



*Licence 3<sup>e</sup> année*

*« Sciences de la Terre »*



*Direction : Marie Revel et Julie Schneider*

# **CARTOGRAPHIE DE LA SERIE DU KEUPER**

## **GRASSOIS**

Jérémy GIULIANO

Thomas Lebourg : Maître de stage

Université

de Nice – Sophia Antipolis, 28 Avenue Valrose 06108 Nice Cedex

# Cartographie de la série du Keuper grassois

## Résumé :

Cette étude s'intéresse à l'organisation spatiale et structurale de la série du Keuper constituant la base du versant supportant la ville de Grasse (Alpes Maritimes). Il s'agit de l'étage du Trias supérieur, bibliographiquement indifférencié et caractérisé par des alternances marnes/gypse/calcaire. Pour cela deux approches ont été abordées : une analyse stratigraphique et structurale donc de terrain, mais aussi le traitement de données en profondeur, obtenues à partir des forages. Les formations de cette série semblent être discontinues et marquées par des variations locales de puissance. La production finale de ce rapport est la réalisation d'une carte géologique haute résolution reportant les formations différenciées du Keuper, et plus particulièrement des couches gypseuses. Des coupes interprétatives proposent que le Trias supérieur soit affecté par une série de grand mouvement de versant guidé par l'héritage structural.

**Mots clés :** Grasse, Trias, Keuper, gypse, cartographie.

# Cartography of the Keuper series of Grasse

## Abstract :

This work concerns the spatial and structural organization of Keuper (superior Trias) located in the Grasse's slope (Alpes Maritime). The Keuper is characterized by gypsum alternating with limestone and argillaceous shale. Two methods have been carried out : stratigraphic and structural analysis, coupled with drill data. This series seems to be discontinuous and show local variation of thickness. This work presents a high resolution map of the Grasse's region, and especially mapping gypsum series. My work has shown that superior Trias should be affected by a series of great slope movement. These movements should be guided by structural context.

**Key words :** Grasse, Trias, Keuper, gypsum, cartography.

## **Remerciements**

En premier lieu, je tiens à remercier mon maître de stage, Thomas Lebourg, pour la confiance et l'autonomie qu'il m'a accordé durant ce mois de stage, mais aussi pour l'élaboration de ce sujet.

Je ne manquerai pas bien entendu de remercier Swann Zerathe, étudiant en M2 et futur Thésard, qui malgré son travail a su être présent pour des conseils et remarques pertinentes.

Je tiens aussi consacrer cette page à mes camarades de promotions et de stages pour l'intérêt qu'ils ont porté sur ce travail.

Enfin je voudrais aussi adresser mes remerciements à mes compagnes de terrains : les ronces et les orties.

# Table des Matières

<b>I INTRODUCTION.....</b>	<b>6</b>
<b>II CADRE GEOLOGIQUE ET PROBLEMATIQUE .....</b>	<b>7</b>
1) Contexte général .....	7
2) Description des connaissances du Trias .....	7
3) Problématique générale et objectifs de l'étude : .....	9
<b>III METHODOLOGIE :.....</b>	<b>10</b>
1) Etude bibliographique du contexte géologique : .....	10
2) Observations de terrains : .....	10
3) Cartographie et traitements des données.....	11
<b>IV OBSERVATIONS DE TERRAINS : .....</b>	<b>12</b>
A Les facies du gypse .....	12
B Stratigraphie du Keuper :.....	15
C Aspects structuraux du Keuper : .....	18
1) Pendage et inclinaison.....	18
2) Discontinuité de la série .....	20
<b>V LES DONNEES DE FORAGES : .....</b>	<b>21</b>
1) Approche qualitative et quantitative d'un carottage :.....	21
2) Approche quantitative à partir d'une base de données :.....	21
<b>VIII INTERPRETATION ET DISCUSSION :.....</b>	<b>24</b>
<b>IX CONCLUSION : .....</b>	<b>27</b>
<b>X BILAN PERSONNEL .....</b>	<b>28</b>

## Liste des figures

Figure 1 : Carte géologique du secteur grassois (extrait carte BRGM 1/1000) .....	7
Figure 2 : Log stratigraphique du versant grassois (Zerathe.S 2008, rapport de stage M1).....	9
Figure 3 : Carte des zones prospectées.....	10
Figure 4 : Gypse fibreux (vallon du Riou Blanquet .....	12
Figure 5 : Gypse rouge saccharoïde lité (vallon des Hautes Ribes) .....	12
Figure 6 : Gypse beige saccharoïde lité et en nodule (vallon du Riou Blanquet).....	13
Figure 7 : Gypse marneux (vallon des Hautes Ribes) .....	13
Figure 8 : Gypse ‘cargneulisé’ .....	14
Figure 9 : Gypse en ‘pic’ .....	14
Figure 10 : Dolomie blanche du Muschelkalk (quartier de la gare) .....	15
Figure 11 : Couche de charbon (vallon des Hautes Ribes) .....	16
Figure 12 : Logs stratigraphiques du Keuper des trois vallons .....	17
Figure 13 : Projection stéréographique du pendage global du gypse .....	18
Figure 14 : Micro plis du gypse lité (vallon du Riou Banquet).....	18
Figure 15 : Cisaillement intense du Gypse (Hautes Ribes) .....	19
Figure 16 : Forme en sigmoïde du gypse .....	19
Figure 17 : Projection stéréographique des zones gypseuses déstructurées (en vert) et des failles du Réthien (en rouge) .....	20
Figure 18 : Faille dans le Réthien (Hautes Ribes, au dessus du charbon) .....	20
Figure 19 : Extrait d’une carotte de 2m de gypse.....	21
Figure 20 : Répartition géographique des forages traversant le gypse .....	22
Figure 21 : Diagramme représentant l’altitude et la côte du toit du gypse en fonction des numéros de forages.....	22
Figure 22 : Corrélation de la géologie du versant et des profondeurs du gypse .....	23
Figure 23 : Principe géométrique .....	24
Figure 24 : Carte géologique et coupes interprétatives.....	26

# I Introduction

Ce mémoire de stage L3 en recherche au laboratoire de Géoscience Azur s'intègre dans la compréhension de l'organisation du Trias supérieur de la commune de Grasse. Ce secteur situé à 30 km au Nord Ouest de Nice est soumis à un couvert urbanisé dense, générant une grande vulnérabilité dans un contexte d'aléas mal contraint.

L'intérêt de comprendre l'organisation du Trias supérieur, et plus particulièrement celle du Keuper, découle de sa forte constitution en gypse. En effet ce sulfate de calcium peut impliquer par processus d'érosion d'importants phénomènes gravitaires : effondrements et glissements de terrains.

La détermination des accidents de types gravitaires s'insérant dans la gestion des risques repose en partie sur la connaissance de l'organisation spatiale et structurale des formations géologiques.

Ce travail découle donc d'un besoin de cartographier le Keuper en s'initiant au sein d'une recherche basée sur la compréhension de la dynamique du versant grassois. Il a pour but de constituer :

- une carte géologique du Keuper (précision de travail au 1/1000<sup>è</sup>)
- un log stratigraphique de la série du Keuper
- plusieurs coupes géologiques interprétatives de la base du versant grassois

## II Cadre géologique et problématique

### 1) Contexte général

La commune de Grasse est située à la jonction d'une dépression triassique du domaine provençal et des chevauchements subalpins (fig. 1) associés à la nappe de Castellane (M.Franco, 1982).

- L'ensemble du domaine provençal du Secondaire correspond à un décollement de la couverture sédimentaire du socle Hercynien. Celui-ci se décline du Trias moyen jusqu'au Jurassique supérieur dans une série monoclinale, autochtone et inclinée vers le Nord.
- Au Nord de la commune ce domaine provençal est recouvert par le domaine subalpin chevauchant à partir du plateau de Caussols (H.Spini, 1978).

