



UNIVERSITÉ
DE MONTPELLIER



Université de Montpellier
Laboratoire Géosciences Montpellier

*Master Géosciences
Spécialité Dynamique Terrestre et Risques Naturels*

Étude structurale du bassin du Roussillon : Caractérisation de la paléo-marge Messinienne

DELAHAIE Solange



Encadré par Cédric Champollion

Soutenu le 29 juin 2018 devant le jury composé de
Stéphanie Gautier (rapporteur)
Sylvain Mayolle (rapporteur)

Résumé

La gestion des aquifères Plio-Quaternaire dans le bassin du Roussillon est un enjeu important pour la ressource en eau de la région. Une meilleure connaissance de leur géométrie et de leur fonctionnement est donc nécessaire. Ces réservoirs aquifères se sont mis en place au début du Pliocène, en remplissant les canyons, formés par l'incision importante du bassin pendant la crise de salinité Messinienne. Ce stage a pour objectif d'utiliser la gravimétrie et la sismique passive pour étudier la structure du bassin du Roussillon et plus particulièrement les canyons Messiniens. Deux hypothèses majeures sur le parcours de l'incision peuvent être proposées : (1) La formation d'un unique canyon par la réunion des deux systèmes hydrographiques majeurs (Têt et Tech) ou (2) la formation, par la Têt et le Tech, de deux canyons Messiniens au Nord et au Sud du bassin du Roussillon. Cependant, pour une meilleure étude de ces canyons Messiniens, des données complémentaires à la gravimétrie, et une densification des mesures de sismique passive sont nécessaires.

Sommaire

Introduction	3
Matériels et Méthodes	3
<i>Gravimétrie</i>	3
Acquisition	3
Traitement	4
Interprétation	5
<i>Sismique passive</i>	5
Acquisition	5
Traitement	5
Interprétation	6
<i>Données de forage/sismique</i>	6
Contexte géologique et structuration du bassin	6
<i>Contexte géologique</i>	6
<i>Structuration gravimétrique du bassin</i>	7
Résultats	8
<i>Gravimétrie</i>	8
<i>Sismique passive</i>	8
Discussion	9
<i>Bassin Miocène/Socle</i>	9
<i>Incision Messinienne</i>	10
<i>Sismique passive</i>	11
Conclusion	12
Références	13
Annexes	14

Introduction

L'exploitation des réservoirs d'eaux souterraines représente un enjeu majeur dans la plaine du Roussillon, se situant dans l'une des régions les plus arides de France. Des enjeux tels que la baisse du niveau des nappes, les pompages affectés par les pollutions en nitrates et pesticides ainsi que la contamination des nappes les plus profondes de par la connexion avec les nappes plus superficielles, sont des problématiques capitales pour la région. De plus, la proximité avec la mer et les possibles réservoirs en mer augmentent le risque de pollution des aquifères avec l'eau salée.

Le territoire puise sa ressource en eau dans les réservoirs aquifères des formations sédimentaires Pliocène-Quaternaire. Ces importants réservoirs se sont mis en place après la crise de salinité Messinienne. L'importante érosion de la marge du Golfe du Lion par les réseaux fluviaux a eu pour conséquence la formation d'importants canyons à terre comme en mer. Le ré-ennoisement des canyons après la crise a permis le dépôt des sédiments Pliocène venant recouvrir cette surface d'érosion Messinienne (Lofi, 2002 ; Duvail, 2008). Le remplissage, caractérisé par l'alternance de dépôts argileux et sableux, a donné naissance à deux types d'aquifères : les réservoirs sableux/silteux marins et continentaux du Pliocène ainsi que les alluvions et chenaux sableux Quaternaires.

Une connaissance de la géométrie des formations Pliocène est donc essentielle pour comprendre le système aquifère dans la plaine du Roussillon et permettre une bonne gestion de ce dernier. L'étude de ces aquifères s'inscrit dans le projet DEM'EAUX de la région Languedoc-Roussillon qui propose d'associer des compétences en différents domaines comme la géologie et la géophysique afin de mieux comprendre la structure et le comportement de l'aquifère Plio-Quaternaire.

Cette étude a pour but une analyse structurale du bassin du Roussillon, en se concentrant sur la paléo-marge Messinienne, qui va représenter la base des formations Pliocènes.

L'objectif est d'apporter de nouvelles données de gravimétrie et de sismique passive, par le biais d'une campagne de 9 jours, dans la plaine du Roussillon. L'analyse des données de gravimétriques, comparées à des données de forages et de sismiques, va essayer d'apporter de nouvelles informations concernant la structure du bassin du Roussillon.

Matériels et Méthodes

Gravimétrie

- **Acquisition**

Cette étude gravimétrique du bassin du Roussillon se base sur deux jeux de données : celui communiqué par le BGRM et celui correspondant à la nouvelle campagne d'acquisition (Figure 1).

L'objectif de cette nouvelle campagne était d'effectuer :

- des mesures le long de la côte, à l'Est de l'étang de Leucate, proche d'une importante anomalie négative et pour combler une lacune d'observation.
- des mesures dans les vallées de la Têt et du Tech, pour mieux comprendre les relations, entre les anomalies gravimétriques et les dépôts Quaternaire, Pliocène et Miocène présents dans la vallée de la Têt notamment.
- des mesures au niveau du socle pour mieux caractériser l'anomalie du bassin du Roussillon.

Au total, 176 nouvelles mesures ont été acquises (Figure 1) au niveau de la plaine du Roussillon, au cours des 9 jours de terrain que j'ai pu réaliser.

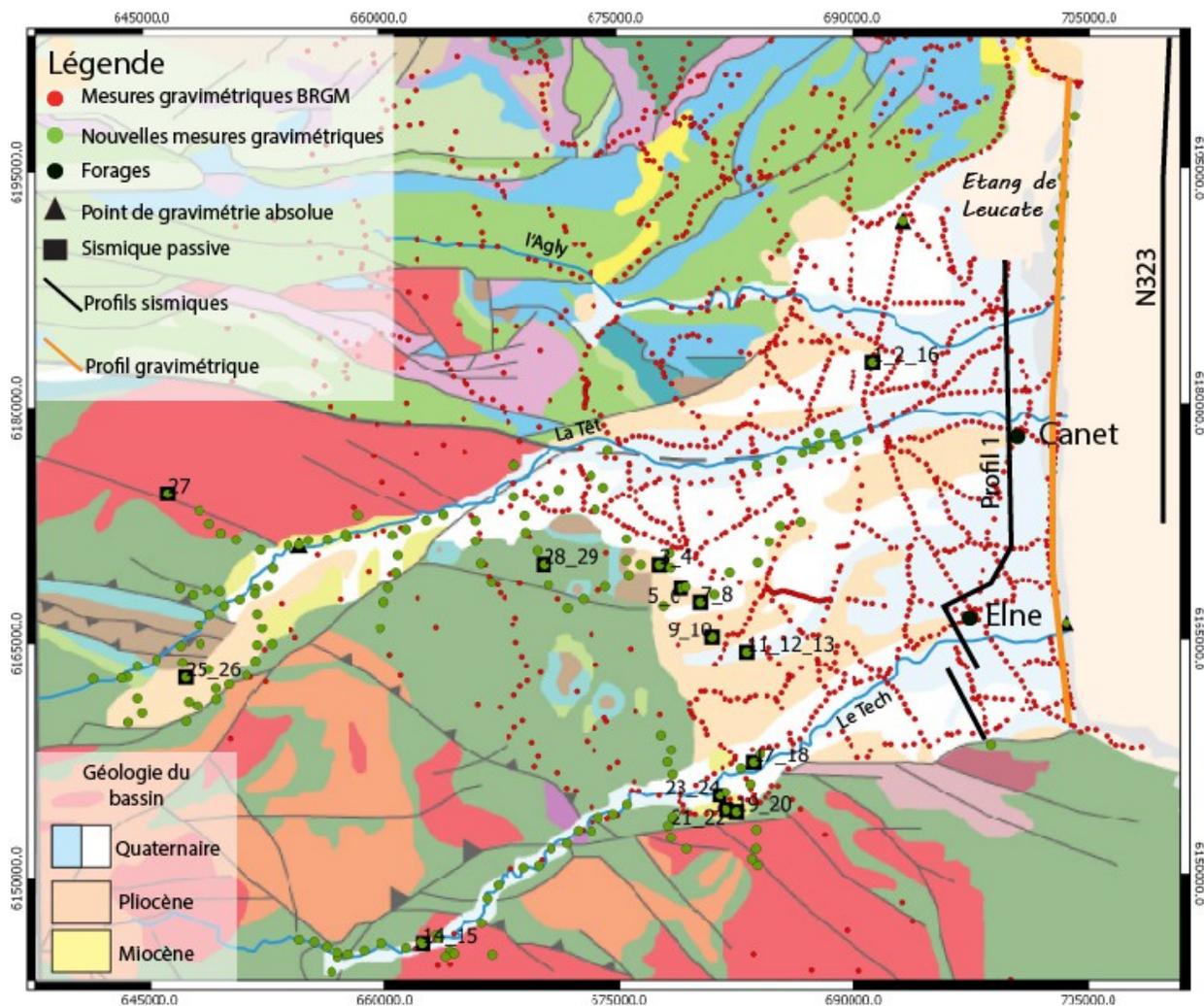


Figure 1 : Carte géologique simplifiée avec la localisation des stations gravimétriques, de la sismique passive, des forages et des profils sismiques et gravimétrique

