

L'image témoin

des grottes et des paysages



L'image témoin

des grottes et des paysages



L'image témoin *noun, féminine*

Courier Std

Traduction sample image n

Alternative translation reference image, sample picture n

1990 - ANCIEN TITRE : L'IMAGE-TEMOIN asbl

1998 - DEVENT : association NATURE-TEMOIN

Filmstrip Ire couverture - Extraits d'œuvres photographiques et cinématographiques réalisées par B. Magos à Mont-sur-Meuse (Ardennes, Belgique) et à la grotte de la Cigalère (Ariège, France)
Premier Plan: BM et sa Caméflex 35 mm. Second plan, de gauche à droite: Étage supérieur de la Cigalère - Excentriques de gypse dans l'Apothéose des Cavemes - BM interroge l'abbé Breuil lors de l'authentification de la grotte de Rouffignac - BM et sa caméra Gévaert 16 mm - Autoportrait pendant l'exploration au Septième Ciel à la Cigalère
Collection clichés © Nature-Témoin pour Bernard Magos

Photo de couverture - B. Magos indique un dessin préhistorique parmi les graffiti pariétaux à la grotte de Saint-Marcel d'Ardèche (voir article p. 3) - cliché E. Van den Broeck

L'image témoin

des grottes et des paysages

Communication associative d'informations scientifiques sans périodicité régulière

Tous droits réservés

Copyright © 2022 NATURE-TEMOIN association loi 1901

Éditions NATURE-TEMOIN - 30760 Issirac

info@nature-témoin.fr

Directeur de la publication: Eric Van den Broeck

Rédacteur en chef: Eric Van den Broeck

Équipe rédactionnelle: Eric Van den Broeck, Joël Jolivet, Bernard Magos, Myriam Van der Meirsch

L'impression des opinions émises par les auteurs n'engage que leur propre responsabilité

ISBN: 9791034340590

Dépôt légal 2e semestre 2022

Imprimé en France ****



ÉDITORIAL

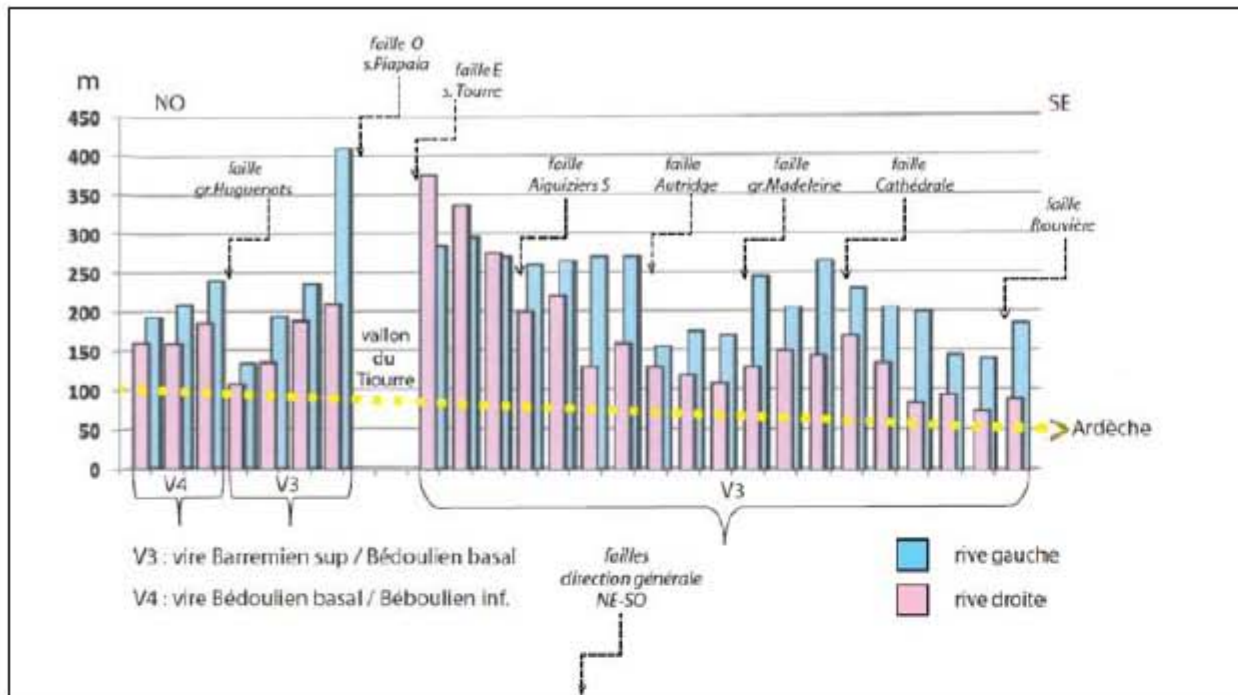
Une bonne trentaine d'années après que Bernard Magos a créé notre association, initialement appelée L'Image Témoin, il est temps de rendre honneur à ce noble spéléologue, à travers de cette publication. Après l'édition de ses films «audio-visuel à visage humain» en 16 et 32 mm, vidéos et DVD, notre honorable secrétaire a maintenant l'honneur de présenter l'article principal.

