



HAL
open science

Contexte morphologique, lithologique et structural du synclinal de Boisson (Gard) Approche par la géochimie

Joël Jolivet, Frédéric Gallice, Didier Graillot

► To cite this version:

Joël Jolivet, Frédéric Gallice, Didier Graillot. Contexte morphologique, lithologique et structural du synclinal de Boisson (Gard) Approche par la géochimie. 2021. emse-03235277

HAL Id: emse-03235277

<https://hal-emse.ccsd.cnrs.fr/emse-03235277>

Preprint submitted on 25 May 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Contexte morphologique, lithologique et structural du synclinal de Boisson (Gard)

Approche par la géochimie

Joël JOLIVET ⁽¹⁾, Frédéric GALLICE ⁽²⁾, Didier GRAILLOT ⁽²⁾

(1) Retraité CNRS - Association Nature Témoin - 30760 Issirac

(2) SPIN/PEG - Mines de Saint Etienne

(2) Université de Lyon, UMR 5600 EVS - Mines de Saint-Etienne

Résumé:

Le synclinal de Boisson s'inscrit dans l'emprise géographique de l'axe oriental NE-SO du fossé d'Alès souligné par la faille de Barjac et fait partie de l'ensemble des structures plissées d'orientation générale E-O et cassantes N.NE -S.SO qui ont affectées les terrains crétacés des garrigues septentrionales du Gard à la fin le Crétacé inférieur jusqu'au Paléogène.

Cet ordonnancement structural va favoriser les dépôts du Crétacé supérieur que l'on retrouve en périphérie du Massif Central et en particulier dans la partie Est du sillon d'Alès. Ces sédiments sont masqués en partie par ceux de l'Eocène qui les chevauchent. (Jolivet *et al.*, 2020)

Dans cet article, la cartographie des structures géologiques est reprise afin de mieux affiner et compléter la zone étudiée décrite dans la carte géologique d'Alès (912).

Un protocole de caractérisation par analyse géochimique ICP-AES d'échantillons du Crétacé supérieur référencés sur les cartes géologiques permet ainsi de déterminer les éléments majeurs, les éléments traces et de transition de chaque étage allant du Cénomaniens au Santonien.

Abstract:

The Boisson synclinal belongs to the geographic extent of the eastern NE-SW axis of the Alès ditch, underlined by the Barjac fault, in the set of folded structures mainly oriented E-W and breaking NNE-SSW, that have affected the Cretaceous terrains of the northern scrublands or the Gard at the end of the Lower Cretaceous until Paleogene times.

This structural arrangement will favour sediment depositions of Upper Cretaceous times found in the periphery of the Massif Central and in particular in the eastern part of the Alès groove. These sediments are partially shrouded by those of Eocene times overlapping them. (Jolivet *et al.*, 2020)

In this paper the mapping of geological features is taken up in order to better refine and complete the studied zone described in the geological map of Alès (912).

A characterisation protocol through geochemical ICP-AES analysis of samples of the Upper Cretaceous referenced on the geological maps will also permit to establish the major, trace and transition elements of each geological stage from Cenomanian to Santonian.

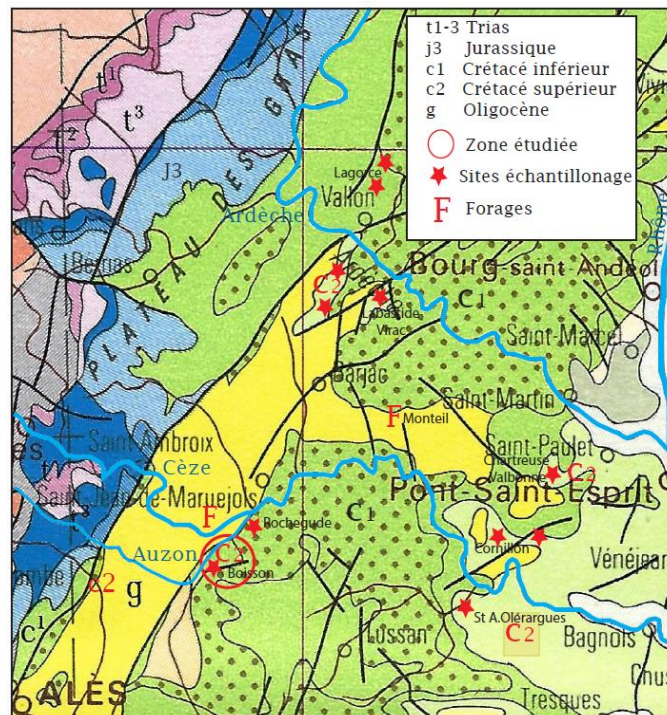
Introduction:

Le Crétacé supérieur du secteur rhodanien montre une diminution des épaisseurs des séries et une amplification de la charge détritique en direction du Massif Central. (Parron et Triat, 1977).

Cet environnement géologique a pu engendrer ainsi la formation d'aquitards au sein de ces formations rocheuses de faible perméabilité.

Cette proximité de contact interroge sur une spéléogénèse sous couverture et bordière étant donné la répartition spatiale des cavités à la périphérie barrémienne du synclinal de Boisson.

Les prélèvements d'échantillons ont été effectués de part et d'autre d'un axe allant de la zone étudiée jusqu'au nord du village de Lagorce (Ardèche) et sur la bordure ouest du couloir rhodanien par rapport à une ligne St André d'Olerargues - Cornillon- Chartreuse de Valbonne. (carte 1)



Carte 1 : Carte géologique avec les sites de prélèvements du Crétacé supérieur. (échelle. 1/50 000)

Les sections suivantes présentent le contexte géologique de la zone d'étude ainsi que les résultats de l'analyse géochimique des échantillons prélevés dans les formations du Crétacé supérieur, sa paléogéographie et les conséquences sur les écoulements souterrains et la karstification.

1) Le Crétacé supérieur:

L'histoire tectonique post hercynienne décline une architecture qui découle d'un modèle en blocs basculés séparés par des failles d'orientation N 110°, faille de Connaux, définissant une géométrie urgonienne entre les failles des Cévennes et de Nîmes (F. Bastide, 2014) mis en place dès la fin du Crétacé inférieur sous l'effet du soulèvement majeur qu'initie le bombement durancien en provoquant l'émersion de la région.

Cette émersion s'accompagne d'une phase de distension créant ou réactivant des failles normales de direction générale N.NE-S.SO ainsi qu'une période de plissement E-O de faible ampleur. Ces structures plicatives et failles sont particulièrement denses en particulier dans la garrigue de Lussan.

Les dépôts du Crétacé supérieur se rattachent à une dépression dans un fond marin occasionné à partir de la faille des Cévennes et du sillon d'Alès qui en découle. Ils se retrouvent sur toute la frange est du futur rift alésien, qui se concrétisera à l'Oligocène, jusqu'au nord du village de Lagorce.