- **Traitement**

L'acquisition des mesures s'est faite avec un gravimètre à ressort relatif CG5 Scintrex. Le gravimètre relatif ne mesure pas la valeur exacte de la pesanteur mais mesure ses variations par rapport à un point de référence. Cela induit un étalonnage (déjà effectué sur l'appareil), une prise en compte de la dérive de l'instrument au cours du temps et le rattachement à des points de gravimétrie absolue. Ensuite, le traitement des mesures de gravimétrie consiste à corriger les mesures des effets qui ont un impact sur la mesure de la pesanteur en un point donné. La précision souhaitée pour cette étude est de l'ordre du dixième de mGal. Par manque de temps, je ne me suis pas chargée du traitement des données gravimétriques, mais j'en ai suivi le déroulement.

- *Variations temporelles*

La variation temporelle la plus importante à prendre en compte est celle due aux marées solides, d'une période principale de 12h/24h, a un impact sur la mesure de 0,2mGal. Les marées océaniques ont un impact de l'ordre du μ Gal, la rotation des pôles, de 0,1 mGal, sur des périodes de temps allant du mois à l'année. Enfin, la vitesse/temps de rotation de la Terre a un impact, inférieur au μ Gal/cm.

Pour corriger les mesures de cette dérive, il est nécessaire de réaliser des boucles, c'est-à-dire mesurer systématiquement le même point au début et à la fin des mesures.

Il a été nécessaire d'ajuster les mesures à des mesures de référence. Trois mesures de gravimétrie ont été effectuées, à Eus, Elné et Sasles-le-Château, où sont recensés des points de gravimétrie absolue de l'IGN (Figure 1).

➤ *Variations spatiales*

Tout d'abord, la correction de la latitude va être appliquée aux mesures. Elle prend en compte le fait que la Terre n'est pas ronde et que la valeur de la pesanteur n'est pas la même sur toute la surface du globe. Ensuite, on applique la correction à l'air libre, ou correction d'altitude, les mesures replacées sur une même surface équipotentielle (le géoïde - EGM 2008). Les données de hauteur ont été acquises par GPS différentiel : la mesure se fait entre le récepteur et les bases du réseau Orphéon. La précision des données de hauteur sont de l'ordre du cm voir du mm. Ensuite, ces données de hauteur ont été converties en altitude pour permettre le traitement des données gravimétriques. Enfin, on applique la correction de plateau et de topographie (Correction de Bouguer) qui supprime l'impact que peut avoir la topographie et les masses (relief, vallée) entourant le point de mesure. La densité de réduction utilisée ici pour la correction de plateau est de 2,55, cependant, cette valeur est approximée. En effet, elle a été déterminée à partir d'une série de tests visant à dé-corréler les anomalies gravimétriques de la topographie de la zone. La valeur de densité pour laquelle on obtient la meilleure dé-corrélation est retenue.

Le traitement des données gravimétriques permet de mettre en évidence les zones d'anomalies positives et négatives. Deux types d'anomalies vont servir pour l'étude du bassin : les mesures d'anomalie de Bouguer non corrigées de l'anomalie régionale (Annexe 1) (Figure 4) et les mesures d'anomalie de Bouguer résiduelle, qui sont corrigées de l'anomalie régionale (Figure 2).

- **Interprétation**

Une anomalie de Bouguer négative s'interprète comme un déficit de masse, c'est-à-dire que la valeur de pesanteur mesurée sera inférieure à la valeur de pesanteur théorique. A l'inverse, une anomalie de Bouguer positive traduit un excès de masse. En effet, une masse importante en profondeur induit une gravité/accélération plus importante à l'aplomb de cette masse qui se traduit par une anomalie de Bouguer positive (voir Partie III.2 Structuration du bassin).

Sismique passive

- **Acquisition**

Des acquisitions de sismique passive ont également été effectuées en plus des mesures de gravimétrie. Cette méthode consiste à enregistrer le bruit de fond (d'origine naturelle ou anthropique) depuis la surface. Sur le terrain, deux sismomètres 3 composantes (Tromino) ont permis l'acquisition de données afin d'étudier la répétabilité des mesures sur un même site. L'objectif était d'effectuer des mesures dans différentes zones du bassin et du socle afin de déterminer si la sismique est sensible à une transition lithologique intéressante pour cette étude et potentiellement corrélable avec les données de gravimétrie.

Au total, 29 mesures, d'une durée de 20 minutes en moyenne, avec un échantillonnage de 128 Hz, ont été acquises (Figure 1).

- **Traitement**

L'analyse des signaux impose de passer du signal au domaine fréquentiel, en passant par la transformée de Fourier (Logiciel Grilla). Pour supprimer les bruits anthropiques, comme le passage de voitures ou de passants, les fenêtres de données ont été sélectionnées manuellement. Ensuite, le logiciel calcule le rapport des composantes horizontales sur la composante verticale du bruit sismique enregistré.

- **Interprétation**

L'augmentation du rapport des composantes horizontales versus verticales (H/V) se traduit par le passage d'une couche lente à une couche plus rapide. Cette transition marque le passage des ondes des sédiments au substratum rocheux. Le pic observé par l'augmentation du rapport H/V donne la fréquence de résonance F0 du site. Le lien entre F0, vitesse des ondes S (Vs) et la hauteur/profondeur de l'interface (H) est donnée au premier ordre par la relation suivante :

$$F0 = Vs/4H$$

Ne disposant d'aucunes données de vitesses exactes concernant les formations de la plaine du Roussillon, j'ai utilisé une vitesse moyenne caractéristique des lithologies rencontrées (Vs = 1500 m/s). L'objectif étant d'avoir une estimation de l'interface mesurée par le biais de cette méthode. Des nouvelles données de vitesse plus précises seront disponibles à l'avenir par l'intermédiaire des nouveaux forages effectués dans le bassin.

Données de forage/sismique

Des données de forages et de sismiques à terre et en mer ont été utilisées pour l'interprétation des données de gravimétrie (Figure 1).

➤ Données à terre :

- Les forages d'Elne, implanté au SE de la ville d'Elne, et de Canet, implanté au SW de la ville de Canet. (Duvail et al., 2000).
- L'interprétation des profils sismiques à terre nord-sud des campagnes de 1954 et 1959 (Duvail et al., 2000) appelé profil 1.

➤ Données en mer :

- Profil sismique nord-sud N323 interprété (Duvail et al., 2005).
- Carte des isobathes de la surface érosion Messinienne en mer (Lofi, 2002).

Contexte géologique et structuration du bassin

Contexte géologique

Le bassin du Roussillon se localise dans la partie Ouest du système Méditerranéen, et se retrouve bordé par les massifs des Corbières au Nord, du Canigou à l'Ouest et des Albères au Sud. Il est composé de deux bassins versants principaux que sont le bassin versant de la Têt, le plus important, et celui du Tech, moins important.

Le bassin s'ouvre sur le Golfe du Lion, mise en place lors du rift Oligo-Aquitainien (30-35 Ma), période pendant laquelle le substratum a été découpé et organisé en horsts et grabens d'orientation NE-SW. (Lofi, 2002). Le bassin du Roussillon se présente donc comme un fossé d'effondrement (graben) délimité par les failles de Prades au Nord et des Albères au Sud (Courtois et al., 2001).

Le Miocène inférieur (-20 Ma) se trouve être une période de stabilité eustatique (Aunay et al., 2003), avec un niveau marin supérieur de 100 mètres par rapport au niveau marin actuel. La mer envahit les parties émergées permettant le dépôt d'argiles/sables dans le bassin (Courtois et al., 2001).