A l'occasion de deux événements, les adhérents de l'association Nature-Témoin ont le plaisir d'annoncer la publication de certaines de nos recherches et explorations, afin de contribuer à la connaissance et à la protection des grottes et des paysages karstiques. Suite à la pandémie du Covid-19, l'Année internationale des grottes et du karst (IVCK) 2021 est prolongée en 2022. L'événement majeur du IVCK est le Congrès international de spéléologie (ICS) de l'Union internationale de spéléologie (UIS), également reporté à 2022. Celui-ci aura lieu en France, cette fois-ci, du 24 au 31 Juillet, en présence de l'image témoin des grottes et des paysages, dont nous vous souhaitons une agréable lecture.

L'image témoin
l'audio-visuel à visage humain
présente

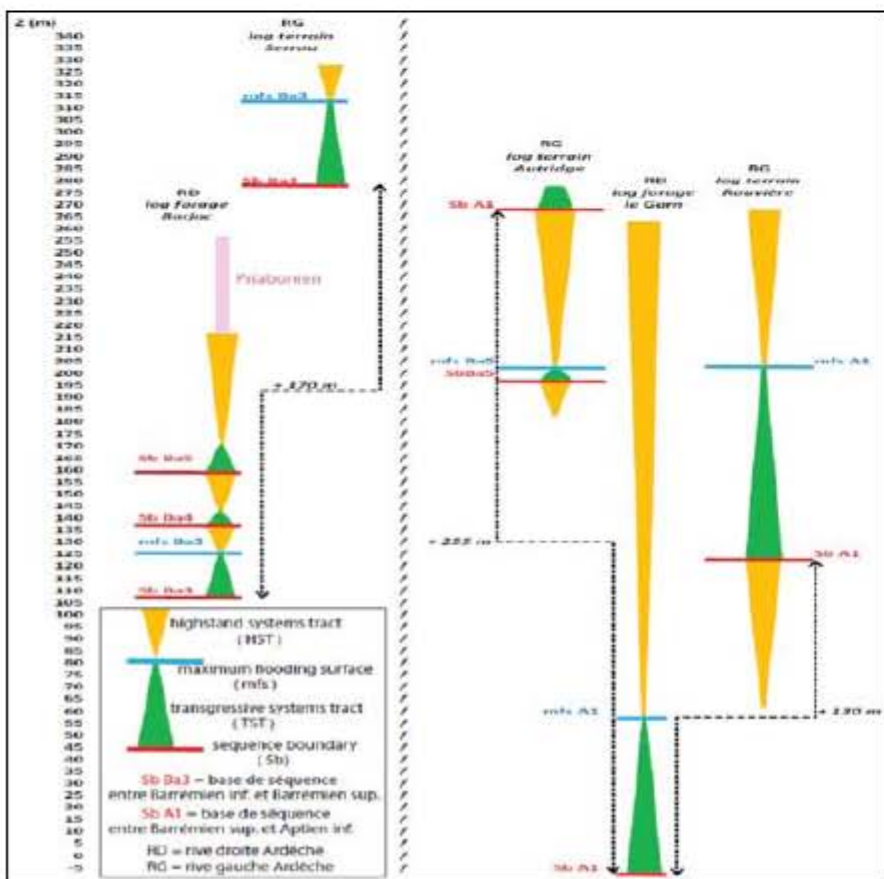
SOMMAIRE - CONTENTS

- 2** Observation d'art pariétal à la grotte de Saint-Marcel d'Ardèche (07)
Bernard Magos, Jean-Jacques Misérez, Sarah Wauters, Erik Van den Broeck
- 4** La Rivière souterraine de la Rainette à Grospiennes et Chandolas (07).
Synthèse par Erik Van den Broeck pour le Collectif Shadois de la Rainette
- 18** Découvertes paléolithiques et néolithiques au Konijnenberg à Hofstade, Aalst, province de Flandre-Orientale, Belgique
Romain De Moor, Johnny De Mel
- 22** Suivi 2017-2021 Climatologie et énergies à l'Aven-grotte de la Forestière d'Issirac (Ornac-L'Aven, 07)
Erik Van den Broeck
- 26** Rôle de l'Urgonien dans la morphologie des formes pariétales en milieu endo-karstique : les banquettes-limites
Joël Jolivet, Steve Peuble, Erik Van den Broeck, Frédéric Galice et Didier Graillet
- 36** Paléogéographie du canyon de l'Ardèche du Crétacé inférieur à l'Oligocène: approches par la tectonique, la géomorphologie et la géochimie
Joël Jolivet, Steve Peuble, Frédéric Paron, Frédéric Galice, Erik V.d. Broeck et Didier Graillet
- 48** Le cadre Naturel, source d'inspiration des Artistes de la Préhistoire
Myriam Van der Meirsch, Erik Van den Broeck



tab. 1 - Différences altitudinales relevées par rapport aux vires v3 et v4 de part et d'autre du canyon de l'Ardèche.

tab. 2 - Rejets des failles NO-SE relevés par rapport aux logs stratigraphiques de forage et de terrain. (d'après Bastide (2014))



2 - GÉOLOGIE DU CRÉTACÉ SUPÉRIEUR AU NORD DU SILLON D'ALÈS

Une transgression sénestre affecte le domaine vocontien dès l'Albien (Ferry, 2017) et provoque le plissement et l'émergence du bassin du Sud-Est de la France.

La réactivation de plissements de direction Est-Ouest (Fries et al, 2003) se conjugue avec une phase de distension créant ou réactivant des failles normales de direction générale N-NE - S-SO. Cette mosaïque structurale perdure pendant le Crétacé supérieur et permet l'installation de hauts fonds dans le sillon d'Alès dès le Cénomanien inférieur - moyen.