La zone d'étude est délimitée par le plateau calcaire du Barrémien supérieur qui borde les calcaires hauteriviens au sud et dont le front de cuesta est bordé par la faille de Connaux, dominant la cuvette des grès et calcaires du Crétacé supérieur à la retombée nord du synclinal de Boisson.

Cette architecture va favoriser durant le Crétacé supérieur les dépôts détritiques et littoraux de faible ampleur et ce malgré l'importance de l'eustatisme au cours de cette époque dans la vallée du Rhône.

Ces accumulations constituent l'une des terminaisons occidentales d'une zone littorale localisée au nord de l'isthme durancien.

Ces affleurements ont été étudiés en particulier par et J. Sornay (1950), P. Freydet (1971) et C. Signolles (1980). Ils ne sont pas évidents à repérer en raison de la forte érosion et de la végétation.

Sur la carte géologique d'Alès (912), seuls les étages du Cénomaniens (c2), du Turonien (c3), du Coniacien (c4) et du Santonien (c5) sont reportés. (carte 2)

18 échantillons ont été prélevés sur une ligne N-S recoupant le synclinal de Boisson. Ne seront évoquée ici que la constitution géochimique et l'observation microscopique des sédiments.

Protocole de prélèvements et méthodologie d'analyses des échantillons:

Les prélèvements sont pratiqués par des petits forages au sein de la roche afin d'éviter toute corrosion superficielle dans l'échantillon. Ils ont été extraits au niveau d'affleurements bien distincts à partir des indications de la carte géologique d'Alès (912) et suite à de longues prospections.

La spectrométrie d'émission à source atomique-plasma à couplage inductif (ICP-AES) est une technique d'analyse simultanée et sélective des différentes fractions de l'échantillon ayant une limite de détection de 10 ppm et une gamme spectrale étendue de 160 à 800 nm.

Les analyses se font par extraction des éléments majeurs (carbonates, silicates etc.) ainsi que des éléments traces (Sc, V, Cr etc.) et légers (Li, Be) et quelques terres rares (Ce, Eu, etc.)

Pour toutes les lignes analytiques, une teneur minimale est requise pour produire un signal significatif avec la précision nécessaire.

Le degré d'altération chimique est évalué ici d'après l'index d'altération chimique (CIA) de Nesbitt et Young (1982):
 $CIA = (Al_2O_3 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O) \times 100)$.

Le Cénomaniens:

Le Cénomaniens inférieur (c1) n'a pas été observé ici.

Pour information, les résultats géochimiques des zones périphériques par rapport au site étudié sont présentés dans le tableau 1.

		<i>total éléments</i>					
		<i>altération</i>	<i>transition</i>	<i>Si</i>	<i>Ca</i>	<i>Al</i>	<i>Fe</i>
		%	ppm	%	%	%	%
Valbonne	c1	77,5	65	94,7	0,22	2,24	2,11
St André d'Olerargues	c1	83,3	89	93,6	0,32	2,65	3,00

Tableau 1 : Géochimie des échantillons du Cénomaniens inférieur (c1) - secteur extérieur à la zone étudiée

Le Cénomaniens moyen (c2 a)- faciès Paulétien de Dumas (1875)- repose directement sur le socle calcaire du Barrémien supérieur à faciès urgonien (n4 bU) et constitue le premier étage sédimentaire du Crétacé supérieur, divisé en 2 sous-étages, déposé dans le synforme.

Il est caractérisé par des calcaires sableux jaunes à ocres comprenant à certains endroits des niveaux de lignite, pauvre en silice et en alumine avec un faible taux d'altération. (n° 2-3-4)

Par endroit, la décarbonatation du ciment calcaire a entraîné une forte silicification suivie d'une ferruginisation, d'où la formation d'une "cuirasse" au sommet du banc, générant l'augmentation des éléments de transition et d'une forte altération. (n°1 du tableau 2), (photo 1).



Photo 1: Echantillon de Cénomaniens moyen (c2 a) avec croûte ferrugineuse
- tableau 2, échantillon n°1 - (Photo: J.Jolivet)

Ce dernier échantillon serait à relier au Cénomaniens moyen basal -faciès Tavien de Dumas- dont les résultats analytiques sont à rapprocher de ceux du Cénomaniens inférieur présentés ci-dessus.

n°	Lieu	altération	total éléments					
			%	transition ppm	Si %	Ca %	Al %	Fe %
1	Boisson	c2 a	73,9	392	74,2	0,25	2,94	21,50
2	Boisson	c2 a	2,1	75	36,6	57,6	1,29	2,86
3	Boisson	c2 a	1,0	48	26,7	70,1	0,73	1,34
4	Boisson	c2 a	0,9	51	25,7	70,8	0,68	1,77

Tableau 2 : Géochimie des échantillons du Cénomaniens moyen (c2 a) - secteur de Boisson

Le Cénomaniens supérieur (c2 b) est représenté ici par une série de calcaire gréseux à patine rousse qui voit les % de silice, d'aluminium et de fait d'altération croître. (n°5)

Au nord du lieu dit les Blaches, un affleurement peu épais de calcaire blanc plus ou moins argileux contient des spicules d'échinides. (n°6 du tableau 3)

n°	Lieu	altération	total éléments					
			%	transition ppm	Si %	Ca %	Al %	Fe %
18	Rochegude	c2 b	6,6	59	43,0	28,1	2,02	1,62
5	Boisson	c2 b	4,5	76	44,4	50,8	2,40	1,57
6	Boisson	c2 b-c3 a	2,6	88	10,9	82,3	2,25	2,76

Tableau 3 : Géochimie des échantillons du Cénomaniens supérieur (c2 b) - secteur de Boisson-Rochegude

Le Turonien:

Le Turonien se divise en 3 sous étages .

