0.61
F10	307.72				3.00	304.72	304.00	OUI	
F11	307.85				3.80	304.05	304.00	OUI	
F12	307.87				3.30	304.57	304.00	OUI	
F13	307.79				3.50	304.29	304.00	OUI	
F14	307.9	OUI	6.7 à 7.1 m /TN	301.2 à 300.8			304.00		
F15	307.96				4.20	303.76	304.00	NON	0.24
F16	307.83				3.40	304.43	304.00	OUI	
F17	308.12				3.90	304.22	304.00	OUI	

Tableau 2 : Synthèse des résultats des forages destructifs

Il apparaît que le sondage F2 met en évidence une cavité importante repérée entre 3,2 m et 6,8 m de profondeur au niveau de l'anomalie microgravimétrique 1.

Au niveau de l'anomalie microgravimétrique 2 le sondage F7 rencontre une cavité de faible dimension entre 8,2 et 8,6 m de profondeur.

Le sondage F8 réalisé au droit du point AA_05, anomalie microgravimétrique ponctuelle, traverse 2 cavités de faibles dimensions situées respectivement entre 4,5 et 4,8 m de profondeur et entre 5,2 et 5,8 m de profondeur.

Au niveau de l'anomalie microgravimétrique 4 le sondage F14 rencontre une cavité de faible dimension entre 6,7 et 7,1 m de profondeur.

6. CONCLUSION

A la demande de la Mairie de Gramat, ABO-INNOGEO a réalisé, du 21 au 22 juin 2023, une campagne de reconnaissance géophysique par la méthode microgravimétrique sur une surface de l'ordre de 1240 m² située rue des Artisans à Gramat (46).

Cette étude a été réalisée au droit d'une zone d'infiltration

L'objectif était de rechercher d'éventuelles cavités ou zones décomprimées.

La prestation d'ABO-INNOGEO est une prestation d'investigation géophysique (ex G0) sans réalisation de missions géotechniques normalisées selon la norme NFP 94500 révisée en 2013.

Cette reconnaissance microgravimétrique a mis en évidence 5 zones d'anomalie de densité au niveau de la zone d'étude. Celles-ci sont aléatoirement réparties sur l'ensemble du site. Leur amplitude maximale varie de 25 à 56 µgal. Au vu des résultats la présence de cavités ou de zone de terrain décomprimé est probable.

Des sondages de contrôle ont été préconisés au droit de chaque anomalie afin de déterminer leur origine et la nature réelle des terrains en présence.

Les forages, réalisés en janvier 2024, ont confirmés la présence d'une cavité importante au niveau de l'anomalie 1 et des cavités faibles au niveau des anomalies 2 et 4 ainsi qu'au niveau du point AA_05. Toutefois, les cavités rencontrées par les forages ne peuvent justifier à elles seules les amplitudes des anomalies microgravimétriques obtenues. La cavité ayant l'influence la plus importante sur les mesures microgravimétriques est celle mise en évidence par le forage F2 par exemple, mais elle ne présente pas non plus des caractéristiques (dimensions, profondeur du toit) suffisantes pour justifier complètement l'anomalie.

Les anomalies microgravimétriques sont donc probablement liées à des variations de densité au sein des terrains constituant les remblais, les anomalies correspondent aux zones de plus faibles densités. Les anomalies ainsi générées peuvent être amplifiées sur certaines zones par la présence d'une cavité, au droit du sondage F2, ou de terrains décomprimés en lien avec les cavités de faibles dimensions mises en évidence.

Avertissement : Les auscultations ou investigations mises en œuvre pour la présente étude ne se substituent pas aux autres auscultations ou investigations nécessaires à la solution du problème posé. En effet les techniques géophysiques présentent des limites liées aux principes physiques et procédés métrologiques mis en œuvre. Ceux-ci ne peuvent décrire de façon exhaustive et certaine les caractéristiques du sous-sol et des structures. Il peut subsister de ce fait une part d'incertitude et un facteur de risque découlant de l'éventualité de la présence d'anomalies non détectables à l'aide des techniques déployées ou d'une description imprécise et/ou incertaine d'une caractéristique ou d'une anomalie détectée.