Cette architecture va favoriser des dépôts détritiques et littoraux de faible ampleur au Crétacé supérieur et ce malgré l'importance de l'eustatisme dans le sillon rhodanien à cette période.

La sédimentation détritique se réalise dans la vaste dépression occasionnée

Page de droite : >>>

tab. 3 - Analyse géochimique des échantillons référencés du Crétacé Supérieur

par le jeu structural établi entre la faille d'Alès, se superposant à celle des Cévennes (Sanchis et al., 2000), en cours d'ébauche, et la future faille de Barjac, amorçant ainsi un sillon NE-SW.

Les remplissages gréseux et calcaro-gréseux du Crétacé supérieur sont visibles actuellement sur les franges orientales du rift alésien et ses appendices E-O représentés par les plissements alors naissants de Boisson (Jolivet et al., 2021) et de la Bastide de Virac, ce dernier prolongé par la faille de St Remède, ou bien par des bras formés à partir de failles NO-SE comme c'est le cas à l'entrée des gorges de la Cèze ou de l'Ardèche à l'est de Vallon Pont d'Arc.

2 - 1 - ECHANTILLONS DE GRÈS RÉFÉRENCÉS

Au niveau de Labastide de Virac, le Cénomanien inférieur (c2 a) repose sur le toit du socle aptien et se caractérise par des dépôts sableux de signature littorale, continentale ou bien deltaïque.

L'analyse des sédiments prélevés dans la dépression de Labastide de Virac montre des remblayages de sables quartzeux gris à roux et feldspathiques avec un faible taux de carbonate correspondant à une néogénèse en milieu deltaïque en bordure d'un milieu marin peu profond. (Signolles, 1980)

Le Cénomanien moyen à supérieur (c2 b) témoigne de phases successives de transgressions marines accompagnée d'une activité tectonique provoquant un exhaussement de la zone qui va se poursuivre jusqu'au Turonien inférieur. Il est représenté par des grès à ciment calcaire dont certaines fractions présentent une légère argilisation ainsi qu'une augmentation du taux d'oxyde de fer.

Cette ingression ne progressera pas au delà de la zone de Labastide de Virac.

		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	
		SiO2	Al2O3	CaO	Fe2O3	K2O	MgO	MnO	Na2O	P2O5	TiO2	Altération Transition	
Cénomanien inférieur													
Labastide de Virac	c2 a	77,1	1,1	20,6	0,32	0,71	0,15	0,01	0,01	0,00	0,02	5	20
Labastide de Virac	c2 a	64,4	1,1	18,8	0,31	0,75	0,07	0,01	0,05	0,03	0,02	5	20
Cénomanien moy/sup.													
Labastide de Virac	c2 b	56,2	1,4	40,8	0,72	0,31	0,44	0,03	0,00	0,00	0,08	3	45
Labastide de Virac	c2 b	31,2	0,8	66,3	0,63	0,25	0,72	0,04	0,00	0,01	0,06	1	33
Turonien moyen													
Port de Salavas	c3 a	37,1	1,7	28,1	3,44	0,78	0,32	0,04	0,04	0,04	0,05	6	53
Sud de Lagorce	c3 a-b	50,0	1,2	26,6	0,16	0,08	0,26	0,01	0,11	0,01	0,02	4	15
Salavas	c3 a-b	53,4	2,0	42,7	0,75	0,32	0,69	0,03	0,04	0,03	0,12	4	73
Salavas	c3 a-b	76,2	1,7	20,5	0,58	0,88	0,10	0,01	0,03	0,00	0,03	7	37
Turonien supérieur													
Lagorce	c3 b-c	78,1	3,1	16,3	1,95	0,26	0,15	0,04	0,00	0,00	0,09	16	124
Lagorce	c3c	79,3	2,6	0,15	17,94	0,01	0,02	0,02	0,00	0,03	0,01	94	191
Lagorce	c3c	91,3	5,5	0,12	2,51	0,23	0,08	0,01	0,00	0,00	0,25	94	178
Labastide de Virac	c3c	98,4	0,3	0,15	0,95	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,24	61	109
Lagorce	c3c	99,5	0,3	0,08	0,12	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	76	44
Coniacien													
Vagnas nord	c4	55,0	1,6	42,5	0,52	0,10	0,14	0,05	0,00	0,00	0,03	4	96
Salavas	c4	46,1	1,4	28,9	0,57	0,10	0,09	0,03	0,01	0,03	0,09	5	64
Lagorce	c4	54,6	2,6	40,8	1,29	0,20	0,30	0,03	0,00	0,00	0,14	6	76
Santonien													
Lagorce	c5	94,9	2,4	0,1	2,32	0,10	0,04	0,03	0,00	0,00	0,13	91	156
Salavas	c5	89,0	4,0	2,4	3,16	1,10	0,09	0,06	0,02	0,01	0,13	54	156
Lagorce	c5	86,9	6,6	4,3	1,58	0,31	0,07	0,00	0,00	0,01	0,27	59	138
Salavas	c5	84,4	9,2	0,1	3,59	1,76	0,22	0,13	0,10	0,01	0,44	82	217
Campagnien													
Salavas	c6	97,0	2,7	0,1	0,16	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	96	27
Salavas	c6	95,5	2,2	0,1	0,77	0,05	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03	92	36