Le Turonien inférieur (c3 a) se caractérise par des calcaires glauconieux (n°7) surmontés d'une série de calcaire plus argileux comprenant des débris de gastéropodes et de bivalves (n°8). (tableau 4)

n°	Lieu		total éléments					
			altération %	transition ppm	Si %	Ca %	Al %	Fe %
7	Boisson	c3 a	2,4	71	29,9	63,3	1,58	2,74
8	Boisson	c3 a	1,7	55	26,3	70,2	1,25	0,87
16	Rivières	c3 a-b	0,7	17	25,8	40,0	0,29	1,06
17	Rivières	c3 a-b	0,8	29	31,3	40,3	0,33	0,74

Tableau 4 : Géochimie des échantillons du Turonien inférieur (c3 a) - secteur de Boisson-Rivières

Le Turonien moyen (c3 b) devient franchement carbonaté avec des calcaires bioclastiques blancs à jaunâtres contenant des pellets. Le % de silice et le total des éléments de transition chutent (n°9 et 10 du tableau 5)

n°	Lieu		total éléments					
			altération %	transition ppm	Si %	Ca %	Al %	Fe %
9	Boisson	c3 b	0,1	34	1,6	97,7	0,13	0,22
10	Boisson	c3 b	0,1	33	0,3	99,4	0,11	0,16

Tableau 5 : Géochimie des échantillons du Turonien moyen (c3 b) - secteur de Boisson

Le Turonien supérieur (c3 c) - faciès Ucétien de Dumas (1875) - montre des grès à ciment siliceux ocres à rouges dont le % de fer, d'altération et les éléments de transition sont élevés. (n° 11 et 12 du tableau 6)

n°	Lieu		total éléments					
			altération %	transition ppm	Si %	Ca %	Al %	Fe %
11	Boisson	c3 c	49,3	64	96,1	0,21	1,03	1,65
12	Boisson	c3 c	57,7	146	91,9	0,28	1,91	4,46

Tableau 6 : Géochimie des échantillons du Turonien supérieur (c3 c) - secteur de Boisson

Le Coniacien (c4):

Carbonaté, il se caractérise en partie par des calcaires biosparitiques à débris roulés et une faune riche en Rudistes et Hippurites.

n°	Lieu		total éléments					
			altération %	transition ppm	Si %	Ca %	Al %	Fe %
13	Boisson	c4 c	0,1	22	2,6	97,0	0,11	0,21
14	Boisson	c4 c	0,2	19	20,0	79,6	0,12	0,18

Tableau 7 : Géochimie des échantillons du Coniacien (c4) - secteur de Boisson

Le Santonien (c5):

C'est une alternance d'argile et de sable avec des grès ferrugineux que l'on retrouve à l'état de trace à l'ouest du village de Boisson et disséminés au sud du synclinal.

n°	Lieu		total éléments					
			altération %	transition ppm	Si %	Ca %	Al %	Fe %
15	Boisson	c5	54,7	174	85,2	0,33	7,36	0,73
	N de Lagorce	c5	51,2	138	83,3	6,33	7,19	2,27

Tableau 7 : Géochimie d'un échantillon du Santonien (c5) - secteur de Boisson - comparaison avec un échantillon extérieur à la zone étudiée.

2) Paléogéographie:

Les représentations paléogéographiques demeurent complexes à reconstituer au niveau du synclinal de Boisson du fait de la végétation, de l'érosion ainsi que de la tectonique.

Le Cénomaniens moyen (c2 a)-Tavien- correspondrait à des faciès de plage avec des cycles d'immersions de modeste ampleur suivis au Paulétien d'une submersion marine modérée puis d'un milieu lagunaire (lignite), d'où la faible puissance des calcaires.

Comme dans la dépression de Labastide de Virac, le synclinal de Boisson de part sa structure, a permis ces dépôts marins.(Signolles, 1980).

La sédimentation se poursuit au Cénomaniens supérieur (c2 b) et indique une transgression dans un contexte marin plus profond lié à un plausible encaissement régional.

La coupure Cénomaniens terminal - Turonien inférieur marque une régression marine liée à une tectonique généralisée au S-E de la France (Ferry, 1997) et soulignée par les calcaires à glauconie.

Une nouvelle transgression se produit au Turonien inférieur (c3 a) et moyen (c3 b) avec un cortège de calcaires blancs à jaunes bioclastiques contenant à certains endroits des débris roulés de gastéropodes et de bivalves.

Le Turonien supérieur (c3c) voit une régression marine ponctuée par la présence de grès à granulométrie hétérogène.

Le Coniacien (c4) est franchement transgressif et correspond à une zone peu profonde de faciès de lagon avec des calcaires à Rudistes et à Hippurites.

A l'état de lambeaux, le Santonien (c5) est le dernier étage présent dans la zone de Boisson. Il passe progressivement de l'état marin à continental. Par endroit, des grès ferrugineux rouges alternent avec des bancs argileux.

Les trois phases d'altération continentale qui ont eu lieu sous climat tropical sont présentes sur le site étudié au niveau des faciès Cénomaniens moyen, Turonien supérieur et Santonien. (tableau 8)

Elles ont été déterminées par les émergences successives attachées aux jeux de l'eustatisme et de la tectonique enregistrées dans le Gard. (Parron et Triat, 1977)

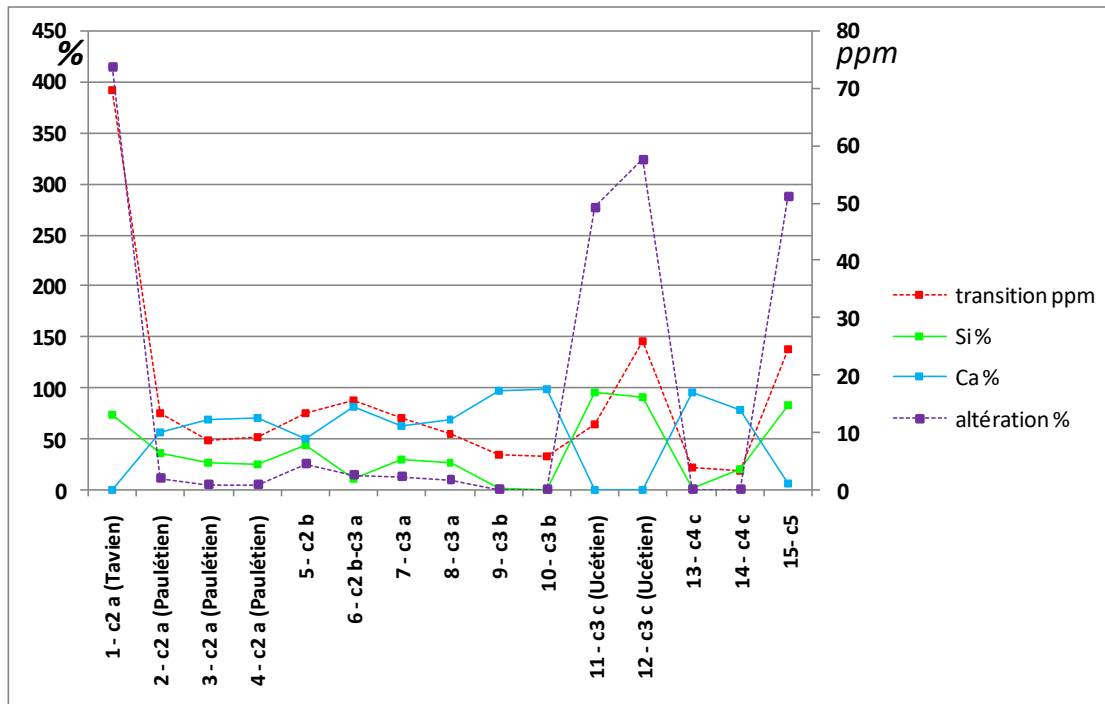


Tableau 8 : Variations des % de Ca et de Si par rapport aux % des altérations et des éléments de transition des échantillons du Crétacé supérieur prélevés dans le synclinal de Boisson.