Au Miocène supérieur, l'événement majeur qui vient bouleverser le bassin est la crise de salinité Messinienne. Cet épisode correspond à une chute brutale du niveau de base méditerranéen, de l'ordre de 1500 mètres à 2000 mètres (Duvail, 2008), s'opérant au Messinien terminal, de 5,96 Ma à 5,32 Ma. Elle s'explique par une baisse globale du niveau marin, qui s'accompagne de la déconnexion entre l'océan Atlantique et la mer Méditerranée par la fermeture du détroit Bétique et du corridor Rifain (Duvail, 2008) Les réseaux fluviaux comme la Têt et le Tech, essayant de revenir au niveau de base, vont profondément

inciser les dépôts Miocène du bassin et se développe alors d'importants canyons Messiniens et la surface d'érosion Messinienne (Duvail, 2008).

Au Pliocène inférieur, la fin de la crise de salinité Messinienne est marquée par une transgression marine, avec niveau marin supérieur de plus de 80 mètres par rapport au niveau marin actuel (Courtois et al., 2001) : Il s'agit de la transgression Zancléenne. Les profonds canyons messiniens ont été ennoyés (Lofi, 2002) et remplis par d'importants dépôts Pliocène. Cette sédimentation Pliocène se caractérise sous la forme de "Gilbert Deltas", c'est-à-dire l'alternance de couches sableuses et argileuses (Duvail, 2008). Puis, les faciès marins ont progressivement disparu pour laisser place à une sédimentation continentale à la fin du Pliocène inférieur (-4 voir -3.5 Ma) (Courtois et al., 2001).

Le Pliocène supérieur est marqué par une subsidence généralisée de marge due au poids des sédiments.

Au Quaternaire, l'eustatisme très important (Lofi, 2002) a permis l'incision par les rivières dans les sédiments Pliocène formant une succession de terrasses alluviales (Courtois et al., 2001).

Structuration gravimétrique du bassin

Le bassin du Roussillon peut être décomposé en trois grands ensembles : Le bassin Miocène reposant sur le socle Paléozoïque, les sédiments Pliocène qui viennent sceller l'incision Messinienne dans les sédiments Miocène, et les incisions, dans les sédiments Pliocène, des paléo-chenaux Quaternaire.

Pour la suite des calculs, les densités prises en compte pour les différentes lithologies sont des densités caractéristiques des lithologies rencontrées dans le bassin du Roussillon. Pour le socle Paléozoïque, de nature magmatique à métamorphique, la densité de 2,7 correspondant à des granites a été choisie. Pour les sédiments Miocène, la densité de 2,25 a été choisie. Les lithologies entre les sédiments Miocène et Pliocène étant similaires, une densité de 2,15 pour les formations Pliocène a été choisie, en se basant sur celle mesurée pour les formations Miocène. Cette différence de densité entre les deux formations s'explique par une compaction plus importante des formations Miocène.

Les variations du socle Paléozoïque seront les plus visibles sur les mesures de gravimétrie. Ce sont des variations à grande échelle, de l'ordre de plusieurs dizaines de kilomètres. En effet, la transition dépôts Miocène/Socle Paléozoïque présente le contraste de densité le plus fort et donc le plus visible en gravimétrie. Sur une épaisseur de 100 mètres, l'anomalie gravimétrique représentative de la variation du socle est de l'ordre du **mGal**. Cette valeur a été déterminée à partir de la relation de l'effet d'un plateau infini d'épaisseur h (Plateau de Bouguer : $2\pi\Delta\rho G^*h$).

La gravimétrie va être moins sensible aux variations de l'incision Messinienne. En effet, le contraste de densité entre les sédiments Miocène et Pliocène sera moins important que celui entre les sédiments Miocène et le socle Paléozoïque. Les variations observées sont de l'ordre de plusieurs centaines de mètres. De ce fait, sur une même épaisseur de 100 mètres, l'incision Messinienne en gravimétrie se traduit par une anomalie de l'ordre du **dixième de mGal**.

L'incision Quaternaire dans les sédiments Pliocène ne sera pas clairement visible en gravimétrie. En effet, les variations se font sur une échelle de quelques dizaines de mètres, et la distance moyenne entre les points de mesures de gravimétrie est d'environ 500 m à 1 km. De plus, le contraste de densité entre les sédiments Pliocène et les dépôts Quaternaire est difficile à déterminer, probablement peu marquée et sur une trop petite échelle pour être visible en gravimétrie.

Résultats

Gravimétrie

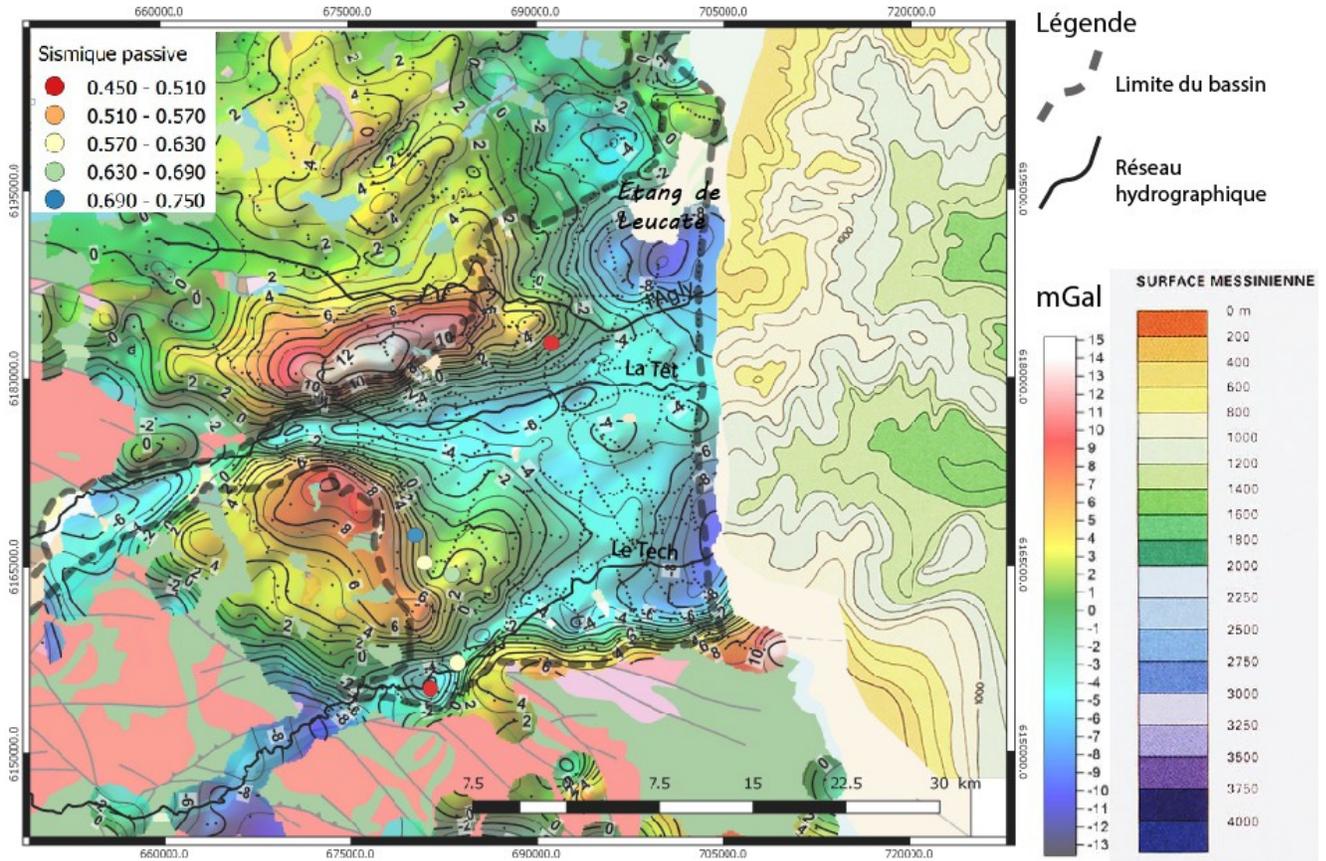


Figure 2 : Carte d'anomalie de Bouguer résiduelle (mGal) corrélée à la carte des isobathes de l'incision Messinienne en mer, avec la localisation des acquisitions de sismique passive présentant une fréquence de résonance basse fréquence

Par manque de temps pour finaliser le traitement de l'ensemble des données gravimétriques en carte (données BRGM et nouvelle campagne), la discussion des résultats se base sur les cartes d'anomalie de Bouguer résiduelle (Figure 2) et d'anomalie de Bouguer, non corrigée de l'anomalie régionale (Figure 4). Les nouvelles données apportent plus de précision mais ne change pas l'interprétation de la gravimétrie. Un profil gravimétrique Nord-Sud, réalisée le long de la côte à partir de l'ensemble des mesures est consultable en Annexe 5.A.