Echantillons inédits	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm
<i>rive droite</i>	SiO2	Al2O3	CaO	Fe2O3	K2O	MgO	MnO	Na2O	P2O5	TiO2	Altération	Transition
Deves de Virac c3 a-b	49,4	1,4	26,8	0,57	0,11	0,11	0,02	0,04	0,01	0,06	5	42
O-Labastide de Virac c3 c	95,5	1,3	0,15	0,57	0,12	0,05	0,01	1,43	0,01	0,10	44	142
O-Labastide de Virac c3 c	95,2	2,1	0,21	0,38	0,13	0,08	0,00	0,66	0,00	0,08	68	48
O-Labastide de Virac c3 c	93,5	2,5	0,17	1,17	0,15	0,07	0,01	1,06	0,01	0,04	64	264
<i>rive gauche</i>	SiO2	Al2O3	CaO	Fe2O3	K2O	MgO	MnO	Na2O	P2O5	TiO2	Altération	Transition
pl.de Mayres c3 b-c	75,8	2,2	17,6	3,84	0,08	0,11	0,03	0,02	0,16	0,13	11	102
Nord-Ouest Bidon c3 a-b	45,6	1,0	24,6	1,58	0,65	0,24	0,03	0,73	0,02	0,03	4	93
Nord-Ouest Bidon c3 a-b	45,6	5,4	22,5	1,33	1,26	0,18	0,02	0,28	0,06	0,21	18	126
N Bidon c3 a-b	39,3	1,6	30,1	0,79	0,45	0,40	0,02	0,18	0,02	0,17	5	89
champ Vermeil c3 c	94,5	2,6	0,2	0,52	1,35	0,11	0,00	0,18	0,03	0,04	60	50
Ouest Bidon c3 b-c	60,3	1,0	19,0	2,31	0,07	0,06	0,06	0,12	0,09	0,10	5	153
Sud-Ouest Bidon c3 c	95,6	1,4	0,2	1,27	0,10	0,03	0,00	0,39	0,02	0,09	68	80
Sud-Ouest pl.Malbosc c3 a-b	48,9	2,3	23,7	0,98	0,97	0,13	0,04	0,25	0,05	0,07	9	190
Sud-Ouest pl.Malbosc c3 c	93,2	3,4	0,2	0,52	1,67	0,02	0,00	0,26	0,02	0,04	62	155
Maison forestière c 5	89,4	5,2	0,2	0,31	4,25	0,02	0,00	0,41	0,02	0,06	52	75
Maison forestière c 5	86,6	6,2	0,2	0,53	5,10	0,09	0,01	0,42	0,06	0,10	52	40
bois Bouchas c3 a-b	32,0	5,3	26,9	2,33	0,60	0,26	0,06	0,59	0,09	0,66	16	225

tab. 4 - Analyse géochimique des échantillons inédits du Crétacé Supérieur

2 - 2 - ECHANTILLONS DE GRÈS INÉDITS AU NIVEAU DES PLATEAUX SITUÉS EN RIVES DROITE ET GAUCHE DU CANYON DE L'ARDÈCHE

Des reliquats gréseux se retrouvent sur les plateaux barrémo-aptiens encadrant les gorges de l'Ardèche (fig. 3).

La plupart d'entre eux se situe à des cotes altimétriques allant de 380 à 260 mètres en rive droite et de 380 à 300 mètres en rive gauche de l'Ardèche. Ils se retrouvent soit sur les surfaces d'aplanissement, soit dans des poches karstiques ou dans des dolines et, par effet gravitaire, dans les thalwegs des vallons secs (tab. 4).

A noter que les prélèvements et l'observation des échantillons de grès ont été effectués en dehors des chemins ou pistes afin d'éviter le plus possible «l'erreur anthropique».

- Rive droite:

Sur la surface d'aplanissement du Devès de Virac (Z moyen 270 m) des galets épars de grès plus ou moins arrondis se retrouvent en surface ou dans les dolines. Peu nombreux, ce sont des grès à ciment calcaire ou ciment siliceux.

A l'ouest de Labastide de Virac, le long de la faille NE-SW délimitant à l'Est le puits de Ronze, une série de grès arrondis à ciment siliceux se retrouve dans une faible dépression (Z 260 m).

Très rares, les reliquats de grès se situent en général dans les dépressions karstiques qui crèvent la surface d'aplanissement du Bois de Ronze (Z moyen 370 m). Certains d'entre eux présentent des textures comparables à celle du Santonien de la région de Lagorce.

- Rive gauche:

Quelques galets de grès à ciment siliceux (c3 c) ont été retrouvés sur la plaine des Gras (Z 250m).

Dans la plaine de Mayres, (Z 380 m) en haut du vallon du Tiourre, une bande de grès est incrustée dans une des fractures de décrochement (pop-ups) parallèle à la faille principale de St Remèze.

Sur le secteur Sud-Ouest de la commune de St Remèze, des grès néoformés jonchent quelques surfaces isolées ou sont piégés dans des dépressions et le sol de cavités aujourd'hui décapitées (Martini, 2005).

Quelques échantillons de grès à ciments calcaires ou siliceux et plus ou moins arrondis, se retrouvent disséminés sur le plateau karstique entre les villages de St Remèze et de Bidon aux lignes isohypses comprises entre 380 et 320 mètres.