3) Extension du Crétacé supérieur sur les bordures périphériques du synclinal de Boisson:

3.1. Géologie sédimentaire:

L'épaisseur moyenne actuelle des dépôts du Crétacé supérieur est d'environ 100 mètres.

Cependant de nombreux reliquats gréseux se retrouvent isolés surtout à l'ouest et au nord sur les assises calcaires du Barrémien supérieur bordant la zone d'étude.

Ces vestiges pas ou peu roulés montrent ainsi qu'ils sont restés en place ce qui permet d'en déduire un espace bien plus étendu de la couverture du Crétacé supérieur actuelle qui a subi depuis de fortes ablations.

La plupart de ces vestiges se situe aux cotes altimétriques entre 250 et 260 mètres et se retrouve soit sur des replats structuraux relativement étroits formés à partir d'une surface d'érosion, soit dans de rares poches karstiques ou bien par effet gravitaire, dans les thalwegs des vallons secs.

La présence de blocs de silex traduit le démantèlement d'horizons appartenant au Cénomaniens supérieur ou au Priabonien inférieur.

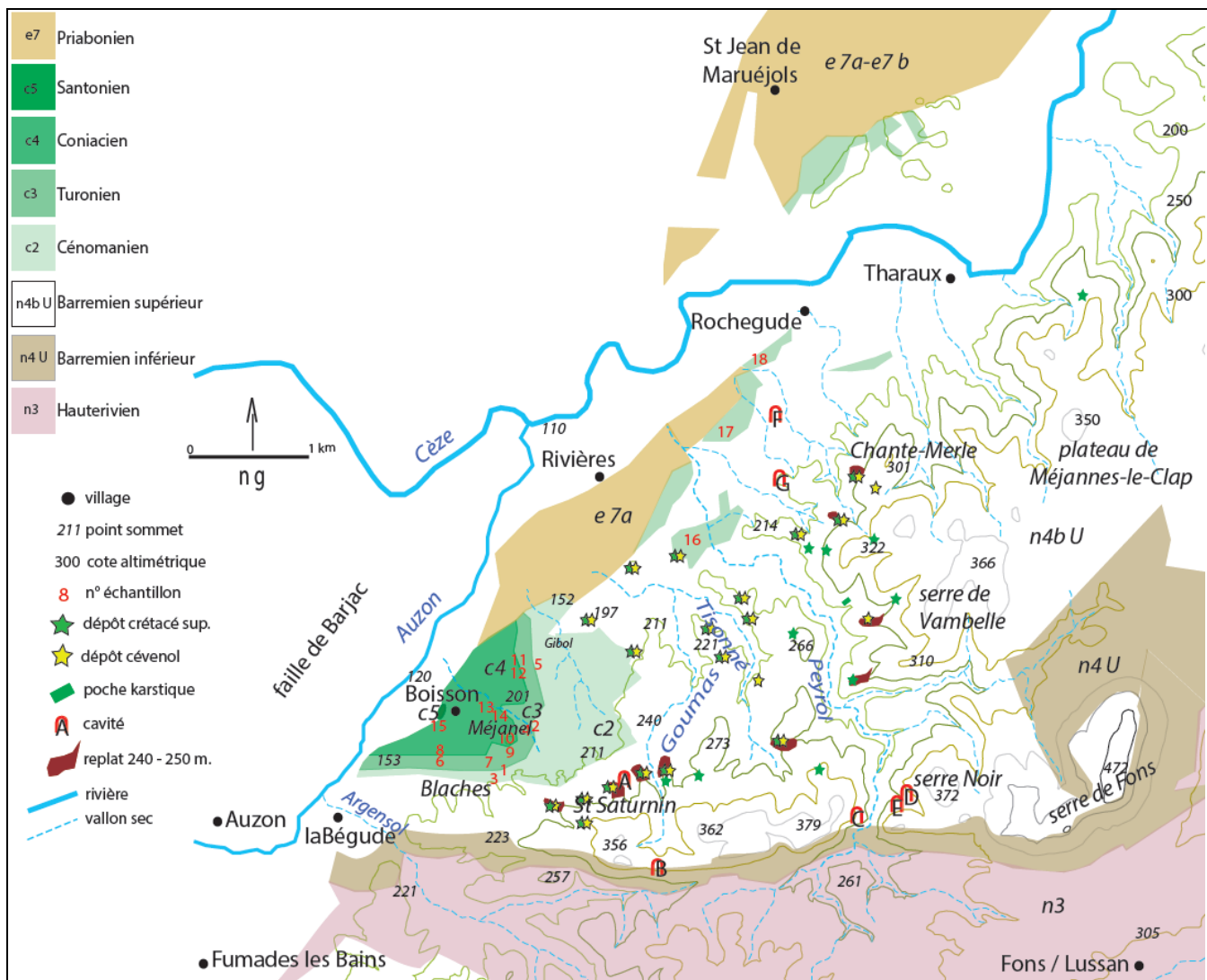
Ces horizons sont en général mêlés à des galets de quartz et plus rarement de gneiss d'origine cévenole comme sur les terrasses alluviales localisées au SO de Chante-Merle.

Leurs positions déterminent une bordure géographique allant du revers de la cuesta de St Saturnin, en passant à l'ouest du serre Noir et du serre de Vambelle, continuant vers Chante-Merle et allant au delà du site vers l'est de St Jean de Maruéjols.

Entre les altimétries 270 - 310 mètres, les éléments de grés sont plus rares et disséminés sur les bordures sud des massifs calcaires du Crétacé inférieur ou sur la surface d'aplanissement du plateau Méjannes-le-Clap. (carte 2)

Leur exposition en surface et leur petite taille accentuent la corrosion qui influe sur les variations géochimiques de leur structure.