Sur la carte d'anomalie de Bouguer résiduelle (Figure 3), le bassin du Roussillon se caractérise par une anomalie gravimétrique globalement négative, de l'ordre d'une dizaine de mGal comparé au Socle.

Deux importantes anomalies gravimétriques négatives, de l'ordre de -5mGal comparé au reste du bassin, se localisent près de la côte, une au Sud de l'étang de Leucate, et une autre au Sud du bassin, au niveau du passage de l'actuel Tech.

Sismique passive

29 mesures de sismique passives ont été acquises : 3 mesures au niveau du socle et 26 dans le bassin et les vallées. La répétabilité des mesures sur un même site est bonne et il est possible de diviser les

mesures en trois catégories :

- (3 mesures) présentant aucune fréquence de résonance au niveau des basses fréquences, acquis au niveau du socle, correspondant à aucune interface lent/rapide (Annexe 2).
- (7 mesures) présentant une fréquence de résonance dans les basses fréquences (0,62 Hz – 0,75 Hz) correspondant à une interface (Annexe 3).
- (7 mesures) présentant deux fréquences de résonance distinctes : une basse fréquence (0,45 Hz - 0,6 Hz) et une autre plus haute fréquence (1 Hz – 1,2 Hz), correspondant à deux interfaces (Figure 3).

Les fréquences de résonance haute fréquence (50Hz) n'ont pas été prises en compte dans la suite de l'étude.

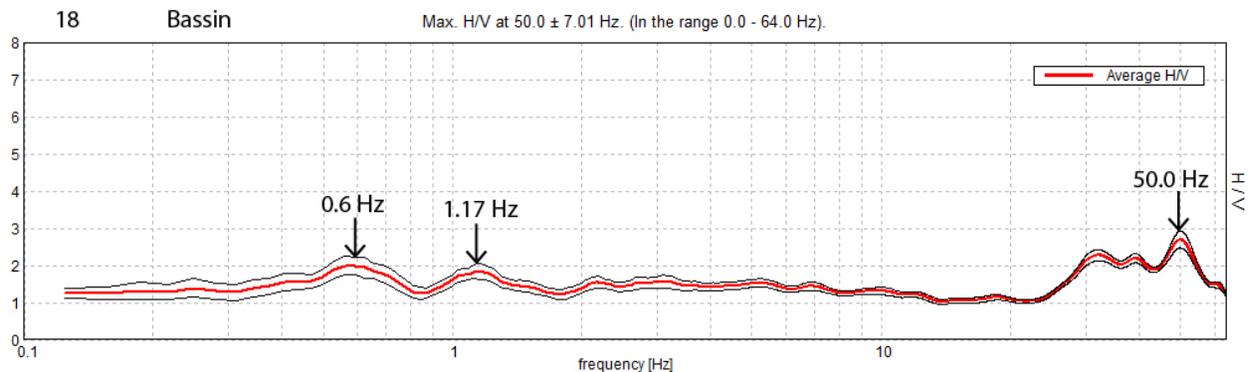


Figure 3 : Graphique de la fréquence (Hz) en fonction du rapport H/V pour l'acquisition numéro 18

Discussion

➤ Bassin Miocène/Socle

A l'échelle du bassin, la gravimétrie va être le plus sensible aux variations de géométrie du socle. De ce fait, une anomalie gravimétrique fortement négative peut s'interpréter comme un socle relativement profond avec une importante couverture sédimentaire et inversement.

Sur la carte d'anomalie de Bouguer résiduelle (Figure 2), deux importantes anomalies négatives, de l'ordre de - 5 mGal sont observables, au Nord et au Sud du bassin, toutes deux proches de la côte. Ces deux anomalies négatives peuvent s'interpréter comme étant des zones où le socle Paléozoïque est le plus profond.

Pour confirmer cette interprétation, il est nécessaire de se pencher sur les données de forage et de sismique (Annexe 4).

Dans la partie Sud du bassin, le forage d'Elne indique un socle Paléozoïque à 2222 mètres de profondeur alors que le forage de Canet, plus au Nord du bassin, a touché le socle Paléozoïque à 1785 mètres de profondeur. Non loin du forage d'Elne, se localise une des deux anomalies gravimétriques négatives importantes alors qu'au niveau du forage de Canet, l'anomalie gravimétrique négative est moins importante. Ces données de forage valident l'interprétation des anomalies gravimétriques comme étant représentatives de la profondeur du socle Paléozoïque.

L'interprétation de la sismique à terre (Annexe 4.C), corrélée aux forages d'Elne et Canet, montre également un socle Paléozoïque plus profond dans la partie Sud du bassin. Au niveau du forage de Canet, la ligne sismique en mer N323 (Annexe 4.D) et le profil à terre (Annexe 4.C) montre une remontée du socle Paléozoïque. En revanche, l'interprétation des deux profils sismiques montre que plus au Nord, le socle

Paléozoïque est peu profond, par rapport au Sud. La deuxième anomalie gravimétrique fortement négative (Figure 2), dans la partie Nord du bassin du Roussillon ne s'expliquerait donc pas par un socle Paléozoïque de profondeur importante. Cependant, cette affirmation se base sur l'interprétation des lignes sismiques à terre, où les contraintes sur la profondeur du socle au Nord sont minimales.

➤ Incision Messinienne

L'incision Messinienne a été décrite par Lofi et Duvail par le biais des forages et profils sismiques à terre comme en mer. Les données de forage d'Elne et Canet indiquent une transition Pliocène/Miocène, à 826 mètres de profondeur pour Canet contre 365 mètres de profondeur pour Elne, c'est-à-dire un remplissage Pliocène plus important du côté de Canet. L'interprétation des deux forages, couplées à des données de sismique (Annexe 4) placent le maximum d'incision légèrement au Nord du forage de Canet, au niveau de l'actuel Têt. Ensuite, les données en mer viennent compléter le tracé de l'incision Messinienne avec un canyon, dont la connexion avec le bassin du Roussillon est clairement visible. Cet unique canyon est donc interprété comme la réunion de la Têt et du Tech, avant la ligne de rivage actuelle (flèche 2 sur figure 4).

A l'échelle de la marge du Golfe du Lion, la gravimétrie permet d'observer les canyons Messiniens du Rhône et de la Durance (Annexe 5). Même si l'incision de ces derniers a été bien plus importante que pour les systèmes de la Têt et du Tech, cela montre que la gravimétrie peut être sensible à l'incision Messinienne.