Certains d'entre eux se retrouvent dans les petits grabens de Bidon et de champ Vermeil.

Au Sud-Ouest du bois de Malbosc, au niveau de la surface d'aplanissement (Z 300 m) perforée par une vaste dépression et des entrées d'aven, quelques grès arrondis et de sable en présence de rares petits galets de quartzite sont présents ainsi qu'au Nord-Ouest de ce secteur.

2 - 3 - CONCLUSION SUR LES ÉCHANTILLONS PRÉLEVÉS EN RIVES DROITE ET GAUCHE DU CANYON DE L'ARDÈCHE

Les travaux antérieurs menés sur le secteur (Parron et al., 1977) et Signolles, 1980) signalent une première phase d'altération au Cénomaniens moyen. Bien présente dans le synclinal de Boisson (Jolivet et al., 2021) (tab. 5). Elle n'apparaît pas dans les prélèvements effectués dans la dépression de Labastide de Virac.

La phase albienne n'a pas été observée dans l'ensemble des dépôts du sillon d'Alès.

Les réorganisations cinématiques du Crétacé supérieur impactent la structuration du socle urgonien du sillon d'Alès et agencent des accommodations favorables aux accumulations de dépôts

Les décharges détritiques montrent des épaisseurs croissantes du nord vers le sud du fossé d'Alès. Les logs de forage révèlent une épaisseur de 20 mètres au nord de Lagorce, de 65 mètres au niveau de Salavas et d'environ 100 mètres à Ségries. Dans le fossé d'Alès (hors carte), le Crétacé supérieur sensu lato a été retrouvé aux alentours de moins 1500 m dans deux forages pétroliers SNPLM (Société Nationale de Pétrole Languedoc-Méditerranée) avec une épaisseur minimale de 170 mètres (Lussan 2) et de 250 mètres (Mar 04).

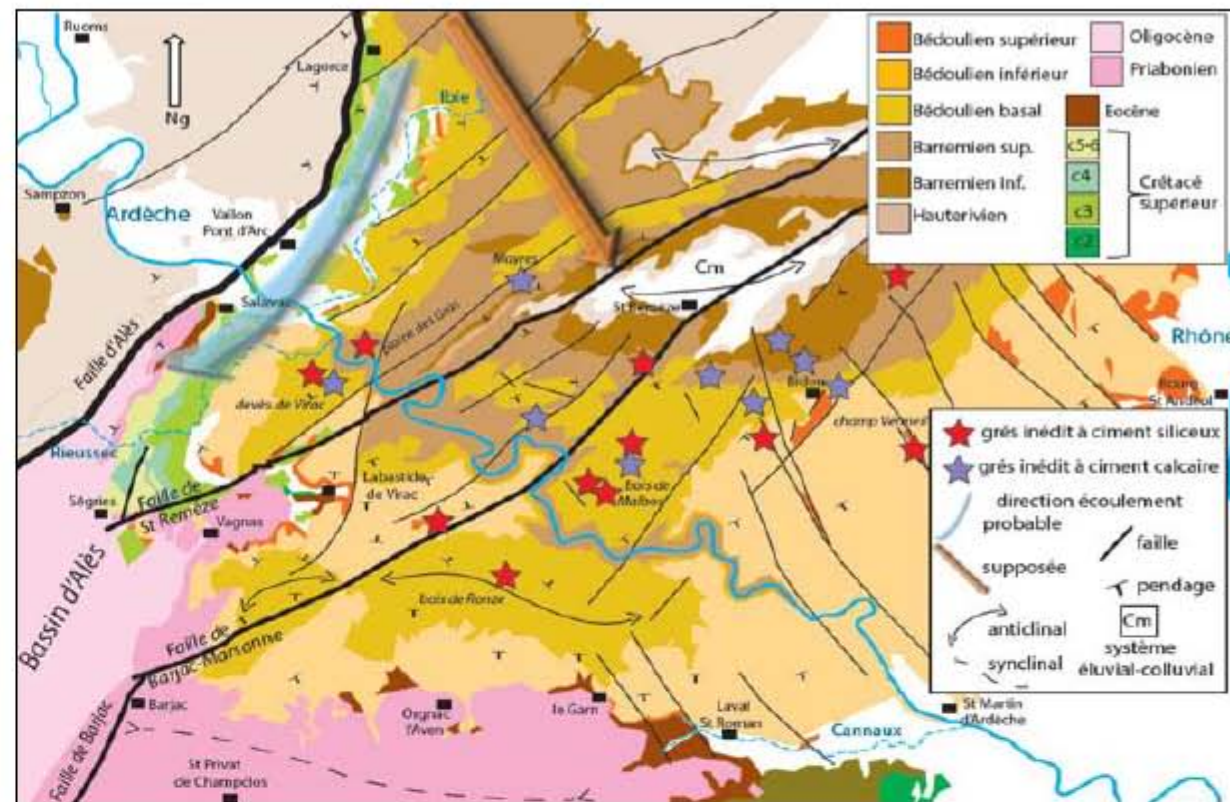


fig. 3 - Répartition des grès inédits au niveau des plateaux calcaires ardéchois et gardois. (d'après la carte géologique de Bourg Saint Andéol - 889 - 1/50 000)

Cette organisation est favorable au développement de circulations fluviales qui établissent des chenaux anastomosés ou des vallées de dimensions variées.