Le total des éléments de transition, le % de l'altération et de fait, ceux de l'aluminium et du fer augmentent. (tableau 9)



carte 2 : Répartition des dépôts du Crétacé supérieur et des apports alluviaux cévenols sur la zone étudiée

Z(m)	Lieu	altération	total éléments					
			%	ppm	Si %	Ca %	Al %	Fe %
260	combe Goumas sud	c3 c	46,6	196	97,9	0,19	0,31	1,30
250	St Saturnin	c3 c	76,5	242	92,3	0,23	4,19	1,94
310	St Saturnin-bergerie	c3 c	46,5	30	92,2	0,30	3,38	0,34
250	combe Goumas sud	c3 c	68,3	105	90,6	0,44	1,69	6,60
220	PK ouest Vambelle	c3 - c2 ?	22,4	209	60,4	27,5	8,03	2,83
270	St Saturnin	c2	10,3	167	54,9	36,4	4,33	2,23
260	combe Goumas sud	c2	3,0	47	54,1	35,8	1,32	1,26
220	PK ouest Vambelle	c2	7,5	125	52,7	40,9	3,35	2,11
280	ouest Vambelle	c2	4,9	180	50,9	43,4	2,25	2,70
270	serre des Brus	c2	14,7	175	40,6	43,4	7,98	4,06
300	Peyre-Haute	c2	5,1	255	38,7	52,3	2,79	5,24

Tableau 9: Géochimie de quelques éléments gréseux retrouvés en surface. -PK: poche karstique-

Se pose la question de l'extension géographique des sédiments du Crétacé supérieur sur le plateau de Méjannes-le-Clap au niveau des lignes isohypses 270 à 310 mètres.

La couverture des altérites de l'Eocène inférieur et moyen a laissé son empreinte sur et dans le karst selon un processus de crypto-corrosion bien marqué aux contacts des calcaires du Barrémien supérieur et inférieur. L'Eocène moyen a été retrouvé aux cotes respectives de 320 m. et 280m. NGF pour le Lutécien (Jolivet *et al.*, 2020) et le Bartonien (Jolivet, *inédit*).

L'absence de couverture du Crétacé supérieur tant au niveau de la surface que de l'endokarst suppose (i) une ablation totale par l'érosion, (ii) un remaniement des formations détritiques et la continuation de l'action chimique au profit des formations du Paléogène, (iii) une chute du niveau de base général à la fin du Sénonien.

Cette carence est confirmée par les données des forages pour la recherche d'eau dans la région de Monteil (carte 1) qui traversent les terrains du Priabonien et recoupent directement le toit du Barrémien supérieur à des cotes allant de 250 à 130 mètres de profondeur.

Par contre dans le fossé d'Alès, le Crétacé supérieur a été retrouvé aux alentours de moins 1500m dans les forages pétroliers dont les épaisseurs varient de 70 à 250 mètres (Lussan 2, Mar 01 et 04 - *SNPLM : Société Nationale de Pétrole Languedoc-Méditerranée*).

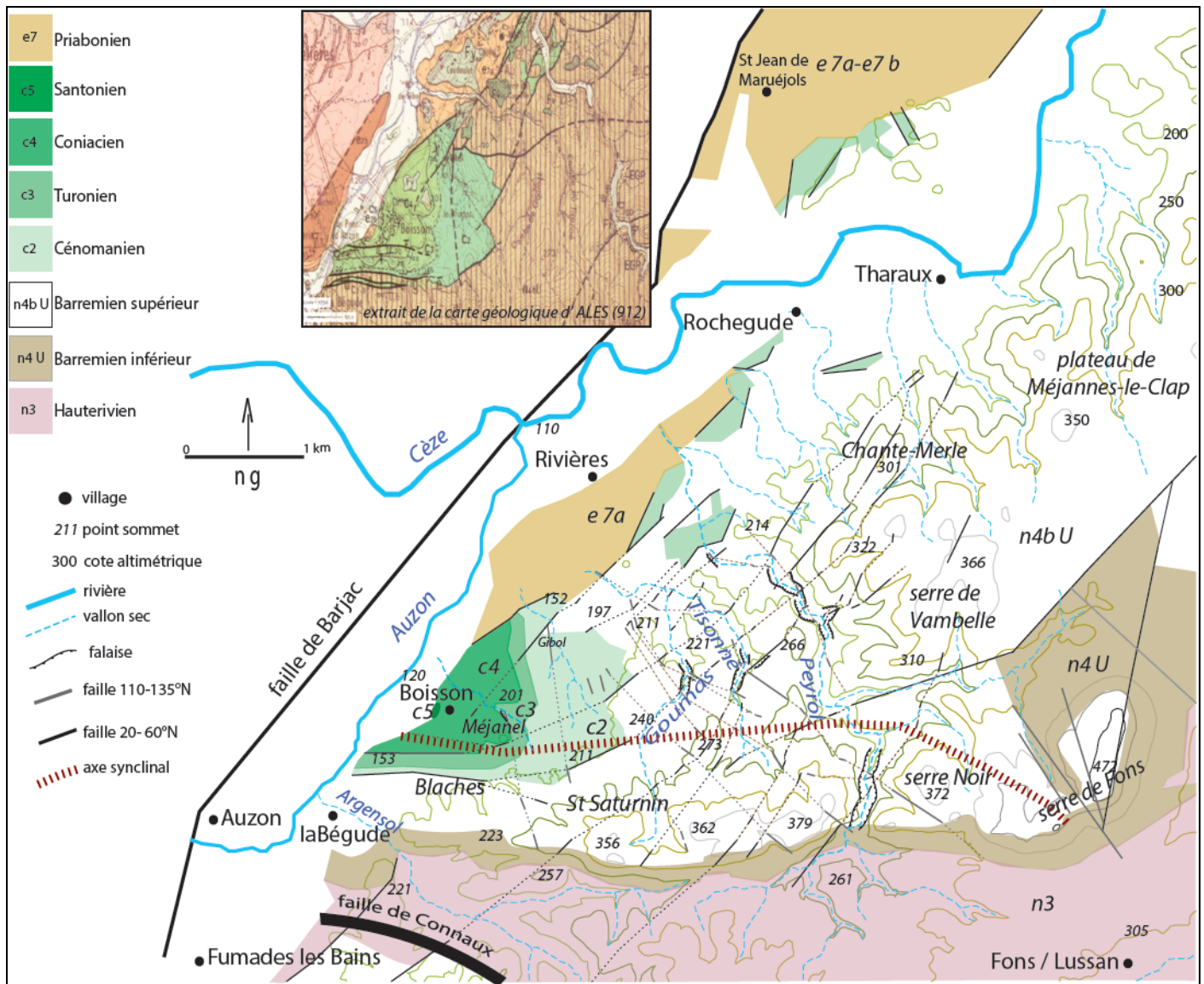
Ces observations permettent d'évaluer l'épaisseur adamique du Crétacé supérieur à environ 160 mètres et d'en déduire que son expansion est moindre que celle des terrains du Paléogène.