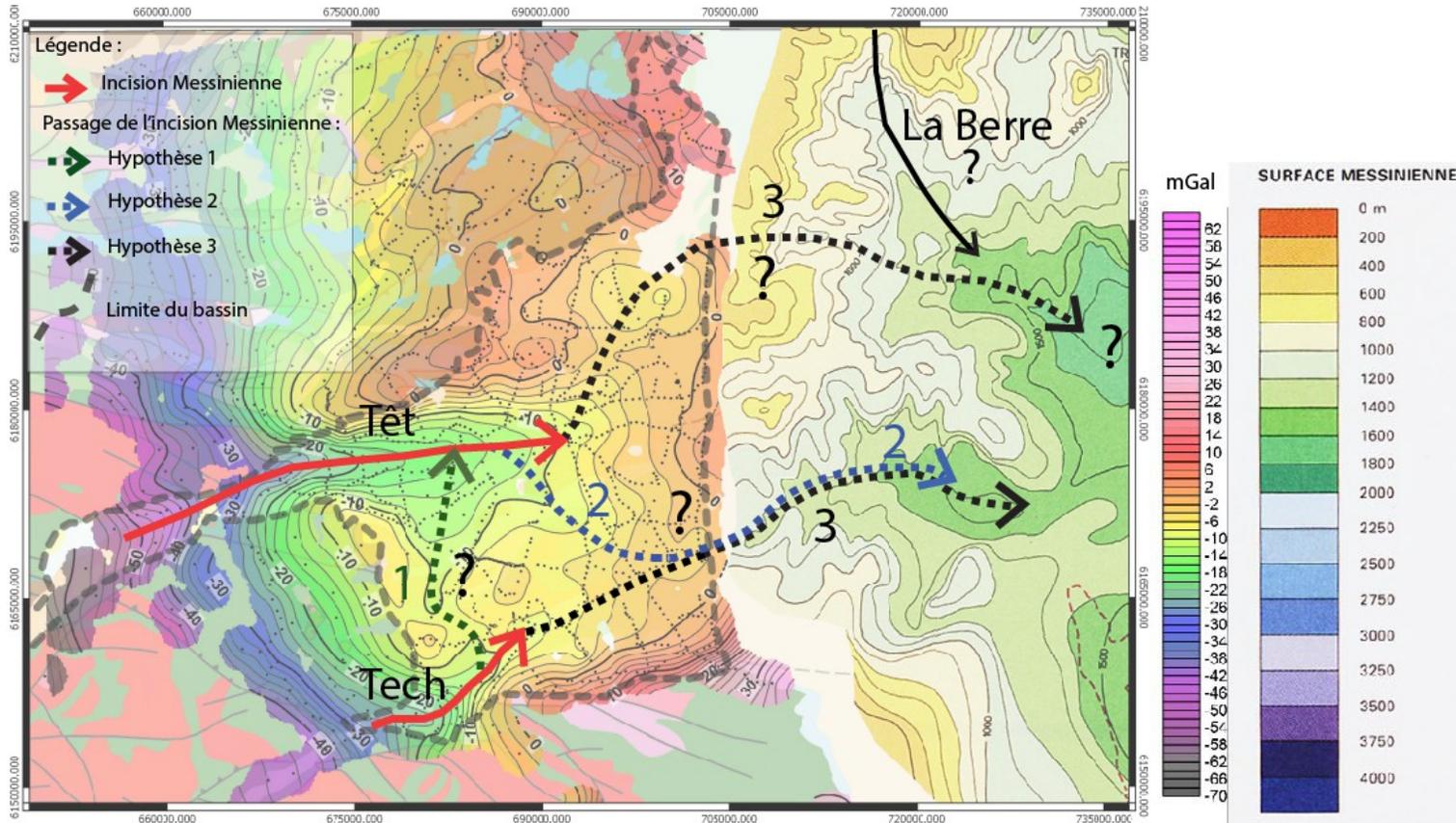


Figure 4 : Carte bilan des potentiels parcours de l'incision Messinienne vue avec la carte d'anomalie de Bouguer (non corrigée de l'anomalie régionale) corrélée à la carte des isobathes de la surface d'érosion Messinienne

Sur la carte d'anomalie gravimétrique (Figure 4), l'incision Messinienne de la Têt et du Tech est clairement observable (Flèches rouges), avec une incision plus importante pour la Têt que pour le Tech. Cependant, à mesure que l'on progresse vers l'Est du bassin, l'incision Messinienne n'est plus clairement identifiable et à partir de là, plusieurs hypothèses, sur le passage de l'incision dans le bassin, sont envisageables.

Hypothèse 1 (flèche 1 sur figure 4). L'anomalie gravimétrique négative semblant relier la Têt et le Tech peut s'expliquer par le captage du Tech par la Têt, dont l'intensité d'incision est plus importante. Cette zone traversée par le Tech, afin de se relier à la Têt, présente un socle relativement peu profond et donc une couverture sédimentaire moins importante : l'incision dans cette zone pourrait donc être assez rapide et le Tech pourrait ensuite avoir migré vers le Sud pour rejoindre un nouveau point bas. Cette déviation du Tech vers le Sud peut s'expliquer par l'anomalie gravimétrique négative visible au Sud du bassin, que l'on peut interpréter comme le passage de l'incision, et par le canyon Messinien en mer.

Hypothèse 2 (flèche 2 Figure 4). Une anomalie gravimétrique négative en direction du Sud peut s'expliquer par la migration de la Têt vers le Sud. Cette migration pourrait permettre la réunion de la Têt et du Tech et la concentration de l'incision dans la partie Sud du bassin là où sont observables, une anomalie gravimétrique négative et la poursuite de l'incision en mer avec le canyon Messinien.

Hypothèse 3 (flèches 3 Figure 4). Les deux systèmes Têt et Tech peuvent fonctionner séparément et former un système bi-compartimenté (Lofi, 2002), avec un canyon se localisant au Nord du bassin et l'autre au Sud, passant par les deux anomalies gravimétriques négatives (davantage visibles sur la carte d'anomalies résiduelles en figure 2).

L'incision du Tech, au Sud du bassin, se connecte avec le canyon Messinien observé en mer. Pour la partie Nord et le système de la Têt, le prolongement de l'incision en mer est moins évident. En effet, en mer, la Têt débouche sur un « haut-fond ». Mais l'observation d'un canyon en mer plus à l'Est peut laisser penser à une possible connexion avec la Têt.

Ce canyon a été caractérisé comme le possible prolongement de l'incision de la Berre, s'écoulant plus au Nord (Lofi, 2002). L'incision à terre peu marquée de la Berre (Lofi, 2002) rend la connexion entre l'incision à terre et en mer difficilement identifiable.

Le canyon Messinien observé en mer n'étant pas négligeable, on peut proposer que le canyon en mer peut être relié à l'incision de la Têt au Nord du bassin. La réunion des deux systèmes (Berre et Têt) en mer est également envisageable.

Pour expliquer cette connexion entre la terre et la mer, des canyons Messiniens karstiques ont déjà été proposés par Tassy et al. (2015) (Annexe 6). De plus, au Nord du bassin, il est possible d'observer un reliquat de karst Messinien : Font Estramar. Pour appuyer cette hypothèse, il serait intéressant de se pencher sur les données de gravimétrie en mer, pour voir si ce déficit de masse observé à terre se retrouve également en mer, et donc voir un potentiel karst Messinien. Dans la zone de Tassy et al. (2015), une étude gravimétrique à terre permettrait de voir s'il est possible d'observer une anomalie gravimétrique négative comme celle vue au Nord du bassin.

Ces hypothèses sur le parcours de l'incision Messinienne ne sont pas forcément dissociables les unes des autres. En effet, l'incision dans le bassin du Roussillon peut avoir évolué au cours du temps, sans pour autant pouvoir dater les différents épisodes. A l'heure actuelle, d'autres données sont nécessaires pour venir compléter l'interprétation gravimétrique de l'incision Messinienne dans le bassin. En effet, pour être davantage sensible aux variations dues à l'incision Messinienne en gravimétrie, il faudrait éliminer l'influence du socle sur les données. Pour se faire, des données de mesures du champ magnétique permettrait d'obtenir des informations sur la géométrie du socle et ainsi les corrélérer aux données de gravimétrie.

➤ Sismique passive

Les acquisitions de sismique passive peuvent compléter ce que l'on voit en gravimétrie. Malgré un

faible nombre d'acquisitions, des tendances semblent confirmer l'interprétation de la gravimétrie.

7 acquisitions présentent des fréquences de résonance allant de 0,62 Hz à 0,75 Hz correspondant à une augmentation de la vitesse vers 500-600 mètres de profondeur. Les mesures ont été effectuées au niveau d'anomalies gravimétriques positives.

7 autres mesures présentent des fréquences de résonance plus basse fréquence allant de 0,45 Hz à 0,6 Hz, ce qui correspond à une augmentation de vitesse à environ 750-850 mètres de profondeur. Ces mesures ont été effectuées au niveau d'anomalies gravimétriques plutôt négatives.

Ces 14 mesures se corrélaient avec les anomalies gravimétriques caractérisant la profondeur du socle. En effet, les 7 premières mesures présentant des profondeurs moins importantes que les 7 autres, se localisent au niveau d'anomalies plutôt positives, qui s'interprètent comme un socle de faible profondeur. Les fréquences de résonance obtenues pourraient donc être caractéristiques de la transition sédiments Miocène/Socle. Cependant, les mesures se localisant au Nord présentent une interface à une profondeur importante mais se localise au niveau d'une anomalie gravimétrique plutôt positive.

6 mesures présentent une deuxième fréquence de résonance plus haute fréquence (vers 1,15 Hz) ce qui correspond à une augmentation de vitesse à une profondeur allant de 310 à 375 mètres. Ces 6 mesures correspondent aux mesures présentant une deuxième transition vers 750-850 mètres de profondeur. Cette première transition (310-375 mètres) pourrait correspondre à la transition sédiments Pliocène/sédiments Miocène ou à la transition sables/argiles marins du Pliocène.

Effectuer des mesures de sismique passive au niveau des forages de Canet et Elne permettrait de déterminer avec précision les interfaces mesurées avec la sismique passive. De là, il serait intéressant d'effectuer des mesures au niveau des anomalies gravimétriques les plus négatives pour déterminer s'il existe un lien entre l'intensité de l'anomalie gravimétrique et la profondeur du socle, notamment dans la partie Nord du bassin, qui reste difficilement interprétable.