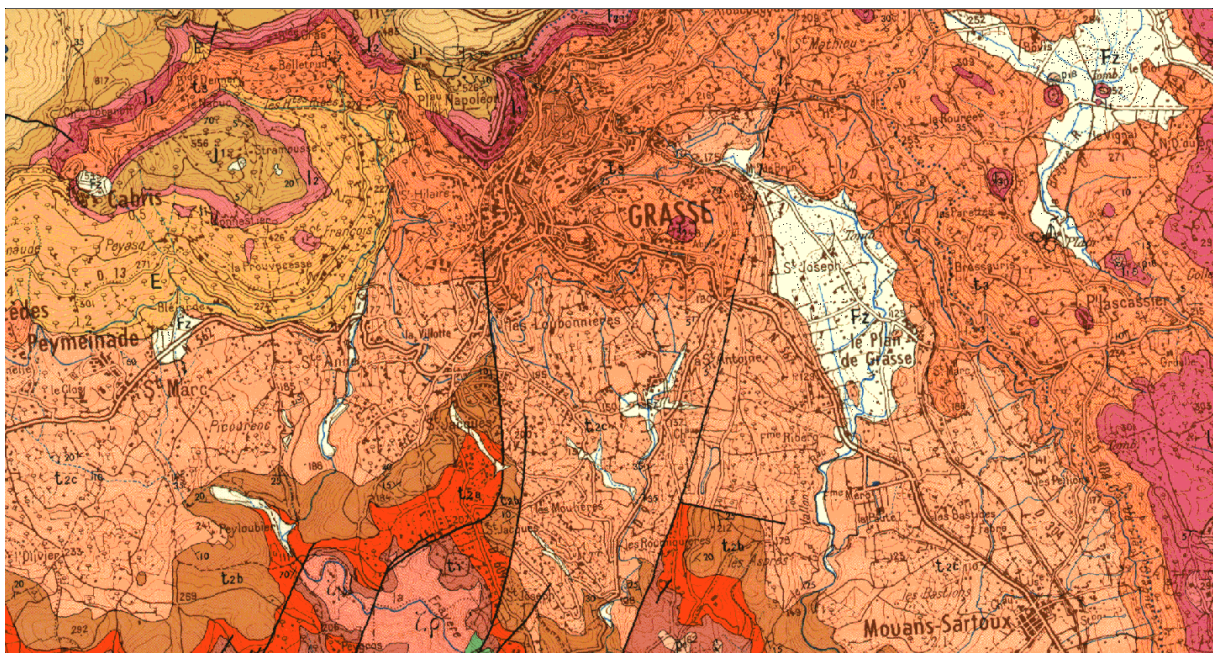


Figure 1 : Carte géologique du secteur grassois (extrait carte BRGM 1/1000)

En 2008 une campagne de cartographie a permis de mettre en évidence de façon plus précise la géologie du versant grassois : celui-ci est organisé de deux grands types de formations. Un empilement monoclinale de strates d'âge Secondaire orienté E-W avec un pendage de 15-20°N, et des formations Quaternaire de roches exogènes continentales, recouvrant parfois les couches du secondaire (Zéathe.S, 2008 rapport de stage M1).

### 2) Description des connaissances du Trias

La région comprise entre le massif du Tanneron et la base du versant grassois, est formée uniquement de terrains triassiques. Seule la partie supérieure, c'est-à-dire le Keuper est dans la limite du secteur étudié. Ce Keuper est constitué d'après H.Spini (1978) de marnes lie de vin associées à du gypse, et sont masqués en grande partie par des formations superficielles avec une végétation abondante. Ainsi

les études stratigraphiques des formations triassiques sont rares privilégiant toujours une analyse à partir du Jurassique.

-Les dépôts du Trias supérieur (t3) : cette formation n'est pas individualisée sur la carte du BRGM 1/5000. Cependant la notice décrit du mur au toit une alternance de dolomies blanches et de marnes verte, d'argiles plastiques pouvant atteindre une puissance de 50m suivit de cargneules, de grosses dolomies blanches et enfin du gypse. Une puissance de 100m est accordée au Keuper.

Une première évaluation de la géologie du Trias supérieur a été élaborée par L.Bertrand (1933) et S.Zerathe (2008) :

-Secondaire Triassique du Muschelkalk

Les **dolomies blanches** stratifiées ont puissance supérieure à 100m, et possède une orientation N-S avec un pendage général de 15-20°N. Cette formation a été rattachée au Muschelkalk entre Magagnosc et Bar sur Loup, où il affleure dans un anticlinal (H.Spini, 1978).

-Secondaire Triassique du Keuper

**Argiles et gypses** : la base de la série du Keuper débute par une couche complexe d'argiles et de gypses surmontant les dolomies du Muschelkalk. La puissance de cette série a été estimée à 100m (S.Zerathe, 2008). Les argiles complètement déstructurées sont bariolés et vari colore (rouges, brunes et vertes), contenant de nombreux fragments de gypses de tailles décimétriques (notice BRGM).

Quant au gypse, il présente une alternance de couches fibreuses et de niveaux saccharoïdes. Il semble affleurer uniquement en amont du vallon du Riou Blanquet (Annexe 1). Cette présence très locale a posé d'important problèmes d'interprétations sur sa disposition géométrique avec les autres lithologies du Secondaires : ainsi plusieurs hypothèse ont émergées afin d'expliquer son contexte de mise en place (S.Zerathe, 2008).

- Soit la mise en place du gypse dans ce secteur serait la conséquence d'une cause tectonique (diapir, faille).
- Ou bien d'une simple sédimentation dans une dépression.

**Dolomies gréseuses roses et grès ocre** : la fin de la série du Keuper est caractérisée par une formation composée d'intercalation de dolomies roses à l'aspect gréseux et de grès fin ocre à ciment siliceux d'une puissance de 50m. Il a été mis en évidence que ce grès est d'origine marine (présence de système de chenaux empilés), dont la roche mère serait un gneiss ou un granite, provenant probablement du socle Hercynien.

-Secondaire Triassique du Réthien (I1) : la dernière période du Trias est constituée d'une alternance de **calcaire dur gris** et de **marno-calcaires jaunes** en plaquettes et possède une puissance d'une vingtaine de mètre. Localement le Réthien peut être jaune possédant une forte odeur de dolomie à la cassure, avec une faible réaction à l'acide : on constate un phénomène de dolomitisation tardive. Cette altération particulière du Réthien pose de nombreux problème pour sa cartographie mis à part ses marnes jaunes caractéristique, et se confond facilement avec l'Héttangien (Lias) qui est en contact normal (S.Zerathe, 2008).



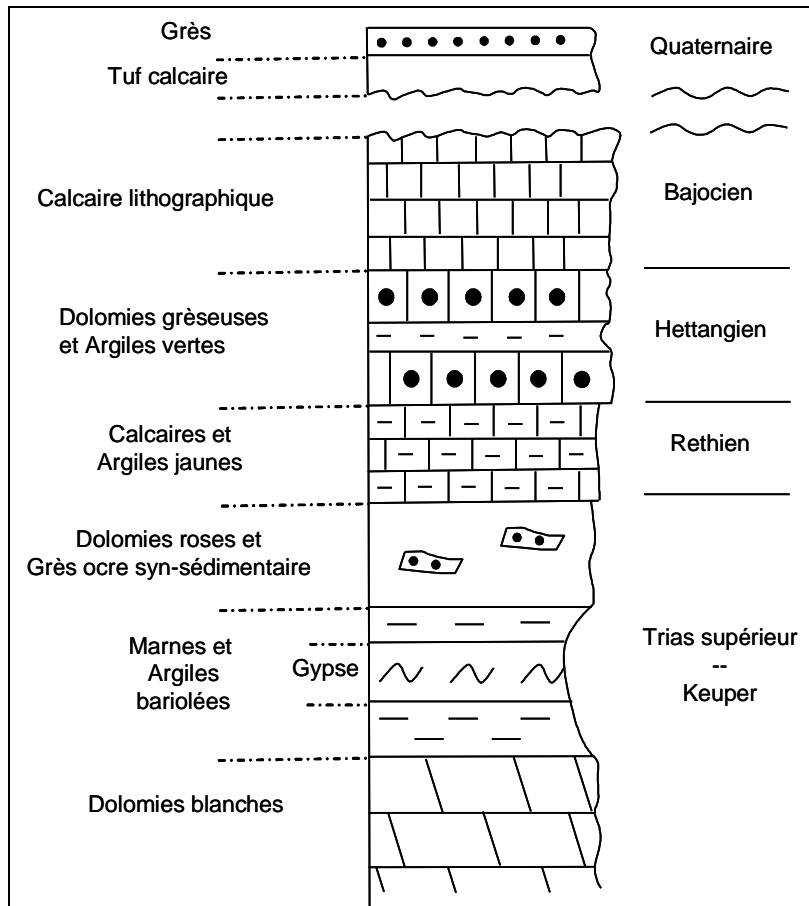


Figure 2 : Log stratigraphique du versant grassois (Zerathe.S 2008, rapport de stage M1)

### 3) Problématique générale et objectifs de l'étude :

Les cartes géologiques établies sur le secteur de Grasse ont été réalisées avec une faible précision, sans aucune différenciation des faciès stratigraphiques du Trias. Cette faible précision ne satisfait pas la recherche effectuée au laboratoire sur la cartographie des mouvements de terrain. En effet, l'épaisseur des couches et les variations subtiles des pendages sont des indicateurs essentiels à la localisation d'accidents de type gravitaire. La campagne de cartographie de 2008 a permis de mieux appréhender la géologie du Trias supérieur, mais celle-ci reste cependant incomplète, notamment sur la disposition spatiale et géométrique du gypse. Cette discrétisation est principalement focalisée sur le Keuper en complétant le travail de cartographie commencé auparavant. L'intérêt de cette étude est de déterminer une approche sur la compréhension du comportement du Trias gypseux et sa position dans le versant, au sein d'un contexte chevauchant.