Ce toit détritique favorise un écoulement fluvial d'orientation Ouest-Est durant l'Eocène moyen entraînant sur sa surface des éléments gréseux du Crétacé supérieur concomitamment au soulèvement progressif provoqué par la flexuration des calcaires du Crétacé inférieur initiée dès l'ouverture du fossé d'Alès, d'où leur présence sur le plateau calcaire de Méjannes-le-Clap. (tableau 9) (fig.1)

3.2. Géologie structurale:

L'hypothèse précédente ne peut s'expliquer que par les mécanismes de la tectonique du Néogène qui engendrent les plissements pyrénéens E-O associés à des fracturations sub-verticales N 125-175 et N 20-60 puis au début de l'Oligocène, à une période de distension de direction générale NE-SO qui déclenche la structuration du fossé d'Alès. L'ouverture du rift alésien a produit des phénomènes de glissements des couvertures mésozoïques décollées de leur substratum au niveau du Trias (Sanchis et Seranne, 2000) et déformées par effet de roll-over les couvertures du Crétacé inférieur et supérieur créant ainsi des failles normales en tectonique extensive (faille de Barjac). (carte 3) Ces mécanismes marquent l'amorce de l'agencement structural des combes du Peyrol, de Tisonné et de Goumas ainsi que l'effondrement progressif de la zone de Boisson vers le fossé d'Alès (fig.1)

Cet abaissement va permettre (i) une déconnexion des cours d'eau divaguant sur le plateau de Méjannes-le-Clap, (ii) un encaissement graduel des vallées et la formation des vallons secs, (iii) de diriger vers le nord les cours d'eau provenant des Cévennes qui vont débayer tout d'abord la couverture de l'Eocène puis celle du Crétacé supérieur de la zone de Boisson, tout en déposant leur cortège alluvial, à partir des cotes altimétriques de 250 mètres pour graduellement s'établir dans le lit actuel de l'Auzon.



Carte 3: Complément du réseau de fracturations par rapport à la carte géologique d'Alès (912)

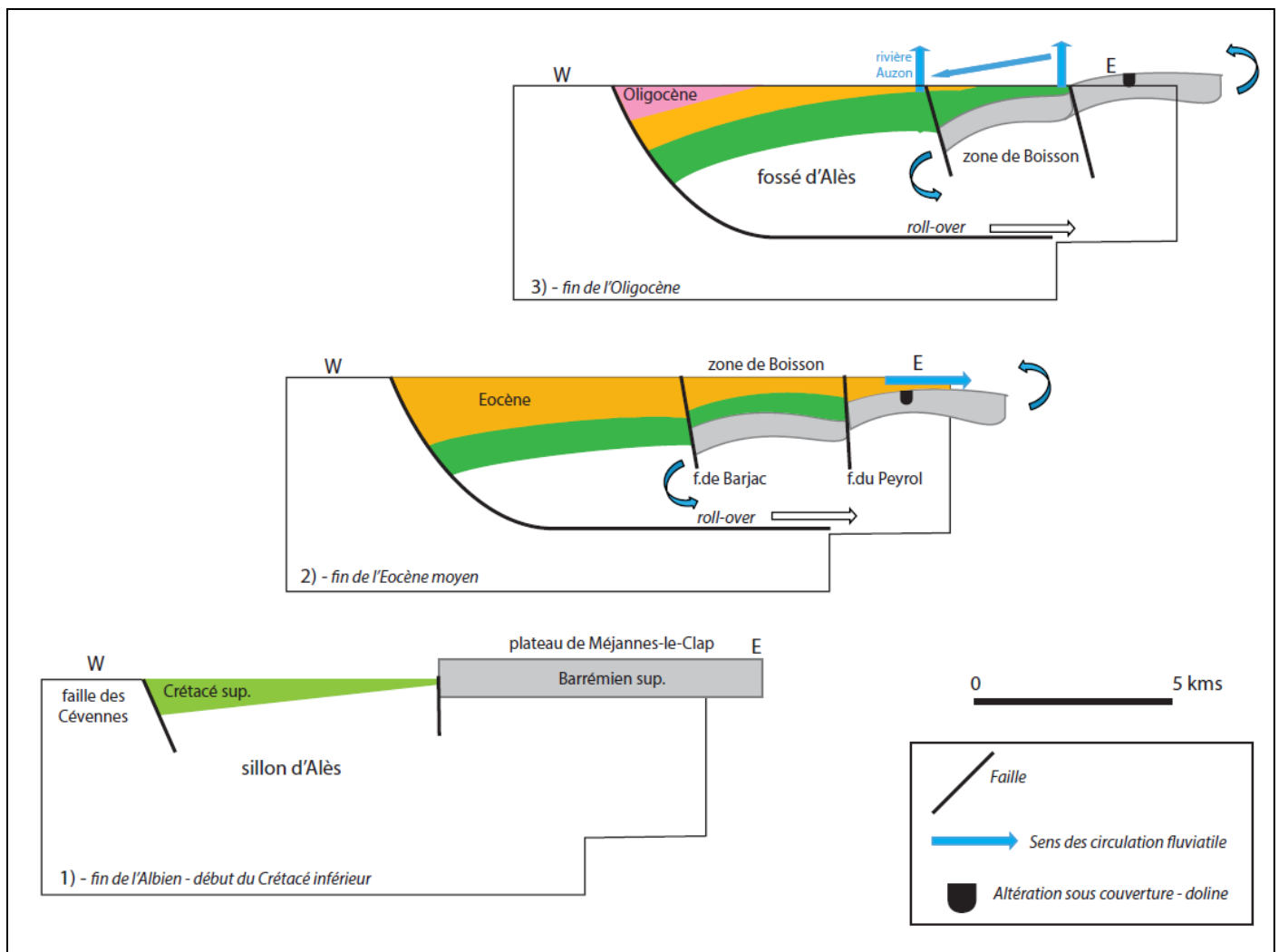


Fig. 1: Evolution synthétisée de la zone étudiée depuis le début du Crétacé supérieur jusqu'à l'Oligocène

3.3. Les eaux souterraines:

L' aquitard de Boisson:

De par leur nature détritique, les sables de l'ensemble du Cénomaniens moyen (c2 a), du Turonien supérieur (c3 c) et du Santonien (c5) sont propices à l'établissement d'un aquifère de bonne perméabilité.

Les nappes d'eau souterraine ainsi constituées s'ordonnent dans une série d'étagements qui peuvent favoriser des phénomènes de drainance entre un aquifère à nappe libre comme les calcaires du Barrémien supérieur et un aquifère captif contenant les sédiments gréseux et sableux du Crétacé supérieur séparés par les calcaires du Cénomaniens supérieur, les marnes du Turonien inférieur et moyen et du Coniacien.

Cependant la fonction capacitive actuelle de ce réservoir est de faible ampleur. Les volumes d'eau libérés par la surface de cet aquitard ne sont visibles qu'au bas du ruisseau situé au nord de Boisson au contact des sables cénomaniens (< à 1 litre/minute).