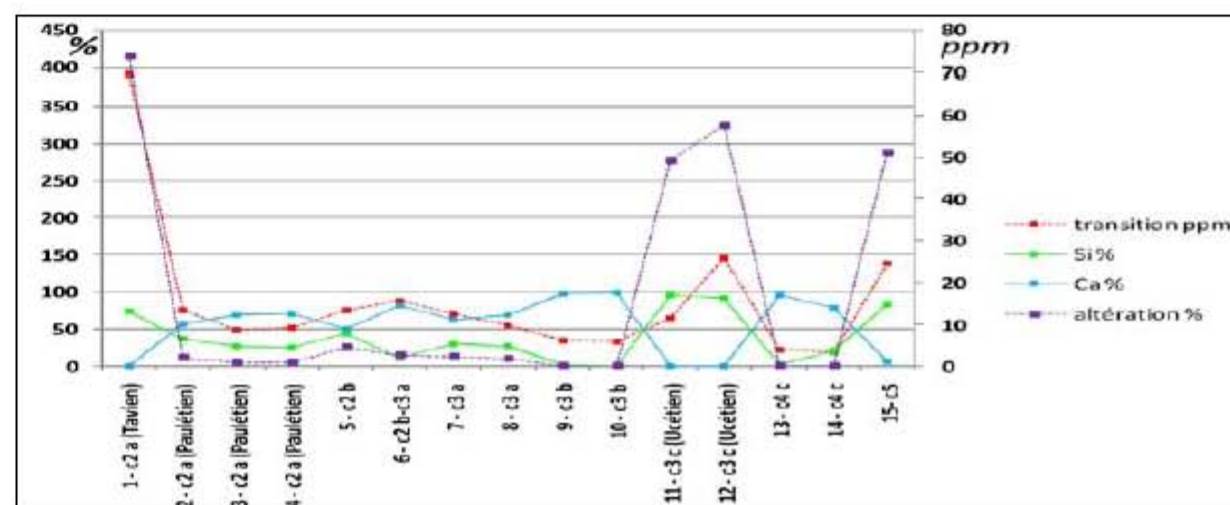
La nature des différents dépôts indiquent une mise en place de deltas (Signolles, 1980) dont les traits de côte vont fluctuer principalement en fonction des différentes phases eustatiques et climatiques du Crétacé supérieur.

On peut supposer que des creusements de vallées se sont produits par surimposition pendant le Cénomaniens moyen, aux limites du Turonien supérieur- Coniacien et du Santonien supérieur-Campagnien.

L'hypothèse d'un raccourcissement au Crétacé tardif induisant une structure antiforme NE-SO se déployant depuis St Remèze, (Guerin, 1973) en passant par Orgnac l'Aven et plus au sud le dôme de Lussan pourrait expliquer le décalage progressif du trajet des écoulements vers le sillon d'Alès (fig. 4).

Ces drainances sont contraintes dans un espace compris entre la faille d'Alès et celle de St Remèze puis progressivement vers la faille du Tourre, toutes de direction cévenole NE-SO et au détriment des failles E-O à NO-SE (fig. 3).

tab. 5 - 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



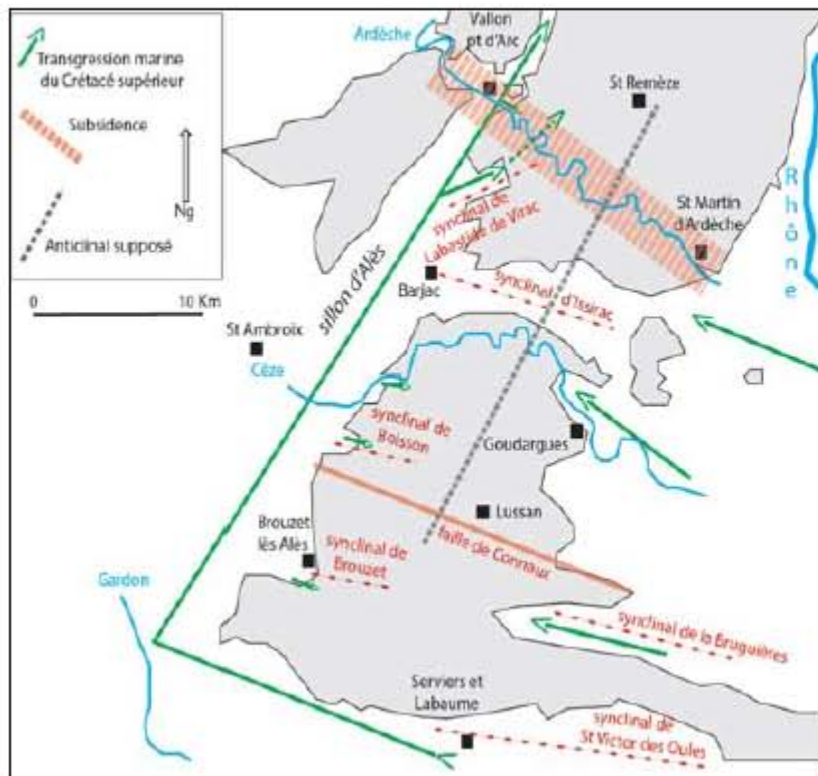


fig. 4 - Transgressions marines du Crétacé supérieur enregistrées dans le sud Ardèche et le nord du Gard

3 - 1 - ECHANTILLONS RÉFÉRENCÉS DE L'EOCÈNE INFÉRIEUR

Les observations et analyses effectuées sur les divers prélèvements n'ont permis de distinguer que l'Yprésien supérieur.