Les objectifs de l'étude sont :

- La discrétisation et la caractérisation des formations du Trias gypseux
- Un essai d'interprétation des anomalies de puissances
- La constitution d'une base de données à partir des forages effectués

### III Méthodologie :

Dans le but de comprendre le contexte du Trias gypseux de la commune de Grasse, j'ai organisé mon travail en plusieurs étapes :

#### 1) *Etude bibliographique du contexte géologique :*

En plus du premier travail bibliographique effectué en amont de ce stage résumant les connaissances générales relatives au gypse, mon premier travail a été la détermination de la géologie du secteur grassois. Cette étape a paru essentielle dans ce travail de recherche, car elle a permis à la fois de bien positionner la problématique du sujet d'étude, mais aussi d'éviter des recouvrements sur des études déjà faites préalablement. Ce travail préliminaire a été particulièrement intéressant car il a amené mes recherches par exemple jusqu'aux archives municipales de Grasse.

Les principales sources bibliographiques ont été la carte géologique Grasse-Cannes au 1/50 000 du BRGM, les données de forages détaillées par un log stratigraphique géographiquement localisés ([www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr)), les thèses de Michel Franco (1982) et d'Henri Spini (1978) relatant de la géologie des chaînes subalpines méridionales, et une étude géologique de 1933 de L. Bertrant.

#### 2) *Observations de terrains :*

J'ai concentré la majorité de mon travail par des observations et levées de terrains sur des minutes extraites de l'EDR 25 du département des Alpes Maritimes (échelle 1/5000, format A3, donnant une précision de 10m). Les zones prospectées (fig. 3) ont été définies en fonction de la topographie (talweg) et de l'indication du Trias sur la carte géologique, sur divers hypothèses de failles présentes, mais aussi en fonction du temps imposé par la durée de l'étude. Il est apparu que la zone Sud n'a pas présenté d'affleurements intéressants, ainsi l'étude du Keuper repose sur les deux autres secteurs (à l'Est et à l'Ouest du centre ville, fig. 3). Les observations se sont focalisées essentiellement sur les différents faciès de gypse, mais aussi d'un point de vue structural et de la nature des contacts géologiques.

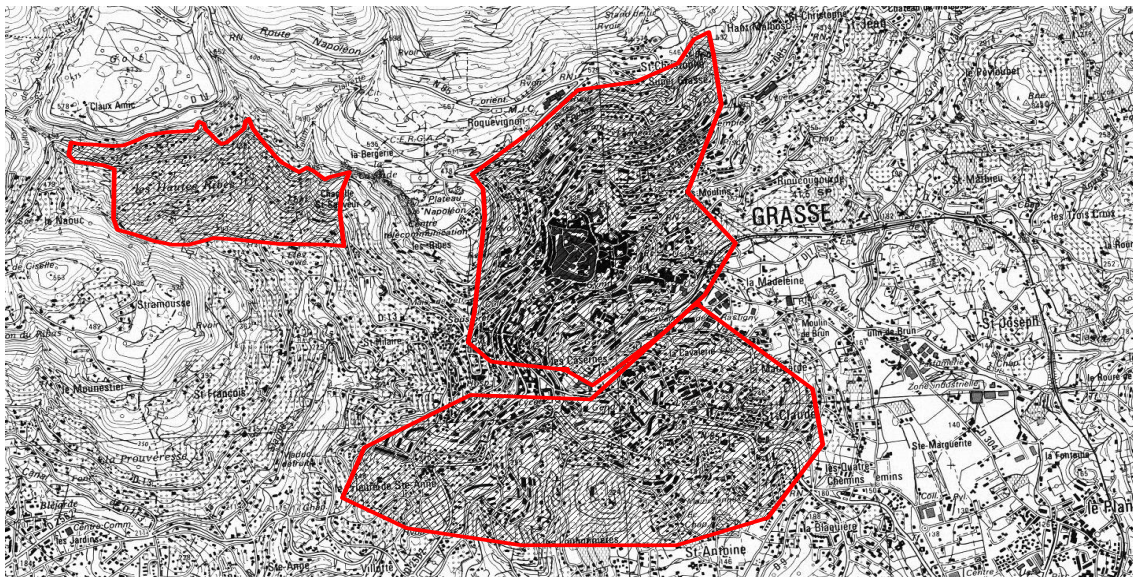


Figure 3 : Carte des zones prospectées

### 3) Cartographie et traitements des données

Puis au laboratoire j'ai constitué une base de données numérique (sur Excel) à partir des logs stratigraphiques obtenu par divers forages que j'ai couplé avec mes levées de terrains sur un Système d'Information Géographique (MapInfo), afin d'élaborer des cartes géologiques précises. Les données structurales ont été traitées avec le logiciel Stem2 permettant d'effectuer des canevas de Wulf numériques. Enfin à partir de la combinaison de toutes les données, diverses coupes géologiques ont pu être établies dans le but d'effectuer différentes interprétations.

### 4) Difficultés rencontrées

Tout d'abord au cours de la campagne de terrain, j'ai rencontré quelques difficultés pour observer les affleurements :

- D'une part ceux-ci sont souvent masqué par des couches superficielles du Quaternaire, ou bien par l'urbanisation du secteur d'étude.
- D'autre part, en ce qui concerne la prospection des talwegs, qui sont potentiellement les zones les plus favorables pour l'élaboration d'une carte géologique, une partie des versants et fonds de vallons est masquée par d'importants éboulements de blocs décimétriques appartenant au Jurassique. Ce qui a probablement fossé en partie la finesse de la cartographie.

Ensuite lors de la conception de la base de données à partir des logs stratigraphiques des forages, je me suis aperçu que de nombreuses formations similaires étaient caractérisées par des termes différents. Toute la difficulté était de déterminer différentes classes auxquelles appartenaient chacune des formations.

Enfin, la détermination de chacune des puissances des couches appartenant aux Keuper a été complexe du fait que cette série semble discontinue par des jeux de failles gravitaires.

## IV Observations de terrains :

### A Les facies du gypse

On retrouve sur le territoire grassois 4 facies de gypse du Keuper :

- 1) **Le gypse blanc fibreux** : il est très compact et disposé en petites couches lamellaires d'une épaisseur moyenne de 1-2 cm, mais il peut être caractérisé par une épaisseur allant jusqu'à 15-20cm. Cette texture fibreuse est un bon argument d'identification, de plus les cristaux parallèles ont une organisation unidirectionnelle et sont joint par chacune des faces cristallines (fig. 4). Chaque fibre est presque toujours perpendiculaire aux murs et aux toits des couches de ce facies, même lorsque celui-ci a subi une déformation par micros plissements centimétriques.



Figure 4 : Gypse fibreux (vallon du Riou Blanquet)

- 2) **Le gypse rouge saccharoïde** : ce faciès possède un éclat paillette (comme les micas) une couleur caractéristique, rouge sanguin, et une texture grenue. On le retrouve soit en amas mélangé avec d'autres masses gypseuses et lamellaires, ou bien en lit (fig. 5) dont l'épaisseur varie du millimètre à 20cm.

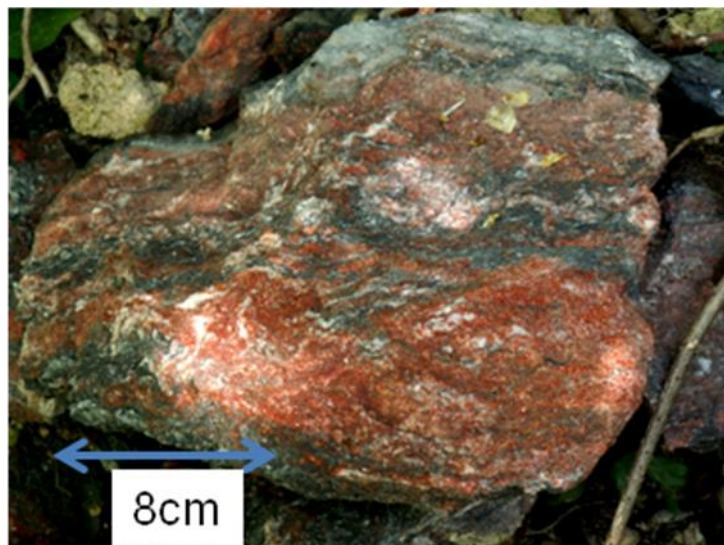


Figure 5 : Gypse rouge saccharoïde lité (vallon des Hautes Ribes)

- 3) **Le gypse beige saccharoïde** : il a un éclat gras et une variation de couleur allant du beige pâle à une teinte orangée, ce qui peut parfois entraîner une confusion avec le gypse blanc fibreux altéré, d'où l'intérêt d'observer des échantillons sains. On peut le retrouver soit en lit d'environ 2cm d'épaisseur ou en nodule (fig. 6).



Figure 6 : Gypse beige saccharoïde lité et en nodule (vallon du Riou Blanquet)

- 4) **Le gypse marneux** : ce facies est composé de minéraux gypseux translucides à éclat paillette. Les minéraux disposés de façon anarchiques sont lamellaires et de petites tailles (1 à 2mm de long et moins de 0.5mm de large). L'ensemble est mélangé à des marnes plus ou moins compactes de couleur grise à noire (fig. 7). Du fait de la petite taille des minéraux gypseux il est courant de le confondre avec de simple marne.