Conclusion

Cette étude gravimétrique sur le bassin du Roussillon nous apprend que l'incision Messinienne, moins évidente à observer que les variations de profondeur du socle, reste clairement visible au niveau de la Têt et de la Tech, dans la partie Ouest du bassin. Mais en progressant vers l'Est du bassin, le parcours de l'incision devient moins évident à déterminer et plusieurs hypothèses peuvent être proposées, s'accordant plus ou moins avec les études déjà menées sur l'incision. Pour valider ces hypothèses, il est nécessaire de se pencher sur d'autres données que celles de gravimétrie, comme la mesure du champ magnétique ou la sismique passive, pour comprendre l'impact du socle sur les mesures de gravimétrie.

La sismique passive montre une corrélation avec les anomalies de gravimétrie. Avec cette méthode, deux transitions semblent être visibles, dont celle entre les formations Miocène et le socle. Il serait donc intéressant d'effectuer des mesures de sismiques passives dans les zones difficilement compréhensibles comme la zone au Nord du bassin. Corréler ces données aux données de forages pour mieux comprendre les transitions mesurées et obtenir des valeurs de vitesse précises correspondant aux formations rencontrées permettrait une meilleure utilisation de cette méthode. Ces données complémentaires pourraient permettre de déterminer si la transition Pliocène/Miocène, donc l'incision Messinienne, peut être mesurée avec la sismique passive.

Une autre voie à développer est celle de l'étude des dépôts dans les paléo-chenaux Quaternaire. En effet, les dépôts dans ces paléo-chenaux, ayant incisés dans les formations Pliocène, constituent de potentiels réservoirs aquifères. Une étude plus approfondie de ces dépôts serait intéressante pour la ressource en eau. La gravimétrie à grande échelle effectuée ici ne permet pas de suivre ces paléo-chenaux. Cependant, de la gravimétrie à plus petite échelle apporterait peut-être de l'information, notamment au Nord du bassin, là où l'on retrouve d'importants dépôts Quaternaire. Des acquisitions de sismique passive près de l'étang de Leucate au Nord du bassin permettrait de savoir si cette méthode peut être sensible à la transition Quaternaire/Pliocène et intéressante à poursuivre par la suite pour l'étude de ces potentiels réservoirs aquifères.

Références

Aunay, B., le Strat, P., Duvail, C., Dörfliker, N., & Ladouche, B. (2003). Méthode d'analyse géologique sur la karstification des Corbières orientales et influence des évènements néogènes (torton-messiniens). *Hydrology of the Mediterranean and semiarid Regions. IAHS, Montpellier*, (278), 124-129.

Courtois, N., Le Strat, P., & Marchal, J. P. (2001). *Synthese hydrogéologique de la vallée de la Têt (Pyrénées-Orientales)*. BRGM/RP-51321-FR: 49 pp.

Duvail, C. (2008). *Expression des facteurs régionaux et locaux dans l'enregistrement sédimentaire d'une marge passive. Exemple de la marge du Golfe du Lion, étudiée selon un continuum terre-mer* (Doctoral dissertation, Université de Montpellier 2).

Duvail, C., Gorini, C., Lofi, J., Le Strat, P., Clauzon, G., & dos Reis, A. T. (2005). Correlation between onshore and offshore Pliocene–Quaternary systems tracts below the Roussillon Basin (eastern Pyrenees, France). *Marine and Petroleum Geology*, 22(6-7), 747-756.

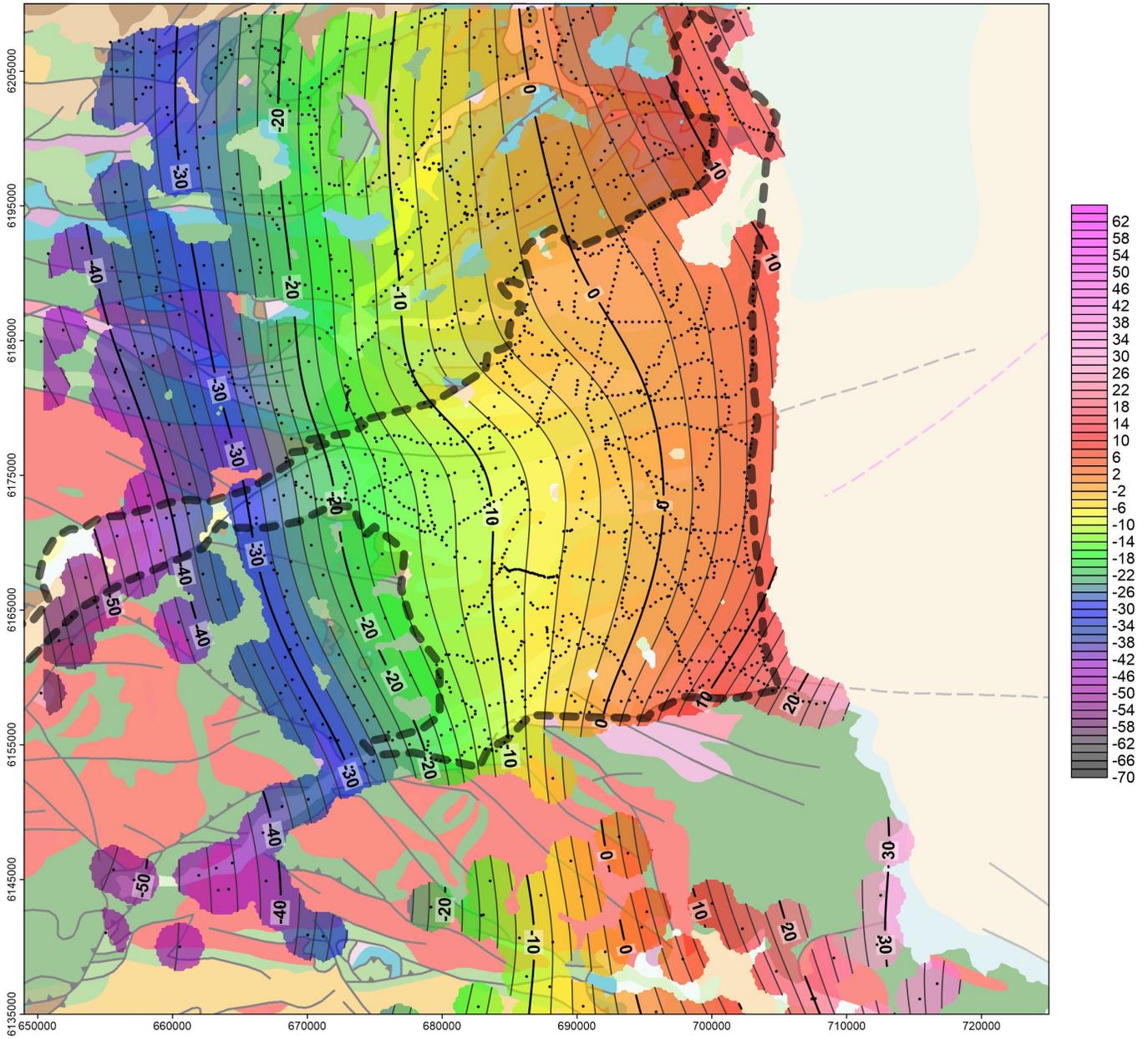
Duvail, C., Le Strat, P., Alabouvette, B., Perrin, J., & Seranne, M. (2000). Evolution géodynamique du bassin du Roussillon: Analyse des profils sismiques calibrés par les sondages profonds de Elne 1 et de Canet 1. *Rapport GEO-TER*, 1200-137.

Lofi, J. (2002). *La crise de salinité messinienne: conséquences directes et différées sur l'évolution sédimentaire de la marge du Golfe du Lion* (Doctoral dissertation, Lille 1).

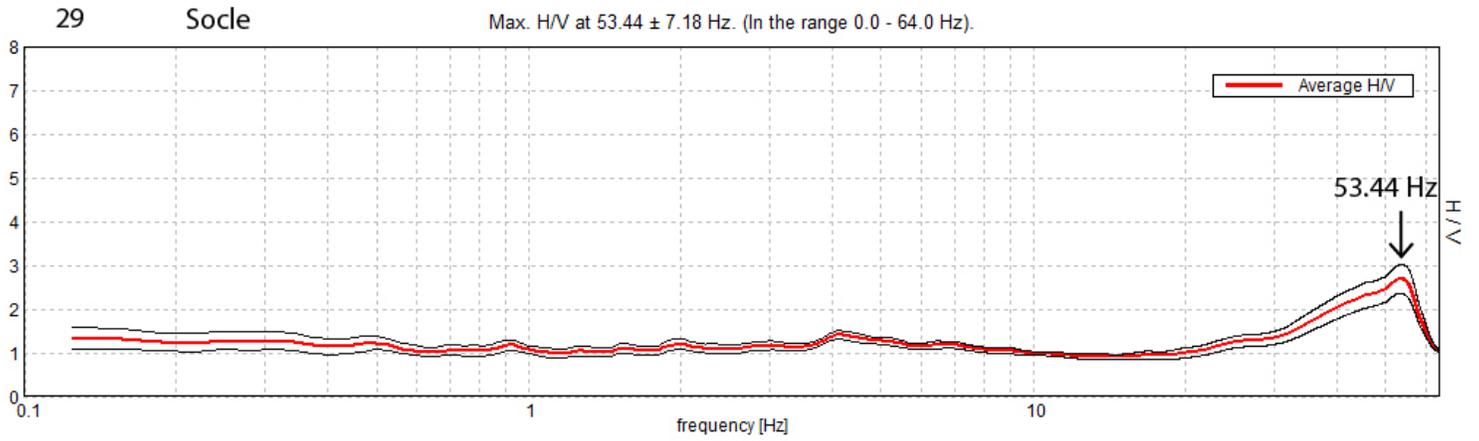
Martelet, G., Pajot, G., & Debeglia, N. (2009). *Nouvelle carte gravimétrique de la France; RCGF09–Réseau et Carte Gravimétrique de la France, 2009*. Rapport BRGM/RP-57908-FR.