PLANCHES



Légende:

BC19

+

Station microgravimétrique

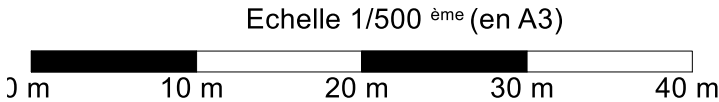
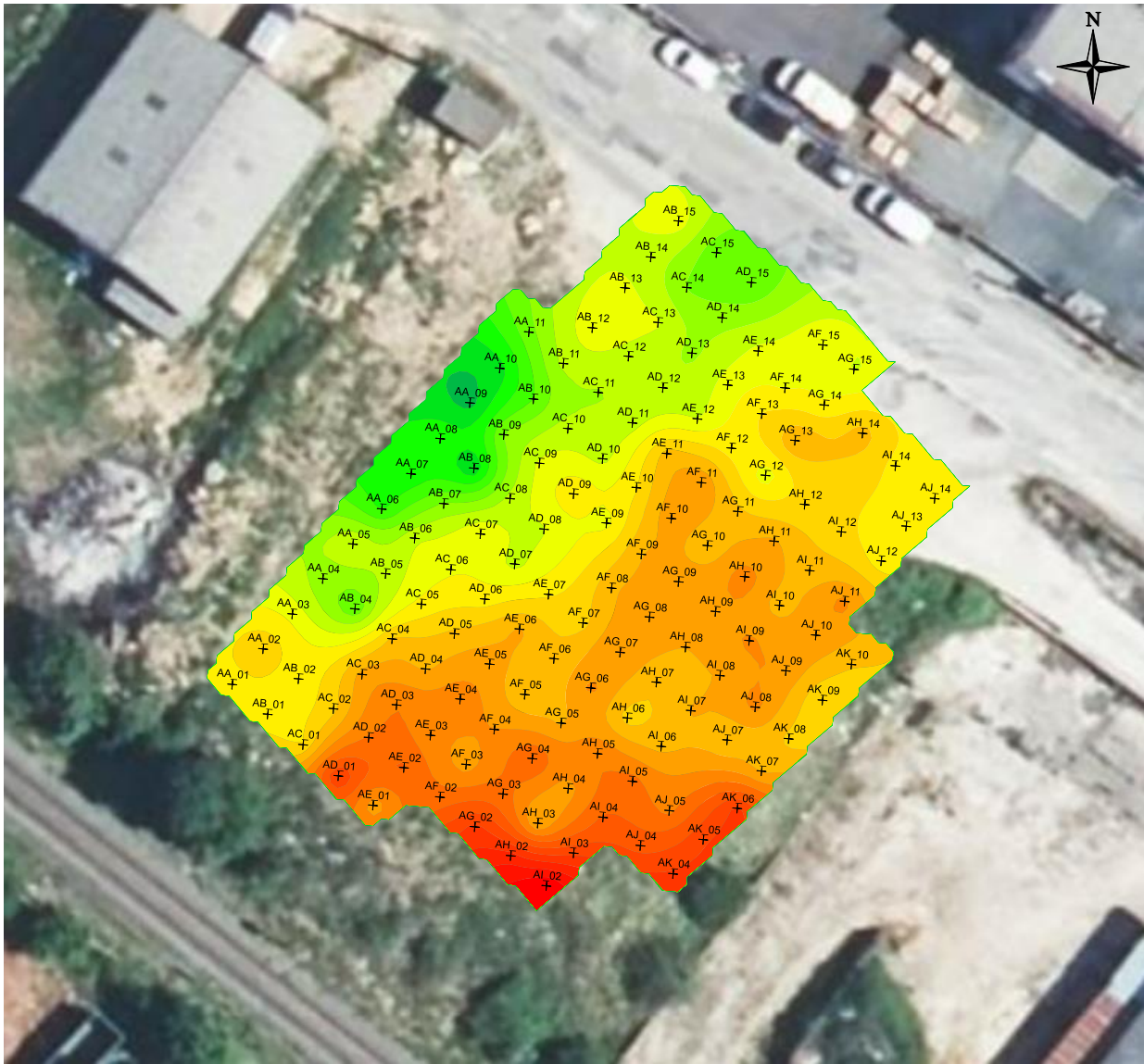