Figure 7 : Gypse marneux (vallon des Hautes Ribes)

La disposition de ces 4 facies sont intercalés par des lits argileux et peuvent être mélangés entre eux, mais en ordre général on retrouve une alternance de couches fibreuses avec des niveaux saccharoïdes et argileux.

### 5) Facies d'altération :

Enfin du fait du fort pouvoir de solubilité du gypse (2,6 g/l à 20°, Jakucs, 1977) on observe trois facies d'altération. Le premier est caractéristique du gypse fibreux, lui conférant un aspect lissé, en dissolvant par l'action de l'eau les fibres cristallines. Le deuxième concerne essentiellement le gypse fibreux, rouge et beige en leur donnant un aspect « cargneulisé » par l'effet du ruissellement des eaux en fond de vallon (fig. 8). Puis le dernier correspond à l'action des gouttes des eaux de pluie formant une structure en petits pics millimétriques (fig. 9).



Figure 8 : Gypse 'cargneulisé'



Figure 9 : Gypse en 'pic'

Les caractéristiques de ces facies nous indiquent bien qu'au Keuper la sédimentation est salifère et lagunaire, faisant alterner des périodes de dépôts argileux et des dépôts de lits gypseux par évaporation dans un climat semi aride.

## *B Stratigraphie du Keuper :*

Les observations du Keuper ont été réalisées essentiellement dans trois vallons. Tout d'abord dans le vallon du Riou Blanquet situé à l'Est du centre ville de la commune de Grasse, puis dans deux autres vallons, celui de Naouc et des Hautes Ribes localisés entre la commune de Grasse et de Cabris, c'est-à-dire plus à l'Ouest. Une carte topographique en Annexe 1 permet de situer chacun des vallons et les points d'observations dont un numéro a été attribué.

La base du Keuper débutant par une couche d'argiles vari colores (rouge, brune et verte) suivi d'une formation gypseuse, est en contact concordant avec les dolomies blanches du Muschelkalk (fig. 10). Elles ont été observées uniquement dans le secteur Sud et Sud-Est du centre ville à partir du quartier de la gare à la côte 240m (n°1).



**Figure 10 : Dolomie blanche du Muschelkalk (quartier de la gare)**

Le contact entre ces argiles et la formation gypseuse est masqué par un dépôt de sols en aval des vallons de Naouc et des Hautes Ribes, et par des dépôts Quaternaires (tufs calcaires et grès jaunes) au Sud du Riou Blanquet (n°2, 3 et 4).

Par contre la formation gypseuse dominante du Keuper, affleure bien en surface dans les trois vallons. Elle est segmentée en deux sous formations gypseuses par un banc calcaire d'une puissance de 25m en contact normal et servant de couche repère. Cette formation est complète uniquement dans le vallon des Hautes Ribes de la côte 250m à 400m (n° 3 et 5) et présente une puissance totale d'environ 110m. La partie inférieure située dans le vallon de Naouc, réparti de la côte 350m à 345m (n°2 et 6), sous le banc calcaire avec une épaisseur d'environ 95m. La partie supérieure se trouve dans le Riou Blanquet de la côte 310m à 340m avec une puissance de 30m (n°7 et 8).

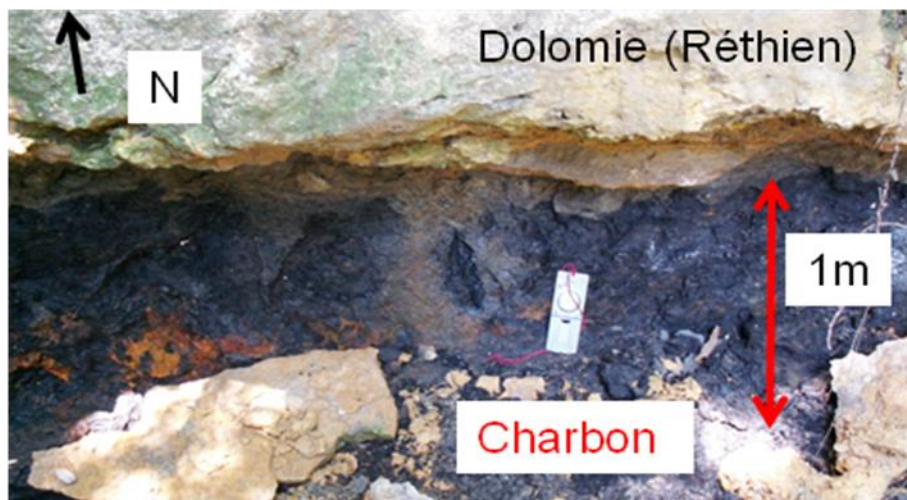
Chacune des deux sous formations gypsifères présentent les mêmes facies évaporitiques : un gypse lité caractérisé par une alternance de couches fibreuses, de niveaux saccharoïdes (rouge, et beige) et argileux, avec des passages de nodules gypseux. Les quatre facies sont présents dans les deux sous formations sans aucune distinction préférentielle, ne permettant donc pas la détermination de niveaux

repères, hormis pour le gypse marneux. En effet le banc calcaire est inséré de manière concordante entre une couche de 15m de marnes sableuses à aspect gréseux (lorsqu'elles sont sèches), et une couche de gypse marneux. Etant donné que le gypse marneux a subi un fluage important il n'a pas été possible de déterminer sa puissance.

Le mur de ce banc calcaire affleure en amont du vallon de Naouc (côte 360m, n°6), et dans le vallon des Hautes Ribes (côte 320m, n°9) sous le chemin des Hautes Ribes qui conduit à la route de Cabris. Il est mal représenté dans le vallon du Riou Blanquet (côte 310m, n°10) mais semble recouvert par une couche de gypse marneux, ce qui permet d'identifier le toit du banc. L'orientation générale de ce banc est N60 ; 15°N.

Notons que sur la rive droite du Riou Blanquet une surface d'érosion a été mise en évidence sur le gypse lité (n°11). Au contact de cette surface on retrouve un lit argileux de couleur verte et d'une épaisseur de 20cm.

La fin du Keuper est caractérisée par le contact normal du gypse lité (pour le vallon des Hautes Ribes, n°5) ou d'argiles bariolées pour les formations observées depuis le Riou Blanquet (n°12), avec une alternance de calcaire dur gris et de marno-calcaires jaunes en plaquettes d'une puissance de 20m du Réthien. Localement en amont du vallon des Hautes Ribes une couche d'au moins 1m d'épaisseur de charbon compact affleure dans les calcaires gris (côte 390m, n°13) et semble se prolonger (fig. 11). Cette couche de charbon ne contient pas de végétaux visible à l'œil nu, mais s'inscrit bien dans les conditions climatiques du Trias, où les variations eustatique ont laissé place à un milieu continental avec la formation d'une zone marécageuse.



**Figure 11 : Couche de charbon (vallon des Hautes Ribes)**

L'ensemble de ces observations ont été regroupées dans trois logs stratigraphiques représentant la série du Keuper tel qu'elle affleure dans chacun des vallons (fig. 12).



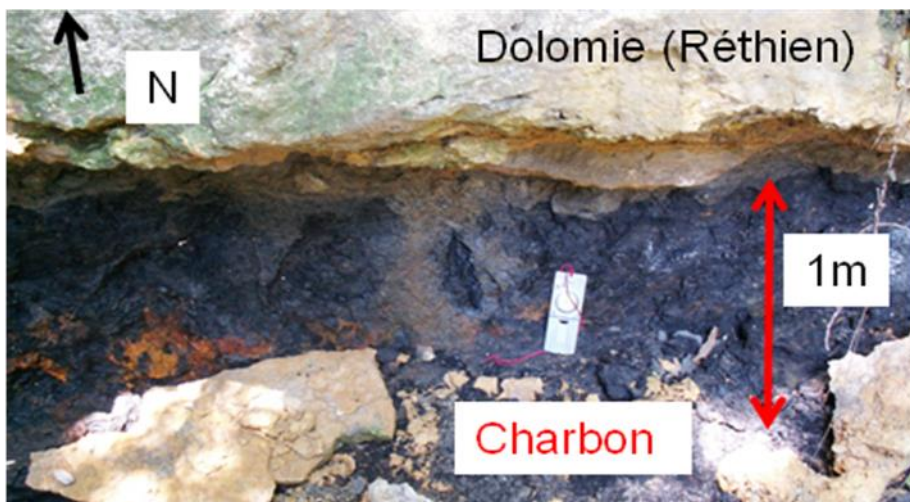


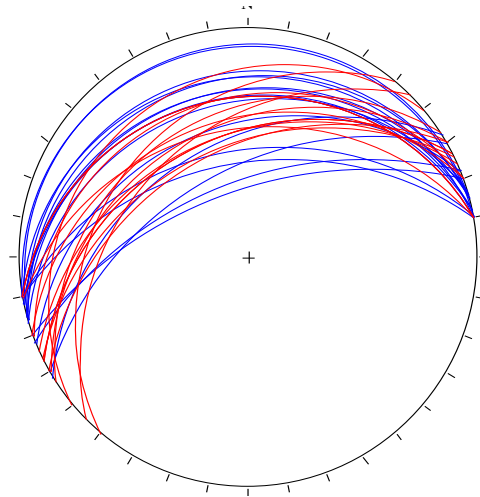
Figure 12 : Logs stratigraphiques du Keuper des trois vallons

## C Aspects structuraux du Keuper :

### 1) Pendage et inclinaison

Le Muschelkalk et le Réthien qui encadrent le Keuper possèdent une orientation N-S avec une inclinaison constante de 15-20°N. La structure du Keuper a pu être principalement observée sur le gypse lité des trois vallons précédemment cités (Annexe 1).