Divisé en deux sous-étages, l'Yprésien correspond d'abord à une sédimentation argilo-ligniteuse du Sparnacien puis à une sédimentation silicoclastique représentant des environnements marins du Cuisien.

L'Yprésien se caractérise au nord de Barjac par des sables siliceux de couleur rouge à jaune surmontés par endroit d'une carapace ferrugineuse ou, dans la plupart des cas, par des marnes sableuses rouges à brunes situées à l'Est sur la bordure nord du synclinal d'Issirac.

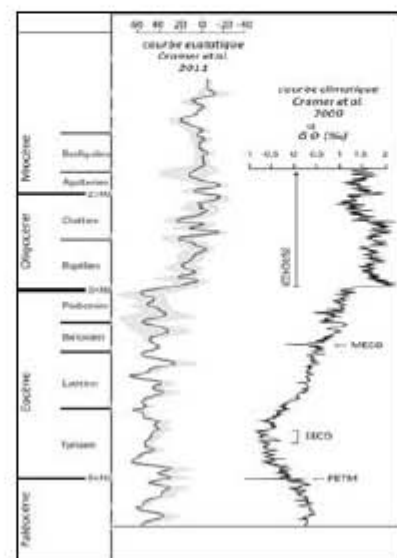
L'Eocène inférieur a été piégé dans la gouttière formée le long de l'axe Vagnas-Labastide de Virac.

Plus au nord, des lambeaux de ces dépôts sont visibles le long de la faille d'Alès au niveau de Salavas et l'on retrouve des traces au nord de Lagorce.

Ces déformations associées aux prémices de l'orogénèse alpine favorisent une érosion intense expliquant l'apport de dépôts détritiques.

Les résultats des analyses géochimiques (tab. 7) indiquent deux périodes d'altération liées à des événements anoxiques océaniques: PETM (Paleocene-Eocene Thermal Maximum) à la coupure Paléocène-Eocène et EECO (Early Eocene Climatic Optimum) à l'Eocène inférieur. Ces périodes sont positionnées par rapport à la courbe de Cramer (2009). (tab. 6)

tab. 6 - Courbe eustatique et climatique au Paléogène (d'après Cramer et al, 2009 et 2011)



	% SiO2	% Al2O3	% CaO	% Fe2O3	% K2O	% MgO	% MnO	% Na2O	% P2O5	% TiO2	% Altération	ppm Transition	ppm Bo
Eocène inférieur (PETM)													
N-Lagorce	63,6	11,3	4,1	11,25	1,29	0,23	0,01	0,13	0,06	0,65	67	322	249
SO-Labastide de Virac	60,1	15,9	1,9	6,93	1,89	0,94	0,10	0,67	0,08	1,05	78	441	400
O-Orgnac l'Aven	60,1	16,0	1,7	7,23	1,89	0,89	0,09	0,64	0,09	0,95	79	450	421
O-aven d'Orgnac	73,3	18,8	0,9	3,07	1,02	0,27	0,01	0,10	0,08	1,04	90	328	246
Eocène inférieur (EECO)													
O-Labastide de Virac	77,8	6,4	0,3	9,21	1,02	0,22	0,05	0,08	0,07	0,31	81	194	194
SO-Laval St Roman	81,8	7,4	0,7	3,79	0,29	0,59	0,05	0,03	0,04	0,56	88	249	90
O-Laval St Roman	72,3	7,7	2,4	4,87	0,67	1,32	0,01	0,03	0,04	0,47	71	294	92
E-Laval St Roman	77,2	8,3	0,5	5,04	1,42	0,81	0,02	0,04	0,03	0,64	81	329	98
Lutétien													
O-Labastide de Virac	1,8	0,2	55,0	0,06	0,02	0,11	0,01	0,01	0,01	0,01	0	14	8
O-Labastide de Virac	1,9	0,6	54,7	0,18	0,04	0,15	0,02	0,01	0,01	0,03	1	18	10
O-Laval St Roman	9,8	1,2	49,7	0,66	0,34	0,42	0,09	0,02	0,10	0,08	2	39	45
SO-Laval St Roman	8,4	1,3	51,3	0,71	0,23	0,43	0,01	0,02	0,03	0,10	6	120	59
Bartonien													
SO-Laval St Roman	75,4	3,4	9,5	1,00	0,50	0,35	0,02	0,03	0,02	0,31	25	117	61
O-Laval St Roman	76,8	3,6	7,7	1,71	0,92	0,54	0,02	0,02	0,02	0,26	29	95	59
SO-Laval St Roman	80,8	5,0	3,6	2,89	1,09	0,73	0,01	0,03	0,02	0,28	51	133	67

tab. 7 - Analyse géochimique des échantillons référencés de l'Eocène inférieur et moyen.

Les vestiges de grés épars, roulés ou non, laissent entrevoir la présence d'une paléocouverture qui recouvrirait les calcaires barrémo-aptiens permettant d'en déduire qu'un espace bien plus vaste s'étendait sur les garrigues ardéchoises et gardoises au Crétacé supérieur. Cette oblitération avait pour origine des épaisseurs sédimentaires plus importantes que l'actuel. Elle débordait sur les périphéries du sillon d'Alès ou encapuchonnaient les plateaux carbonatés de l'Ardèche.