PLANCHE 1 : Plan d’implantation des mesures

GRAMAT (46) – RECHERCHE DE CAVITES

MICROGRAVIMETRIE

28 juin 2023



Légende:

BC19
+ Station microgravimétrique

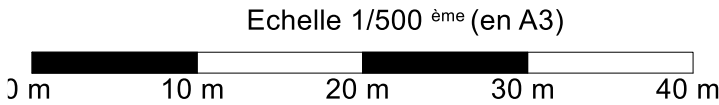
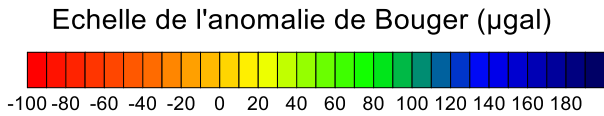
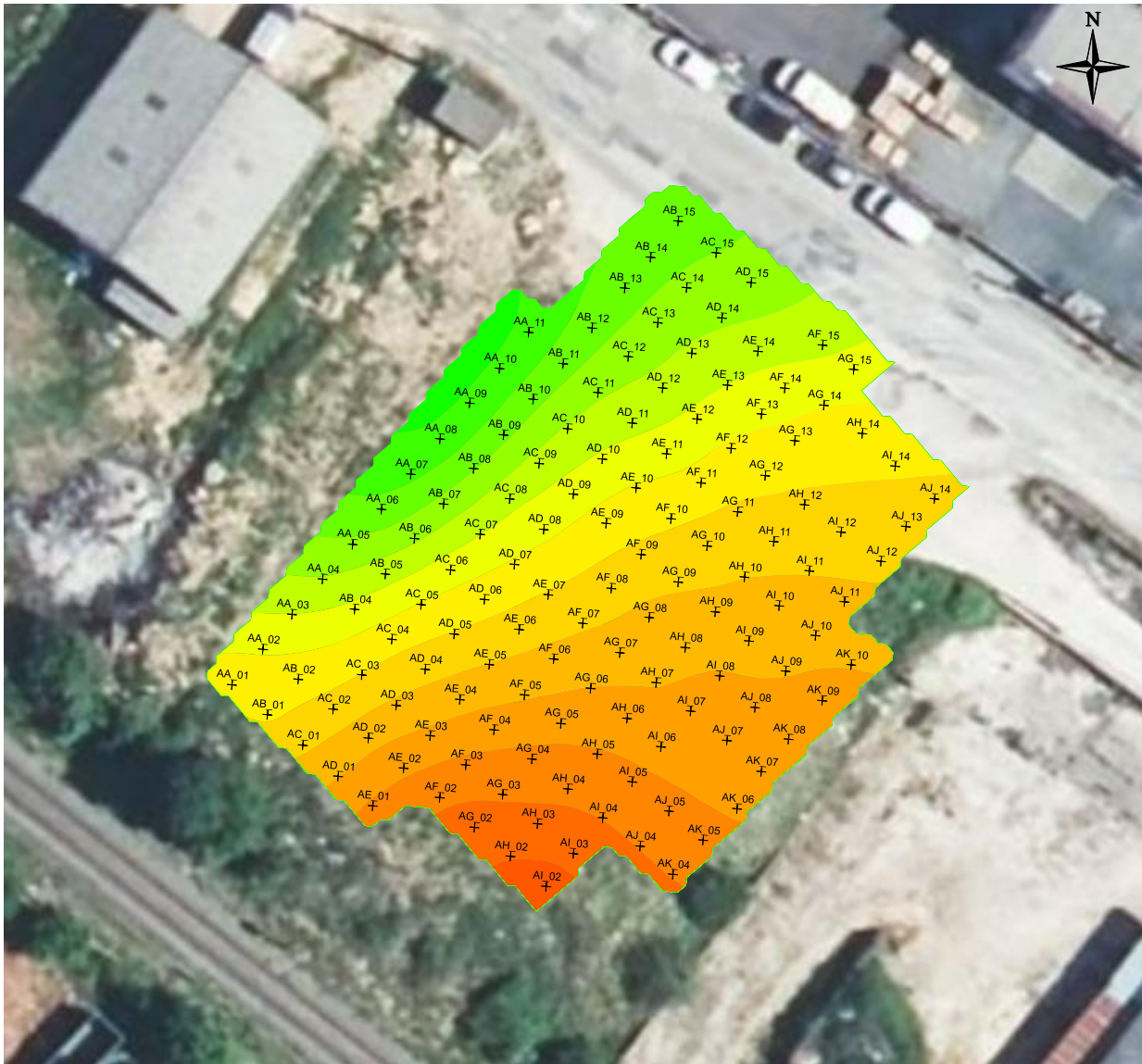