Aucune source n'est présente à la base des thalwegs des combes de Goumas, de Tisonné et du Peyrol.

Reste en suspens la connexion des nappes phréatiques entre la masse alluviale de la rivière Auzon et celle de l'aquitard de Boisson.

Aucune forme endokarstique et épikarstique de type doline ne s'y développe exceptées quelques anfractuosités impénétrables.

Quel rôle hydrologique a pu jouer la couverture du Crétacé supérieur, aujourd'hui disparue, au niveau des masses calcaires du Barrémien supérieur?

Cette question se pose au regard du positionnement des replats et méplats structuraux et des cavités environnantes situés aux lignes isohypses 250 m.

Ces formes structurales en plus d'être des marqueurs de l'expansion des terrains du Crétacé supérieur, indiquent le début du déblaiement de la couverture par un courant fluvial provenant des Cévennes et dont la direction d'écoulement était SO-NE.

Les périodes de fortes altérations du Santonien à l'Eocène moyen ont soumis les calcaires du Crétacé supérieur à une «immunité karstique».

L'obstruction du réseau de fractures et de chenaux karstiques préexistants par le matériel sablo-gréseux a tamponné la réponse aux eaux météoriques et inhibé fortement la dynamique d'écoulement tant verticale que latérale vers le réservoir du Barrémien supérieur.

L'évolution concomitante des incisions des rivières Auzon et Cèze dès le début du Miocène, a permis à cette dernière, de par sa position et à la faveur d'un canevas structural plus favorable, de bénéficier d'un écoulement bien plus conséquent avec un gradient directionnel d'écoulement préférentiel orienté ONO-ESE vers le niveau de base régional représenté par le Rhône.

Les dépôts du Crétacé supérieur formant l'aquitard de Boisson bloquent la drainance vers les aquifères karstiques du Barrémien supérieur qui ne peuvent se constituer à la périphérie du synclinal et ce malgré la proximité du niveau de base local que représente l'Auzon.

Les circulations souterraines qui structurent le réservoir seront captées par la Cèze dont la dynamique hydraulique est bien plus compétente d'où la formation de cavités importantes au niveau du plateau de Méjannes-le-Clap. (SCSP, 1982).

3.4. La karstification endokarstique:

Les cavités sont peu nombreuses et de développement limité. En général les parois des conduits sont dégradées en raison de la déstructuration du massif calcaire et ne gardent que très rarement les traces de leur formation originelle. (carte 2)

Elles se répartissent sur le revers de la cuesta de Saint Saturnin aven Max (A) (z=230 m.), grotte des Nègres (B) (z=320m.) et plus à l'est les grottes du Peyrol (C) (z=300m.)

A l'ouest du serre Noir, la grotte de Néné (D) (z=310 m.) (photo 2) ne se développe qu'à partir d'un vide généré par la tectonique et la grotte Jacques (E) (z=265 m.) n'est qu'une simple baume de faible étendue en apparence due à un changement de séquence de dépôt du Barrémien supérieur (sommet d'un cortège transgressif -HST-).

Cependant l'analyse géochimique des remplissages ne révèle pas leur provenance.



Photo 2: Grotte Néné - développement sur une fracturation d'orientation NE-SO (photo: J.Jolivet)

En plus grand nombre, les cavités situées plus au NO du massif de Chante-Merle, commune de Rochegude, et aux cotes altimétriques 200-150 mètres NGF, conservent encore des témoins de leur évidement tels que des banquettes de niveau ou des coupoles de plafond.

Peu étendues, elles sont en partie colmatées par des remplissages argilo-sableux remaniés avec pour certaines d'entre elles des placages de galets de quartz et de sables comme aux grottes du Patis (F) (z=150m.) ou du Renard (G) (z=200 m.) (photos 3 & 4).

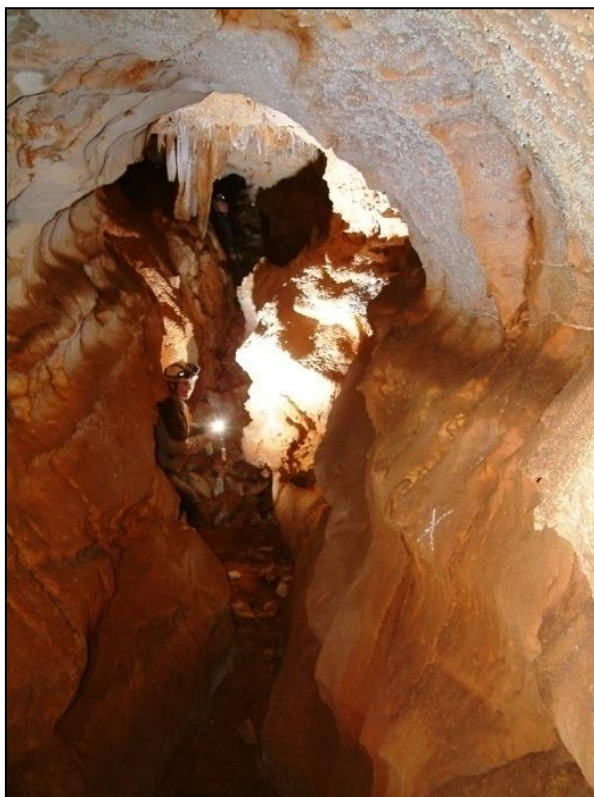


photo 3: grotte du Renard (Rochegude) - conduit dit en forme de "trou de serrure" avec traces d'anciens remplissages. (photo: J.Jolivet)

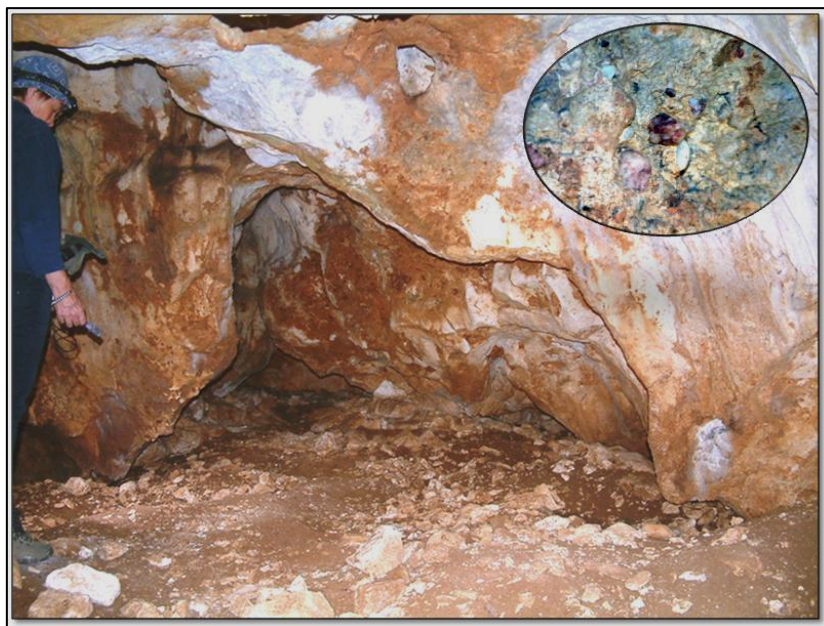


photo 4 : grotte du Patis (Rochegude) - formes pariétales en partie conservées - en médaillon : placage de galets cévenols sur paroi. (photo: J.Jolivet)