A grande échelle le Keuper correspond à une série monoclinale dont le pendage global des formations gypseuses (en incluant les parties inférieures et supérieures) est N65° ; 25-30°N (fig. 13).

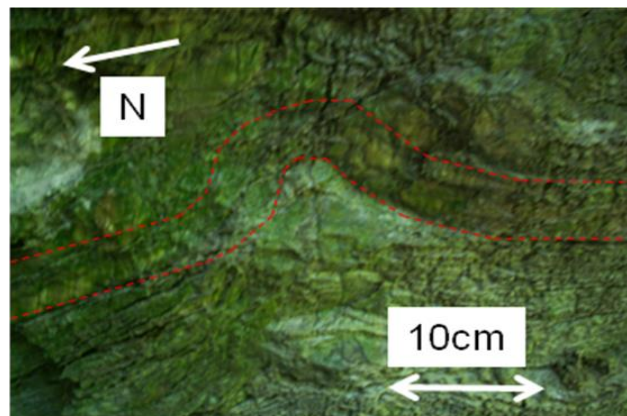


**Figure 13 : Projection stéréographique du pendage global du gypse**

*en bleu les données du Riou Blanquet et en rouge celles du vallon des Hautes Ribes*

Cependant si l'on observe à une échelle plus locale, on peut constater deux phénomènes :

- La formation de plis centimétriques (dont l'amplitude varie de 5cm à 30cm) d'orientation N60-75° (fig. 14) modifiant la disposition des cristaux du facies fibreux. Ces plissements semblent peu affecter l'organisation de la formation gypseuse et pourraient être rattaché soit à un phénomène de diagénèse, ou bien aux contraintes N-S imposées lors du chevauchement subalpin.



**Figure 14 : Micro plis du gypse lité (vallon du Riou Banquet)**

- Une déstructuration complète du litage formant des plis désorganisés (fig. 15), et faisant apparaître des couches quasi verticales. Notons qu'à ce stade les facies à nodules apparaissent sous des formes sigmoïdales (fig. 16) : suggérant ainsi un cisaillement intense. Ce type d'organisation structurale très local est complètement différent du comportement à grande échelle. Il suggère donc l'action de fortes contraintes mécaniques (faille ou diapir par exemple).



Figure 15 : Cisaillement intense du Gypse (Hautes Ribes)



Figure 16 : Forme en sigmoïde du gypse

Cette déstructuration est présente en amont du Riou Blanquet au niveau du contact avec l'argile bariolée (côte 340m, n°8) où les mesures de pendages sont très difficiles à réaliser, et au niveau de la base de la formation supérieure gypseuse du vallon des Hautes Ribes (côte 340m, n°9) N50 ; 75-80°N (fig. 17).

Par endroit on trouve des inclinaisons N70 ; 60S qui ne sont pas rattachées au micro plis (fig. 15). Il est important de signaler la présence de failles N100, qui affectent le Réthien (fig. 17), elles sont d'une largeur de 80cm sans aucun remplissage ce qui laisse penser à des failles gravitaires (fig. 18). Elles ont été observées au dessus de la couche de charbon (n°13) et dans une grotte au Nord de la route de Cabris (n°14). Le jeu n'a pas pu être déterminé.

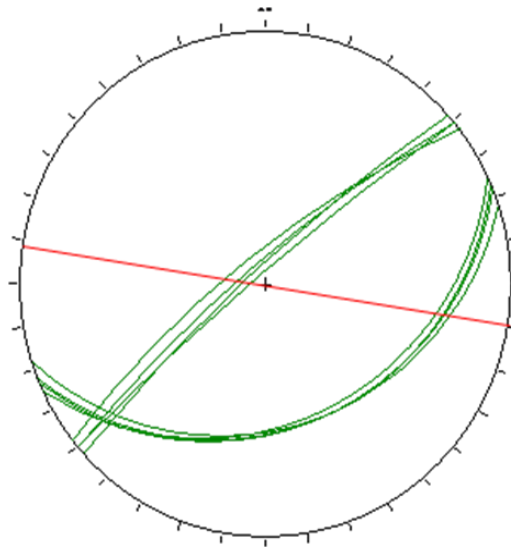


Figure 17 : Projection stéréographique des zones gypseuses déstructurées (en vert) et des failles du Réthien (en rouge)

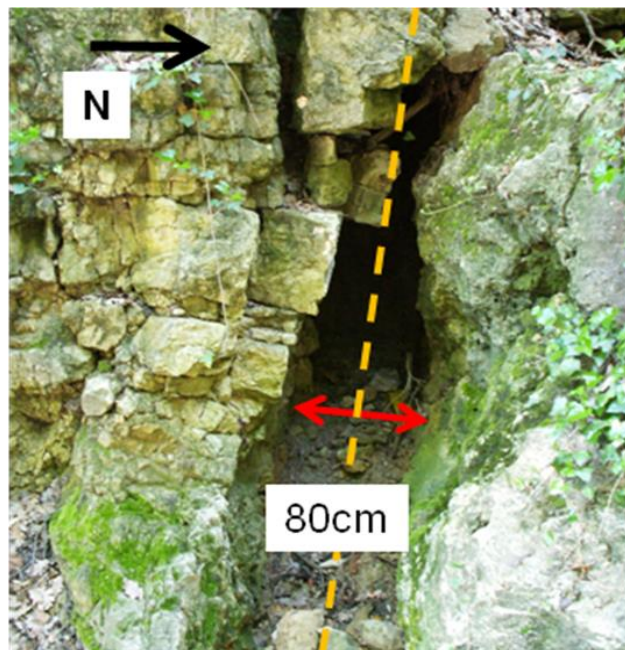


Figure 18 : Faille dans le Réthien (Hautes Ribes, au dessus du charbon)

## 2) Discontinuité de la série

Le banc calcaire que l'on a défini comme couche repère au sein des formations gypseuses (inférieures et supérieures) présente un décalage d'environ 80m entre le vallon de Naouc et celui du Riou Blanquet. Il semble intéressant de préciser que c'est précisément là où il affleure que l'on observe une forte déstructuration du gypse.

## V Les données de forages :

Afin d'élargir la détermination du Keuper gypseux grassois, nous allons effectuer par une approche qualitative et quantitative des carottes de forages effectués au Sud du centre ville (Annexe 1).

### *1) Approche qualitative et quantitative d'un carottage :*

J'ai eu la possibilité d'analyser un carottage réalisé en plein centre ville de Grasse sur le boulevard Carnot (n°15) par l'entreprise Hydrotech. Ce carottage a permis de caractériser l'organisation du gypse sain, et de déterminer visuellement son aspect structural (Annexe 2).

Dans ce secteur le gypse est présent en deux couches. Une première de 1m d'épaisseur dont le toit figure à la côte 330m sous une couche d'argile grise à brune d'une épaisseur de 10.6m. La deuxième couche dont le mur n'a pas été atteint, est présente à partir de 323m d'altitude sous une autre couche d'argile similaire à la précédente (puissance de 5.5m). Cette deuxième couche gypseuse aurait une épaisseur supérieure à 15m.

Les facies rencontrés sont similaires à ceux observés sur le terrain : on a une intercalation de gypse blanc fibreux avec des lits de gypse beige, rouge à passage de nodule et d'argile. La structure est similaire aussi aux observations déjà faite : on a un fort litage avec une inclinaison de 30 à 45°, supposé vers le Nord (fig. 19). Mais il faut préciser qu'il n'est pas possible de déterminer le sens du pendage à partir d'un carottage.



Figure 19 : Extrait d'une carotte de 2m de gypse

### *2) Approche quantitative à partir d'une base de données :*

En complément de l'observation d'une carotte, une base de données sur 37 logs stratigraphiques obtenus par des forages de la commune de Grasse a été synthétisée (Annexe 3). A partir d'une requête (Annexe 4) sur Access il est apparu que 13 forages sur 37 recoupaient du gypse recouvert par une couche d'argile (fig. 20). De plus 10 forages indiquent une profondeur du gypse à moins de 15m de profondeur (fig. 21 et Annexe 4). Ce qui suggère que la couche argileuse fait au maximum 15m d'épaisseur. Ce constat semble bien se corréliser avec l'analyse de la carotte, on peut donc rattacher les facies et la structure du gypse aux 13 autres points de forages.