PLANCHE 2 : Carte de l’anomalie de Bouguer

GRAMAT (46) – RECHERCHE DE CAVITES

MICROGRAVIMETRIE

28 juin 2023



Légende:

BC19
+ Station microgravimétrique

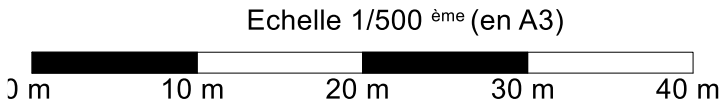
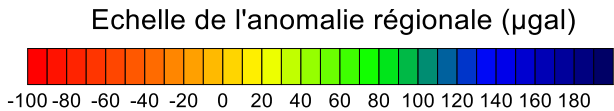


PLANCHE 3 : Carte de l’anomalie régionale

GRAMAT (46) – RECHERCHE DE CAVITES

MICROGRAVIMETRIE

28 juin 2023



PLANCHE 4 : Carte de l'anomalie résiduelle

GRAMAT (46) – RECHERCHE DE CAVITES

MICROGRAVIMETRIE

28 juin 2023



Légende:

BC19
+ Station microgravimétrique

— — Seuil de signification (-12 μ gal)

— Seuil d'anomalie (-15 μ gal)

Zone d'extension de l'anomalie

Zone d'anomalie

▼ Proposition de sondage de contrôle

Echelle 1/500^{ème} (en A3)

0 m 10 m 20 m 30 m 40 m

**PLANCHE 5 : Carte des anomalies
gravimétriques**

GRAMAT (46) – RECHERCHE DE CAVITES

MICROGRAVIMETRIE

28 juin 2023



ANNEXE

ANNEXE 1 : PRINCIPE DE LA MICROGRAVIMÉTRIE

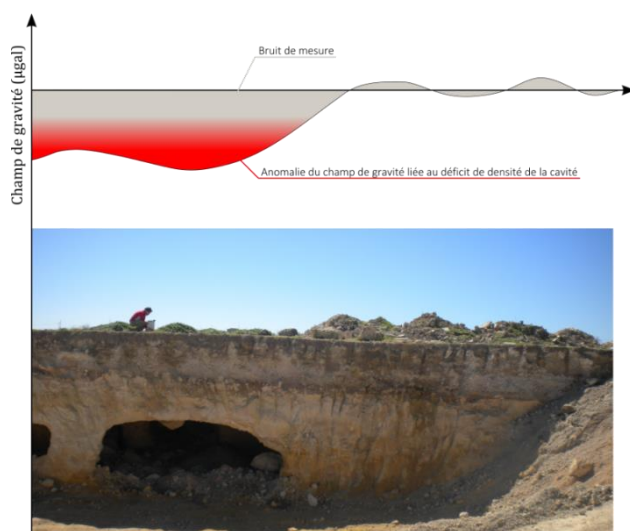
Synthèse méthode	
Principe technique	Mesure du champ de gravité terrestre
Objectifs	Détection de zones de déficit ou d'excès de masse (galeries, karsts, sapes de guerre, filons, ...)
Limitation	➤ Absence de contraste de densité significatif ; ➤ Bruit vibratoire fort ;

Principe théorique

La microgravimétrie repose sur l'application de la loi de Newton :
$$f = \frac{G \times m \times m'}{d^2}$$

Cette équation établit que l'intensité de la force gravitationnelle, notée f , s'exerçant entre deux objets est fonction de leurs masses, notées m et m' , de leur distance d et de la constante universelle de la gravitation, notée G .