Tassy, A., Fournier, F., Munch, P., Borgomano, J., Thinon, I., Fabri, M. C., ... & Cornee, J. J. (2014). Discovery of Messinian canyons and new seismic stratigraphic model, offshore Provence (SE France): Implications for the hydrographic network reconstruction. *Marine and Petroleum Geology*, 57, 25-50.

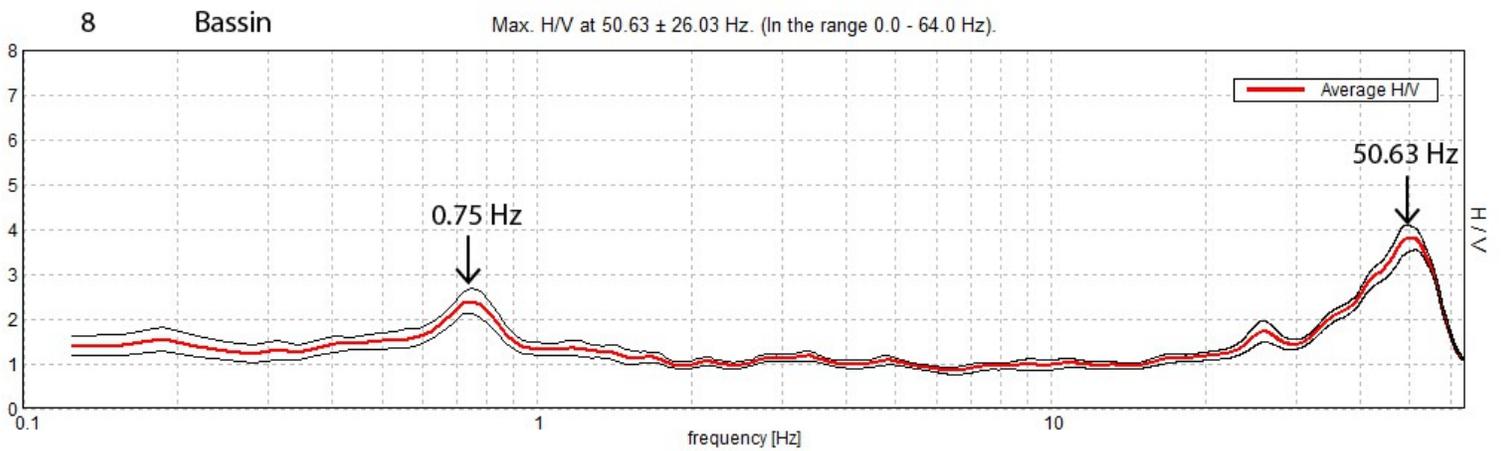
ANNEXES



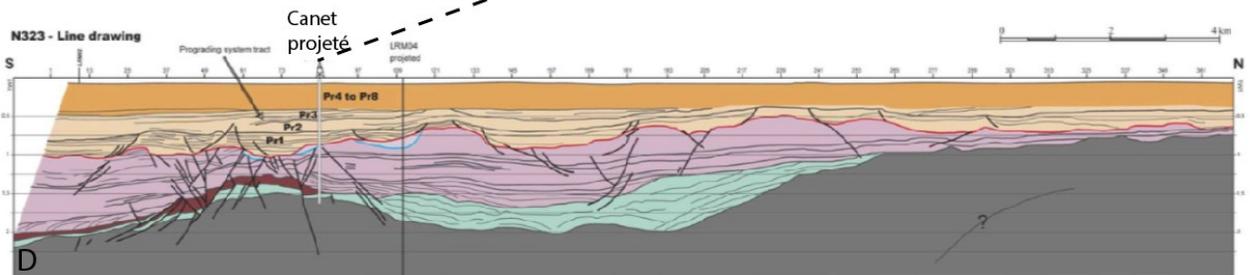
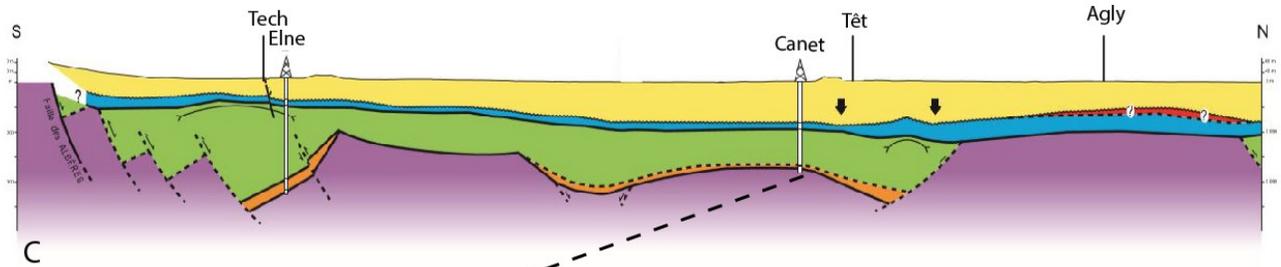
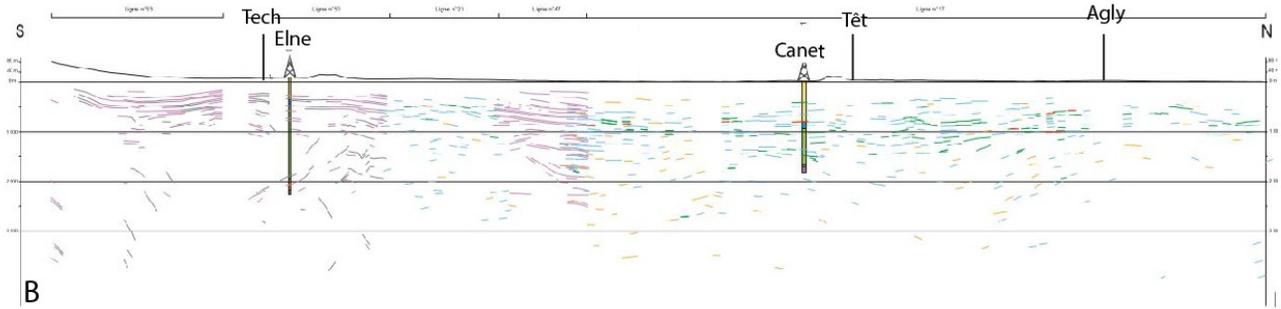
Annexe 1: Carte de l'anomalie gravimétrique régionale (mGal)



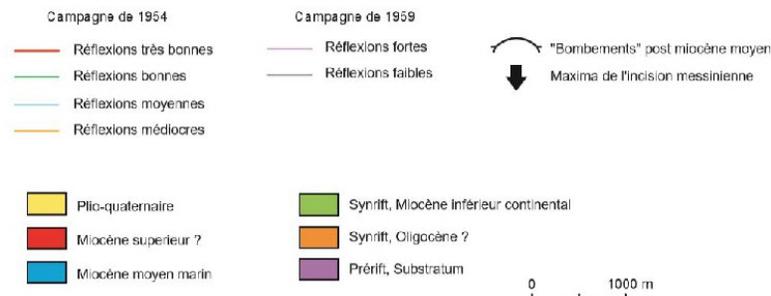
Annexe 2 : Graphique de la fréquence (Hz) en fonction du rapport H/V pour l'acquisition numéro 29 (Socle)



Annexe 3 : Graphique de la fréquence (Hz) en fonction du rapport H/V pour l'acquisition numéro 8 (Bassin)