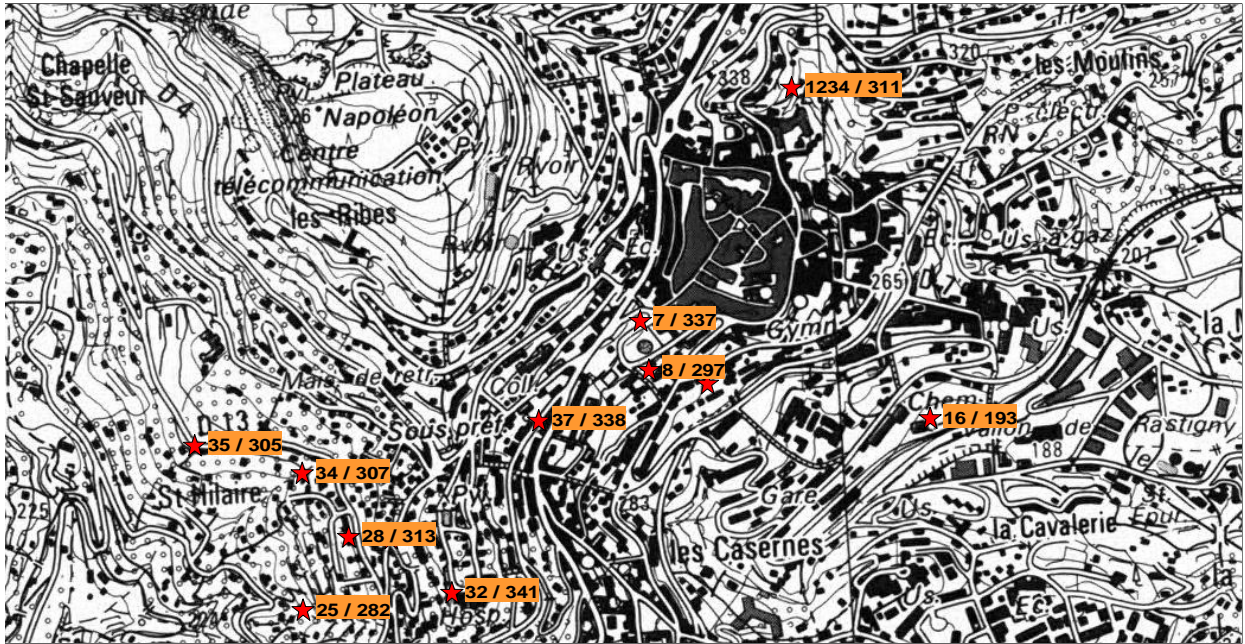


Figure 20 : Répartition géographique des forages traversant le gypse

(en premier figure le numéro de forage, puis la profondeur du toit gypseux)

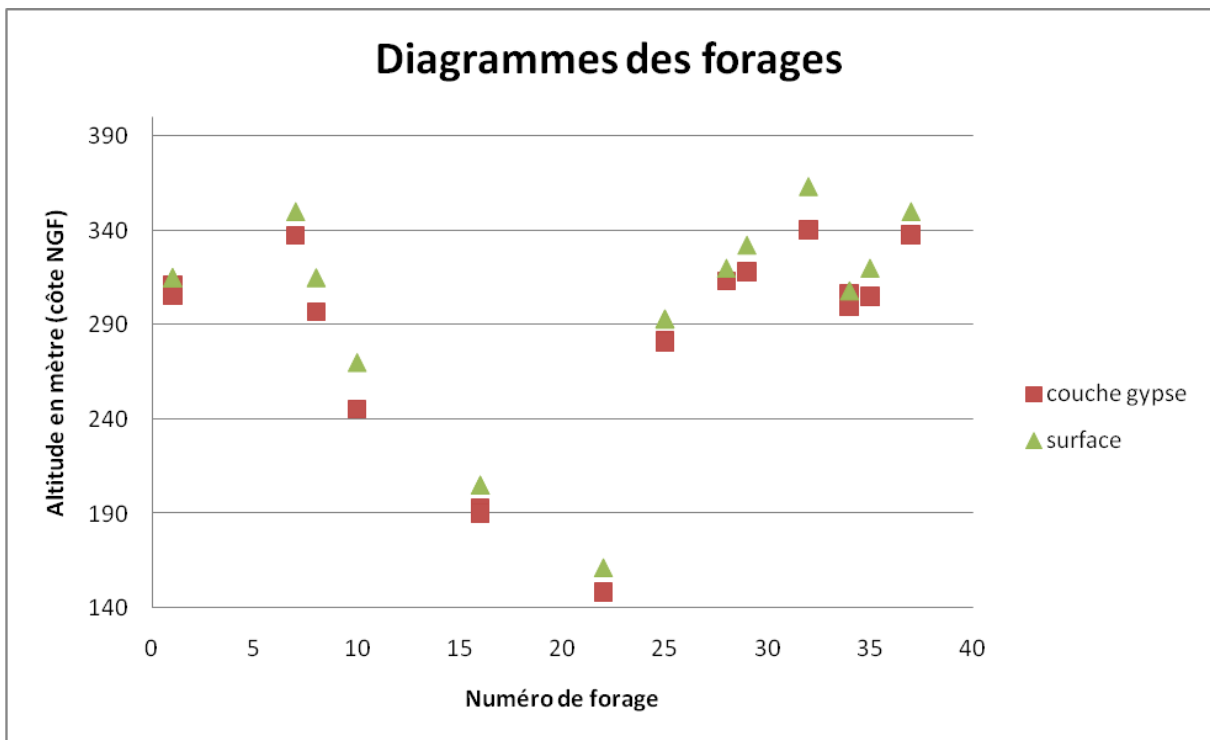


Figure 21 : Diagramme représentant l'altitude et la côte du toit du gypse en fonction des numéros de forages

A partir de l'élaboration d'une coupe géologique faisant figurer la profondeur du gypse dans le secteur Sud du centre ville on peut constater que le gypse est spatialement réparti tout le long du versant. Si l'on suppose que la formation gypseuse est toujours monoclinale et incliné à 30°N, on aurait au minimum une couche de 300m d'épaisseur (distance reportée entre les forages 7 et 16).

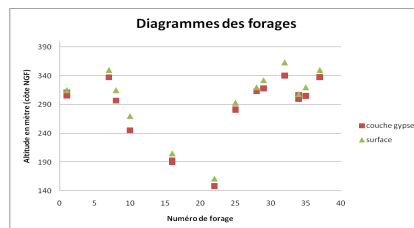


Figure 22 : Corrélation de la géologie du versant et des profondeurs du gypse

## VIII Interprétation et discussion :

D'un point de vue stratigraphique l'élaboration des trois logs stratigraphiques permet d'estimer la puissance du Keuper et de chacune des couches qui le compose.

Cette série aurait une puissance de 140m, soit 40m supplémentaire que celle citée dans la bibliographie (estimé à 100m).

De plus la corrélation des trois logs stratigraphiques met en évidence une forte variation des puissances affectant la série du Keuper.

- En effet la formation gypseuse inférieure du vallon de Naouc possède une puissance deux fois plus importante que celle du vallon des Hautes Ribes (95m contre 55m).
- Quant à la partie supérieure, on constate une puissance uniforme du gypse, estimée à 30m pour les vallons du Riou Blanquet et des Hautes Ribes. Mais pour le log du Riou Blanquet elle se prolonge par une couche argileuse de 40m d'épaisseur. Cette couche argileuse a probablement été sur estimée du fait de la difficulté d'observation en milieu urbain. Il n'a pas été possible d'estimer l'épaisseur de l'argile située entre le Mushelkalk et la formation inférieure de gypse du fait que le contact n'a pas été mis en évidence.

Sur une distance de 600m à 2,5km il ne semble pas possible d'avoir une aussi grande variation d'évaporite dans un contexte de sédimentation, même si le bassin sédimentaire a subi une subsidence, car celle-ci n'a pas pu localement varier autant.

La cote du banc calcaire varie d'environ 90m alors qu'il affleure sur le même axe horizontal. D'après les principes géométriques, un plan incliné doit recouper un autre plan horizontal sur la même altitude (fig. 23). De même, d'un point de vue structural les fortes déformations du gypse se retrouvent uniquement au niveau du banc calcaire.

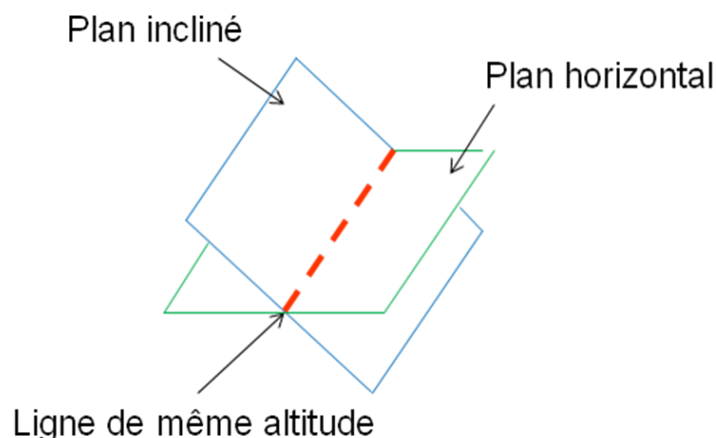


Figure 23 : Principe géométrique

Enfin la synthèse des données de forages a mise en évidence que la profondeur des toits du gypse suivait la topographie du versant au Sud du centre ville, sous une couche d'argile de 15m d'épaisseur. Cette couche semble correspondre à une formation superficielle. Toujours en partant du principe que



l'on a une formation gypseuse monoclinale inclinée à 25-30°N, on aurait une épaisseur de 300m de gypse en incluant le banc calcaire, qui n'a pas été mis en évidence dans ce secteur. Encore une fois cette puissance semble fortement exagérée.