Les variations du champ de gravité à la surface de la Terre sont liées aux effets des forces gravitationnelles de la terre et de l'univers (principalement la lune), aux variations d'altitude, au changement de latitude, au relief environnant la zone de mesure et à la répartition des masses dans le sous-sol. Cela conduit à utiliser la microgravimétrie, c'est-à-dire la mesure du champ de pesanteur, pour détecter les anomalies de densité du sous-sol.



Microgravimétrie | Exemple d'influence d'une cavité sur le champ de gravité terrestre

Réalisation sur site

Les mesures sont réalisées à l'aide de :

- Un microgravimètre permettant une résolution de l'ordre du microgal ;
- Un tachéomètre ou niveau laser pour la mesure de l'altimétrie des stations de mesure.

La qualité des mesures dépend des conditions de site : vibrations, pluie, vent, tremblement de terre.... Pour déterminer la qualité des mesures, l'opérateur re-mesure des stations déjà acquises. Au minimum, 50 stations ou 20% des stations sont ainsi reprises.

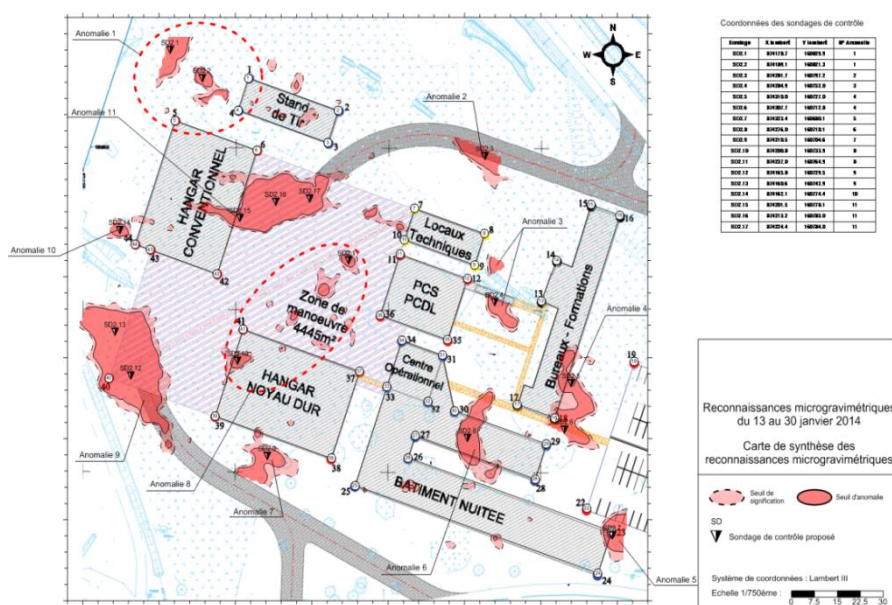
Une anomalie de densité, une cavité par exemple, ne peut être détectée que si l'anomalie gravimétrique qu'elle produit, du fait de ses dimensions, profondeur et masse volumique, est supérieure au bruit de mesure. ABO-INNOGEO peut déterminer par modélisation, préalablement à une intervention, l'influence des désordres attendus sur les mesures et donc leur seuil de détection.

Traitement et interprétation

Le traitement des mesures microgravimétriques correspond à corriger les effets gravimétriques perturbateurs non liés à la géologie. Les corrections de latitude, de plateau, d'air libre, de relief (réticule de Hammer), sont ainsi appliquées afin d'obtenir l'anomalie microgravimétrique de Bouguer correspondant uniquement à la géologie.

L'interprétation de l'anomalie microgravimétrique de Bouguer permet d'identifier les désordres correspondant aux objectifs de l'étude. Ainsi l'influence régionale de la géologie est extraite de l'anomalie de Bouguer afin d'obtenir une anomalie résiduelle liée aux variations locales de densité. Des modélisations et calculs de la masse manquante sont ensuite réalisés afin d'identifier les caractéristiques des désordres à l'origine de l'anomalie résiduelle.

Les résultats d'une étude microgravimétrique sont présentés sous la forme d'une carte de localisation des désordres détectés avec leurs caractéristiques et éventuellement des propositions de reconnaissances complémentaires si cela est nécessaire.



Microgravimétrie | Exemple d'une carte d'anomalie microgravimétrique interprétée