Ces colmatages peuvent indiquer (i) un creusement sous couverture suivi d'un décapage de cette dernière ayant entraîné une infiltration à travers l'épikarst du matériel sédimentaire, (ii) une relation eau du karst - eau de rivière

charriant les sédiments dans le réservoir en fonction des variations de la nappe phréatique commandées par le niveau de base local.

L'orientation générale NNE-SSE de leur axe de développement correspond à l'évolution progressive d'enfoncement de la confluence Cèze - Auzon.

3.5. Le karst hypogène:

La spéléogenèse hypogène n'a pas été observée dans les terrains du Crétacé inférieur, mais sa présence peut être supposée. Elle est par contre visible à l'ouest des Blaches sur la paroi calcaire du Coniacien de la falaise servant de site d'escalade. Sa surface laisse voir des "pipes" cylindriques dont les extrémités arrondies s'arrêtent dans la masse carbonatée. (photo 5)



Photo 5: "Pipes" cylindriques visibles sur la paroi calcaire (c4) de la faille de Boisson. (photo: J.Jolivet)

La proximité avec la station thermale des Fumades les Bains sise à 2.5 kms au SO du site peut attester de remontées d'eau d'un réservoir profond encore mal connu.

Les sondages réalisés pour l'exploitation des eaux thermales ne dépassent pas le Priabonien inférieur contenant des calcaires asphaltiques d'où la présence d'eau sulfatée et calcique légèrement chaude avec des dégagements d'hydrogène sulfuré. (BRGM, 2011).

Ces phénomènes hypogéniques sont à relier avec les cycles orogéniques pyrénéens et l'ouverture du rift alésien à la fin du Paléogène.

Conclusion:

L'objectif de cet article était de compléter la cartographie des structures géologiques de la zone étudiée pour mieux appréhender le rôle hydrologique jouer par la couverture du Crétacé supérieur.

La géochimie a permis ici de détecter les concentrations minérales des substrats rocheux de chaque étage du Crétacé supérieur.

Cette discrimination chimique révèle des séries superposées carbonatées, gréseuses et sableuses de faible épaisseur ne pouvant développer qu'un aquitard de faible capacité dont il ne reste à ce jour qu'une partie. Les phénomènes

superficiels de crypto-corrosion dus à la charge sédimentaire du Crétacé supérieur ne sont pas probants sur l'épikarst du Barrémien supérieur du synclinal de Boisson et dépendent davantage des rendzines actuelles. La désorganisation de sa surface géographique a provoqué des gradients hydrauliques privilégiés d'origine cévenole qui ont déblayé progressivement d'abord les couvertures de l'Eocène puis du Crétacé supérieur contraintes par la tectonique. Cette architecture a favorisé la mise en place de chenaux d'écoulement entre le fossé d'Alès et le plateau de Méjannes-le-Clap.

Cependant ces niveaux de base ne favorisent ni la drainance des eaux vers les aquifères du Barrémien supérieur en cours de constitution, ni l'apparition d'exutoires provenant de ce même endokarst à la périphérie du piémont en cours de formation.

Bibliographie:

BASTIDE F. (2014) - Synthèse de l'évolution de la plateforme Urgonienne (Barrémien tardif à Aptien précoce) du Sud-Est de la France: Faciès, micropaléontologique, géométries, paléotectonique et géomodélisation, Thèse de doctorat, 299p., + annexes

BRGM (2011) - Ressource en eau thermale de la station des Fumades à Allègre, Etat des lieux. *Rapport final juillet 2011, 70p.*

DUMAS E. (1875) - Statistique géologique, minéralogique, métallurgique et paléontologique du département du Gard. *Imp. Clavel-Ballivet, Nîmes, 3 vol.*

FERRY S. (1997) - Apport des forages ANDRA de Marcoule à la connaissance de la marge crétacée rhodanienne. *Actes des Journées scientifiques CNRS-ANDRA, Bagnols sur Cèze, 20-21 octobre 1997.*

FREYET P. (1971) - Les dépôts continentaux et marins du Crétacé supérieur et des couches de passage à l'Eocène en Languedoc. *Bull. BRGM, (2), 1,4 54p., 46 fig.*

JOLIVET J., GRAILLOT D., VAN DEN BROECK E. (2020) - Evolution des altérites du Crétacé supérieur à l'Eocène depuis la surface continentale vers l'endokarst - Garrigues septentrionale du Gard et du sud Ardèche. *Karstologia n°75, 2020, p. 7-16*

NESBITT, H .W. and YOUNG, G.M., (1982): Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites. *Nature, 199, 715-717*

PARRON C., TRIAT J.M (1977) - Nouvelles conceptions du Crétacé supérieur du Gard. Répercussion sur la stratigraphie, la paléogéographie et la tectonique, de la découverte de trois phases d'altérations continentales. *Rev. Géogr. Phys. Géol. Dyn. Fr. (2) v.20, fasc. 3, p. 241-250*

SANCHIS E., SERANNE M. (2000) - Structural style and tectonique evolution of polyphase extensional basin of the Gulf of Lion passive margin: the Tertiary Ales basin, southern France. *Tectonophysics, 322(3-4), p.219-242.*

SCSP (1982) - Les cavités majeures de Méjannes-le-Clap. *Édit. Société Cévenole de Spéléologie et de Préhistoire d'Alès (SCSP), 2 tomes, 96 et 144 p.*

SIGNOLLES C. (1980) - Le Crétacé supérieur du département de l'Ardèche (Sud - Est de la France), stratigraphie, sédimentologie, paléogéographie. *Thèse de Doctorat de troisième cycle de Géologie des ensembles sédimentaires, Université Claude Bernard - Lyon 1, 98p., 55 fig., 5 pl.*

SORNAY J. (1950) - Etude stratigraphique sur le Crétacé supérieur de la vallée du Rhône entre Valence et Avignon et les régions voisines. *Thèse, Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble, Allier éditeur, 254 p., 31 fig., 12 pl.*