Ces observations font donc apparaître une double problématique :

- Pourquoi les couches composant le Keuper possèdent des épaisseurs non uniformes, et supérieures à celles indiquées par la bibliographie ?
- Pourquoi le banc calcaire ne semble pas continu ?

Une des hypothèses pouvant expliquer ces observations serait la présence de failles situées au niveau des déformations intenses. En effet le jeu de failles normales E-W provoquerait un sur épaissement des couches plastiques du Keuper, et un décalage du banc calcaire. La présence de failles N100 dans le Trias s'intègre bien avec les failles affectant le Réthien.

Cependant la présence de telles failles orientée E-W ne semble pas correspondre au contexte tectonique du chevauchement subalpin. Mais H. Spini (1978) mentionne la présence de jeux décrochants orientés N90, mis en place dans un contexte compressif Nord-Sud lors du chevauchement subalpin. La compréhension d'une telle mise en place semble assez complexe.

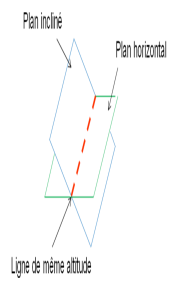
- Le jeu normal de telles failles E-W correspond-t-il au contexte compressif ?

Malgré la complexité à expliquer la mise en place de failles N90-100 décrochantes dans un contexte compressif N-S, il semble évident que le jeu normal ne peut pas être rattaché à un tel contexte. Ainsi ces failles normales affectant le Keuper correspondraient à un rejeu des failles décrochantes, par déstructuration gravitaire du versant provoquant la chute partielle du Keuper.

Donc un tel phénomène gravitaire, plus récent que la phase compressive, semblerait expliquer :

- La disposition géographique du Keuper et un sur épaissement de sa puissance
- Les décalages du banc calcaire

A partir de ce constat nous pouvons donc proposer une carte géologique du secteur grassois interprétée au travers de deux coupes géologiques. Les décalages imposés par les failles gravitaires ont été interprétés à partir de l'évaluation d'une puissance de 100m du Keuper.



**Figure 24 : Carte géologique et coupes interprétatives**

## **IX Conclusion :**

L'étude réalisée au cours de ce stage, a permis d'étudier en détail la stratigraphie et la structure des formations participant activement aux déstabilisations de grandes ampleurs des versants dans le secteur de la commune de Grasse.

Un premier objectif était de compléter et d'affiner la cartographie du Keuper et d'en déterminer une interprétation de la structure géologique dans un contexte chevauchant particulièrement propice aux déstructurations complexes de formations plus ou moins ductiles. Ce travail a été particulièrement délicat de part le développement de l'urbanisation et de la présence de formations superficielles discordantes. Grâce à l'analyse du couplage des données fournies par les forages et des observations de surface, nous avons réalisé une carte géologique au 1/1000<sup>ème</sup>. Cette dernière permet de mettre en évidence l'organisation spatiale et structurale du Keuper et des différents facies qui lui sont attribués, notamment pour les formations gypseuses. Ce zonage éclaircie et apporte de nouveaux éléments, qui rapportés aux contextes d'instabilités gravitaires, va permettre une étude de l'évaluation de l'aléa effondrement et glissement de terrain en base du versant grassois.

D'un point de vue gravitaire, nous avons pu mettre en évidence des anomalies sur la position et les sur-épaisseurs du Trias, suggérant une désorganisation de ce dernier en base du versant. En effet, le sur-épaississement et la discontinuité de la série du Keuper accompagnés localement par une déformation plastique de la stratigraphie serait interprétée comme la cause d'un rejeu d'anciennes failles décrochantes, segmentant cette série (Keuper).

Cette déstructuration permet de suggérer qu'il existe une relation entre la présence d'évènements d'origines gravitaires des formations sus jacentes du Jurassique situées en amont de l'agglomération grassoise et qui présentent un risque avéré. La deuxième étape de ce travail sera d'étudier les relations et la persistance des anomalies observées dans le Trias et leurs incidences dans les formations Jurassiques.

## **X BILAN PERSONNEL**

Au terme de cette dernière année de licence en Sciences de la Terre à l'Université de Nice Sophia Antipolis, je retiendrai que ce stage au laboratoire de Géoscience Azur est une expérience à la fois enrichissante et très pédagogique.

D'une part il a permis de me confronter seul sur le terrain à des problématiques interpellant de nombreuses notions acquises tout au long de mon cursus universitaire. De plus ces longues réflexions face aux affleurements m'ont données l'occasion de confronter mes connaissances en pétrographie, en géologie structurale et bien entendu en cartographie.

D'autre part le domaine de la recherche a avivé ma curiosité face aux multiples degrés d'approches et à la subtilité nécessaire afin de déterminer et résoudre une problématique.

## Bibliographie

-Zerathe S., 2008., Etude des relations entre géologie et instabilités de versant sur le secteur urbanisé de la ville de Grasse, Rapport de stage M, 44p.

-Franco M., 1982. Etude géologique de la bordure des chaînes subalpines méridionales.

Thèse de doctorat, Université de Nice, 159 p.

-Spini H., 1978. Etude géologique de la bordure des chaînes subalpines méridionales au nord de Grasse. Thèse de doctorat, Université de Nice, 101 p.

-Bertrand L., 1933. Etude géologique des instabilités du vallon du Riou Blanquet. Rapport Géologique, Archive municipale de Grasse 8p.

Carte géologique Cannes-Grasse (BRGM, 1/5000)

Données de forages : [www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr)

# ANNEXES

## Annexe 2 : Photos des carottes











## Annexe 3 : Base de données des forages

NUM	ALT	COUCHE	FORMATION	PUISS	ALT_TOIT	NOTES
1234	315	1	sol-remblais	1.6	315	
1234	315	2	marne	3.3	313.4	2 marne : argile jaune, noire, marron, noire (rognons)
1234	315	3	<b>gypse</b>	<b>4.5</b>	<b>311</b>	3 gypse avec marne bleu
1234	315	4	<b>marne-gypse</b>	<b>3.8</b>	<b>309.6</b>	4 marne bleu (grise) mélange gypse compact
1234	315	5	<b>gypse</b>	<b>9.511</b>	<b>305.5</b>	5 gypse compact + forage 4 vide 1,4m au minimum
5	336	1	sol-remblais	1.5	336	
5	336	2	sable-marneu	8	335	
5	336	3	galets	4	327	3 galets blocs calcaire
5	336	4	sable-grossier	4.2	323.9	
5	336	5	galets	3.511	319.7	5 galets + graviers sableux
6	293	1	sable-marneu:	13.2	279.8	absence de sol-remblais?
6	293	2	sable-marneu	8.8	271	log pas précis!!!!!!
6	293	3	sable-gravier	5.611	267.4	
7	350	1	sol-remblais	0.3	350	
7	350	2	marne	9.5	347	2 marne blanche, verte, rouge + blocs calcaire
7	350	3	<b>marne-gypse</b>	<b>37.511</b>	<b>337.5</b>	3 marne bleu (grise) avec blocs gypse
8	315	1	sol-remblais	1.6	315	
8	315	2	marne	15	313.4	2 marne verte + débris calcaire-dolomie (entre 13-14,5m), mur : marne
8	315	3	<b>gypse</b>	<b>4.911</b>	<b>296.9</b>	3 gypse et argile confus, compacte
9	297.7	1	sol-remblais	5.25	297.7	
9	297.7	2	argile	5.95	292.5	2 argile jaune et grise
9	297.7	3	calcaire	5.111	286.5	<b>EXCAVATION</b> H=1m (prof 12,7-13,7m)
10	270	1	sol-remblais	0.6	270	log très détaillé!!!!!!
10	270	2	marne	14.6	269.4	2 marne : argile bleu-vert, jaune, marron, calcaire vacuolaire
10	270	3	brèche	4.8	254.8	
10	270	4	galets	4.6	250	4 galets anguleux emballés argile sableuse
10	270	5	<b>gypse</b>	<b>6.211</b>	<b>245.4</b>	5 gypse blanc compact, partie sup recristallisation, fissures colmatées, 2
11	240	1	sol-remblais	3.6	240	
11	240	2	sable-grossier	10.8	237	2 débris, éboulis calcaire, sable
11	240	3	marne	8	226.2	3 marne argile jaune
11	240	4	calcaire	6.611	218.2	4 H=2,7m sous toit calcaire fissuré, cavité, circulation eau, puis compact
12	245	1	sol-remblais	0.8	245	
12	245	2	marne	14.711	244.2	2 marne : argile verte, marron + nodules calcaire, marne sableuse, argile
13	280	1	sol-remblais	2	280	
13	280	2	argile	3.8	278	2 argile jaune, grise, verte blocs calcaires
13	280	3	calcaire	2.5	273.7	3 <b>VIDE</b> H=50cm, toit du keuper calcaire?
13	280	4	sable-argileux	0.811	270.9	4 marron
14	267.4	1	sol-remblais	1	267.4	
14	267.4	2	argile	3.3	266.5	2 argile marron, violet (bleu?)
14	267.4	3	sable-argileux	6.011	263.2	3 sable + du calcaire
15	219					
16	205	1	sol-remblais	4.5	205	
16	205	2	argile	7.8	200.5	2 argile noire, verte, débris rocheux + présence coquillage
16	205	3	<b>marne-gypse</b>	<b>2.8</b>	<b>192.7</b>	3 argile + rognons de gypse
16	205	4	<b>gypse</b>	<b>1.511</b>	<b>190</b>	4 gypse gris très dur
17	200					
18	250	1	sol-remblais	0.2	250	log très incomplet!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
18	250	2	sable-argileux	12.75	249.8	2 argile marron, + graviers
18	250	3	marne	0.8	237	3 grise
18	250	4	sable-argileux	1.611	236	4 marron
19	240	1	sol-remblais	4	240	
19	240	2	galets	8.7	236.5	2 cailloutis anguleux
19	240	3	marne	7.811	227.8	3 marne noire, + calcaire poudreux(?)
20		1	graviers	20 ?		données forage de 180m prof
20		2	marne	90 ?		2 marne noire
20		3	calcaire	70.011 ?		
21	190	1	argile	2.5	190	1 sol-remblais non cité, argile marron + coquilles calcaire + graviers
21	190	2	sable-marneu	1.5	187.5	
21	190	3	galets	7.7	186	3 débris calcaires enrobés dans argile, + sable
21	190	4	marne	8.3	179.3	4 marne grise
21	190	5	calcaire	6.011	20	5 calcaire massif + inclusion éléments blanchâtre tendre (dolomie altéré)
22	161.2	1	sol-remblais	0.3	161.2	
22	161.2	2	marne	11.7	161.19	2 marne grise, base avec débris dolomie
22	161.2	3	<b>marne-gypse</b>	<b>2.211</b>	<b>148.2</b>	3 gypse blanc compact + argile grise, aspect froissé, en base débris dolo
23	292.56	1	sol-remblais	2	292.56	