Légende Figures B et C



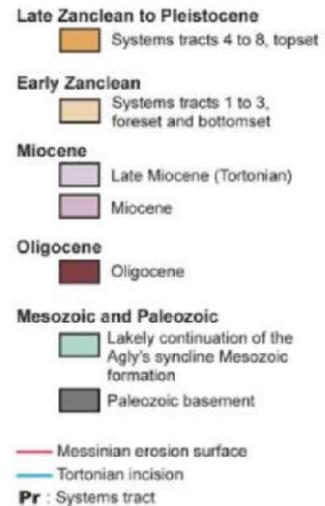
SOURCES

C. E. P. Campagne N° A 22, 1959.
C. F. P. S. 1954.

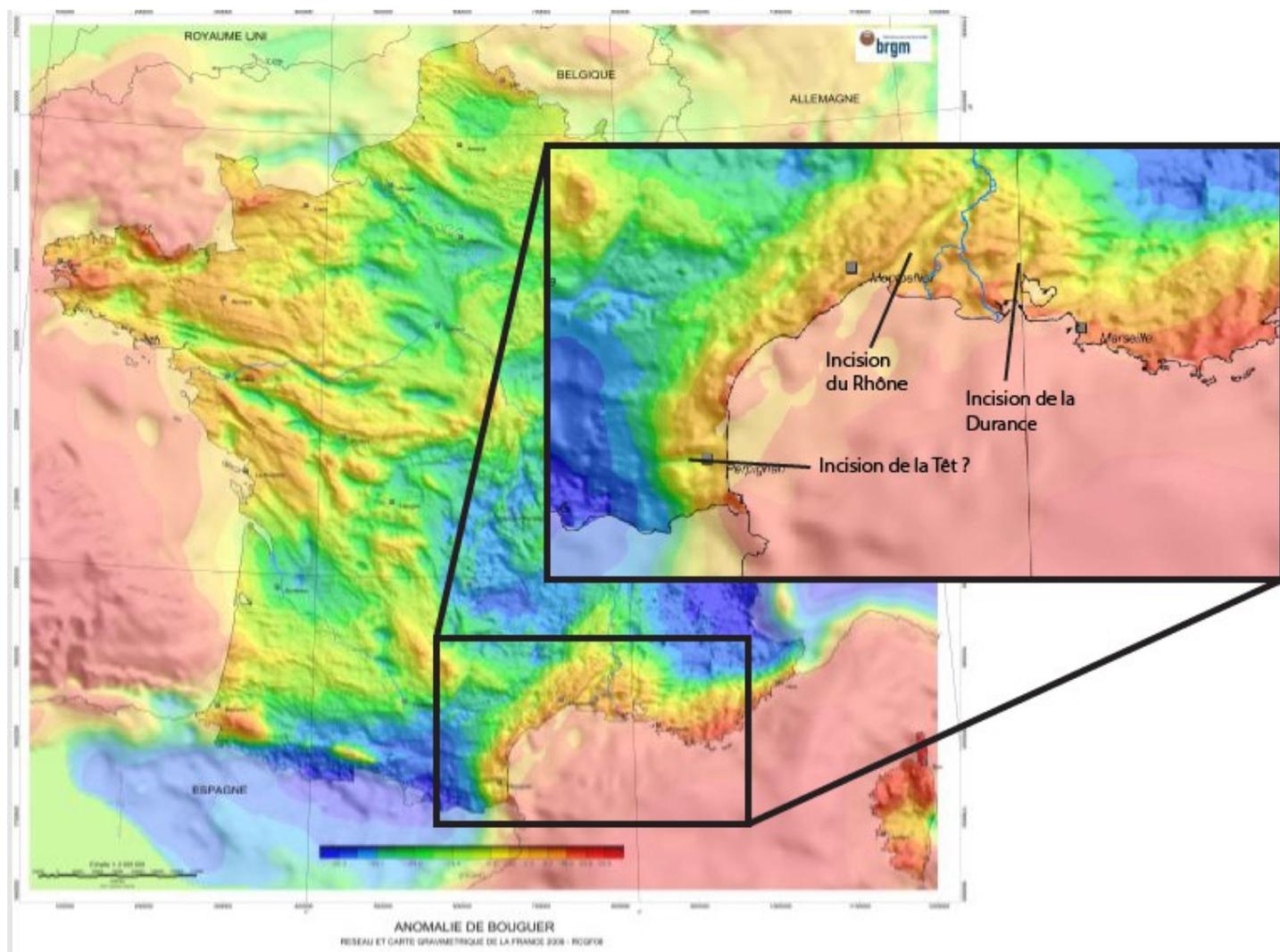
AUTEURS

C. Duval, P. Le Strat et la collaboration de B. Alabouvette, J. Perrin, M. Séranne.
Décembre 2000.

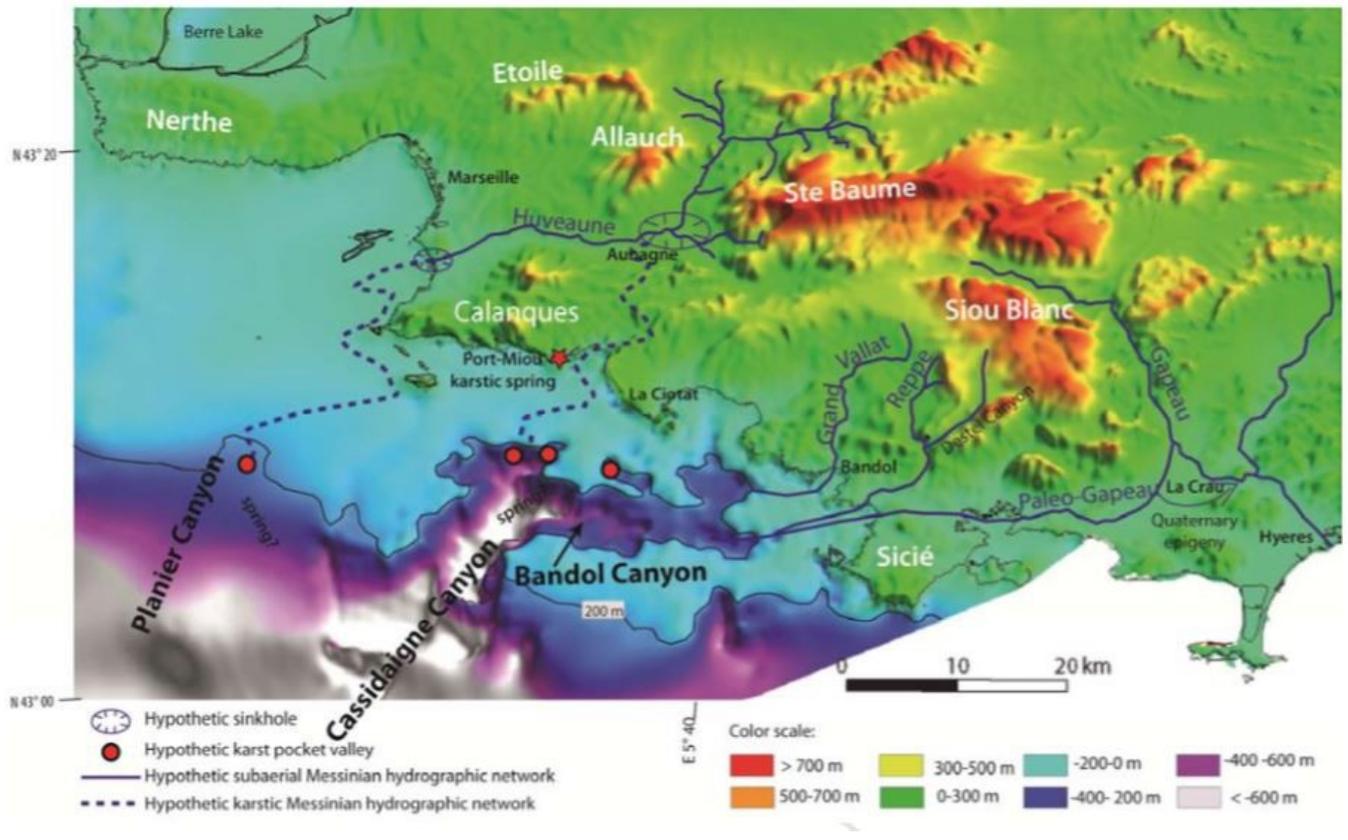
Légende Figure D



Annexe 4 : Corrélation du profil gravimétrique (A), sismique à terre (B et C) et sismique en mer (D).



Annexe 5 : Carte de l'anomalie de Bouguer de la France (Source : BRGM, 2009)



Annexe 6 : Carte des potentiels karsts Messiniens dans la zone de Marseille (Source : Tassy et al., 2015).