18	250	4 sable-argileux	1.611	236 4 marron
19	240	1 sol-remblais	4	240
19	240	2 galets	8.7	236.5 2 cailloutis anguleux
19	240	3 marne	7.811	227.8 3 marne noire, + calcaire poudreux(?)
20		1 graviers	20 ?	données forage de 180m prof
20		2 marne	90 ?	2 marne noire
20		3 calcaire	70.011 ?	
21	190	1 argile	2.5	190 1 sol-remblais non cité, argile marron + coquilles calcaire + graviers
21	190	2 sable-marneu.	1.5	187.5
21	190	3 galets	7.7	186 3 débris calcaires enrobés dans argile, + sable
21	190	4 marne	8.3	179.3 4 marne grise
21	190	5 calcaire	6.011	20 5 calcaire massif + inclusion éléments blanchâtre tendre (dolomie altéré
22	161.2	1 sol-remblais	0.3	161.2
22	161.2	2 marne	11.7	161.19 2 marne grise, base avec débris dolomie
22	161.2	3 <b>marne-gypse</b>	2.211	148.2 3 gypse blanc compact + argile grise, aspect froissé, en base débris dolo
23	292.56	1 sol-remblais	2	292.56
23	292.56	2 dolomie-marr	1	290.56 2 avec blocs dm
23	292.56	3 dolomie	7.7	289.56 3 dolomie fracturée + en débris (10 cm)
23	292.56	4 argile	7.211	281.86 4 argile grise compact
24	281.4	1 sol-remblais	4	281.4
24	281.4	2 dolomie-marr	3.2	277.5 2 argile avec 50% dolomie jaune, dolomie marneuse
24	281.4	3 dolomie	9.5	274.3 3 cargneule très vacuolaire (30% vide) + dolomie jaune + argile
24	281.4	4 argile	0.411	261.8 4 argile compacte
25	293.11	1 sol-remblais	2	293.11
25	293.11	2 argile	9.2	291.2 2 argile verte et marron compacte
25	293.11	3 <b>gypse</b>	1	282 3 gypse blanc compact
25	293.11	4 <b>marne-gypse</b>	8.011	281 4argile marron + quelques éléments gypse jusqu'à 18m prof (alt 275m),
26	301.5	1 sol-remblais	1.5	301.5
26	301.5	2 argile	1.8	300 2 argile graveleuse marron + éléments calcaires 0-20cm
26	301.5	3 marne	8	298.2 3 marne gris jaune avec passage calcaire fracturé alvéolé
26	301.5	4 calcaire	9.011	290.3 4 calcaire dolomitique + cargneule, fracturé, bréchique
27	251	1 sol-remblais	2	251 log incomplet pas détaillé
27	251	2 marne	10	249 2 argile verte marron (plus abondante niv mur) + blocs calcaire
27	251	3 argile	5.011	239 3 argile grise et brune
28	320	1 sol-remblais	1.2	320
28	320	2 argile	5.6	318.8 2 argile graveleuse gris vert (marron?) + éléments calcaire 0-10cm
28	320	3 <b>marne-gypse</b>	8.511	313.2 3 marne grise marron vert + gypse + niv gypseux prof 14,3m H=20cm
29	332.2	1 sol-remblais	2.2	32.2
29	332.2	2 argile	7.8	330 2 éboulis : argile jaune + calcaire
29	332.2	3 marne	4	322.2 3 marne grise
29	332.2	4 <b>gypse</b>	7.011	318.2 4 gypse + couches argiles noires
30	345.85	1 argile	6.5	345.85 1 éboulis : argile jaune + rognons calcaire
30	345.85	2 galets	4.5	339.4 2 blocs calcaires + argile jaune
30	345.85	3 argile	10	334.8 3 argile grise noire compacte puis argile sableuse
30	345.85	4 calcaire	2.011	324.8 4 blocs calcaire + argile grise
31	354.9	1 sol-remblais	2	354.85
31	354.9	2 argile	4.4	354.5 2 éboulis : argile jaune + rognons calcaires
31	354.9	3 galets	7.6	348.5 3 blocs calcaires + argile jaune
31	354.9	4 grès	3.011	340.9 4 grès (?), roche <b>rose fissuré</b>
32	363.3	1 argile	7.8	363.3 1 éboulis : argile jaune + blocs calcaires
32	363.3	2 grès	4.7	355.5 2 grès, <b>rose fissuré</b>
32	363.3	3 <b>gypse</b>	0.311	340.6 3 <b>CAVERNE</b> prof 12,5 (mur grès) H=10,2 fond limoneux H=4,7 altitud
33	316	1 sol-remblais	2.55	316
33	316	2 marne-sableu.	5.2	313.45 2 marne sableuse grise et jaune compacte
33	316	3 marne	7.211	308.25 3 marne gris et vert plus ou moins sableuse
34	308	1 sol-remblais	1.2	308
34	308	2 <b>marne-gypse</b>	5	306.8 2 argile graveleuse vert noir + inclusion gypse ou en filonets
34	308	3 argile	2	301.95 3 argile graveleuse noire
34	308	4 <b>marne-gypse</b>	12.311	300 3 marne noire avec gypse blanc-rose filonets ou lits interstatifiés
35	320	1 sol-remblais	1.1	320
35	320	2 argile	5.3	319 2 argile grise
35	320	3 graviers	8.6	313.7 3 gravier + argile grise
35	320	4 <b>marne-gypse</b>	3.011	305 4 argile grise + lits gypse
36	373	1 sol-remblais	2.3	373
36	373	2 calcaire	3.7	370 2 calcaire dolomitique + marne jaune
36	373	3 calcaire	4.011	367 3 calcaire dolomitique <b>VIDE cm</b>

## Annexe 4 : Requête gypse à partir de Access

FORMATION	COUCHE	PUISS	NUM	ALT	ALT_TOIT	PROFONDEUR
gypse	3	4.5	1	315	311	4
marne-gypse	4	3.8	1	315	309.6	5.4
gypse	5	9.511	1	315	305.5	9.5
marne-gypse	3	37.511	7	350	337.5	12.5
gypse	3	4.911	8	315	296.9	18.1
gypse	5	6.211	10	270	245.4	24.6
marne-gypse	3	2.8	16	205	192.7	12.3
gypse	4	1.511	16	205	190	15
marne-gypse	3	2.211	22	161.2	148.2	13
gypse	3	1	25	293.11	282	11.11
marne-gypse	4	8.011	25	293.11	281	12.11
marne-gypse	3	8.511	28	320	313.2	6.8
gypse	4	7.011	29	332.2	318.2	14
gypse	3	0.311	32	363.3	340.6	22.7
marne-gypse	2	5	34	308	306.8	1.2
marne-gypse	4	12.311	34	308	300	8
marne-gypse	4	3.011	35	320	305	15
marne-gypse	3	3.011	37	350	338	12