En extrapolant les hauteurs du Crétacé supérieur enregistrées dans le fossé d'Alès, maintenant sous couverture des terrains Priabonien et Oligocène, il peut être admis, au niveau des lignes isohypses actuelles, que la couverture pouvait atteindre les cotes altitudinales à minima de 400 mètres en tenant compte du facteur tectonique/érosion.

Cette charge sédimentaire a pu avoir une seconde incidence sur des réajustements isostatiques du socle du Crétacé inférieur et en particulier sur la périphérie de l'axe NO-SE de l'Ardèche.

Isolés postérieurement par les mouvements tectoniques du Cénozoïque, seuls subsistent les éléments du Turonien moyen-supérieur et du Santonien supérieur marqués par des faciès d'altération.

Les reliquats de galets quartzeux ou quartzitiques sont bien plus rares comparativement à ceux des grés. Ces décharges considérables provenant en grande partie du Massif Central servaient de support aux circulations fluviales N-S à NO-SE, sous un climat tropical, qui s'écoulaient vers les mers de la Téthys Alpine.

3 - GÉOLOGIE DU PALÉOCÈNE - EOCÈNE SUPÉRIEUR AU NORD DU SILLON D'ALÈS ET DES PLATEAUX CALCAIRES ARDÉCHOIS

La géodynamique alpine fini-crétacée -Eocène moyen suivie de la compression pyrénéenne va amplifier et donner un remarquable découpage des calcaires barrémo-aptien au niveau régional.

Les structures plissées O-E à NO-SE à large rayon de courbure, reprennent les fossés flexurés amorcés au Crétacé supérieur et font apparaître les anticlinaux de St Remèze et du bois de Ronze ainsi que les synclinaux d'Issirac et de Labastide de Virac. Cette phase compressive va perdurer jusqu'à l'Eocène supérieur.

Les contraintes tectoniques deviennent essentiellement cassantes. Elles font rejouer les accidents hérités des substratums paléozoïques et mésozoïques par des failles et pli-failles d'orientation sub-verticale NNO-SSE et NE-SO et de grande longueur d'onde. Parmi celles-ci, il y a la faille coulissante de Vagnas-St Remèze, de décrochement d'Alès et de Barjac, ou de mouvements dextres à l'appui oriental de l'anticlinal de St Remèze ainsi que des failles sub-horizontales ESE-ONO qui affectent le socle crétacé.

Les dépôts détritiques du Paléocène-Eocène vont envahir ces nouveaux espaces disponibles favorables à la formation des nouveaux reliefs.

Le premier événement montre un accroissement du pourcentage d'altération, des éléments de transition, de l'aluminium, du baryum et du fer et à l'inverse un déficit en calcium traduisant une période d'acidification des eaux océaniques.

Le deuxième événement voit le taux d'aluminium et de baryum décroître ainsi que celui des éléments de transition avec un faible maintien du faible pourcentage de calcium. Ces sédiments héritent des décharges détritiques de la fin du Sénonien.

3 - 2 - ECHANTILLONS RÉFÉRENCÉS DE L'EOCÈNE MOYEN

La sédimentation du Lutétien est caractérisée par des dépôts de calcaire lacustre entre deux périodes purement détritiques terrigènes de l'Yprésien supérieur et du Bartonien inférieur. Elle se retrouve dans la plupart des cas aux périphéries immédiates des terrains de l'Eocène inférieur comme à la Bastide de Virac et à l'ouest de Laval St Roman.

Cette immersion prouverait la continuité de la compression pyrénéo-provençale induisant la poursuite du fléchissement des synformes de Labastide de Virac et d'Issirac.

Durant cette époque, le marqueur principal est le calcium et l'altération

chimique durant cette époque est négligeable (tab.7).

La période du Bartonien présente une nouvelle sédimentation silicoclastique entrecoupée par des faciès lagunolacustres représentatifs d'une mer peu profonde. Elle est composée de phases sédimentaires siliceuses du Bartonien basal et du Bartonien inférieur (tab. 7).

Ces accumulations sont tributaires du rejeu de failles NO-SE et NE-SO réactivées par la compression pyrénéenne permettant un exhaussement de la masse urgonienne.

Les terrains bartoniens s'arrêtent à la hauteur du synclinal d'Issirac. Ils se caractérisent par l'augmentation de la teneur en éléments de transition et du taux d'altération avec une chute du CaO témoignant de l'événement anoxique océanique EECO.

L'Eocène moyen correspond à l'initiation des rifts ouest Européens avec la mise en place de vastes dépressions dont dépend le fossé d'Alès.

3 - 3 - ECHANTILLONS INÉDITS DE L'EOCÈNE INFÉRIEUR ET MOYEN AU NIVEAU DES PLATEAUX SITUÉS EN RIVES DROITE ET GAUCHE DU CANYON DE L'ARDÈCHE

En rive droite de l'Ardèche, des sols humifères argilo-sableux de l'Eocène inférieur ont été identifiés en surface soit sur les méplats structuraux du Mourre de la Tour et au sud du Mas de Serret (z 250 m) ou bien dans des dolines situées sur les surfaces d'aplanissement du Devès de Virac (z 260 m) et du Bois de Ronze (z 370 m).

Ces échantillons exokarstiques ont une composition chimique similaire à ceux référencés à l'Eocène inférieur (PETM) mais ils n'ont pas été observés sur les plateaux en rive gauche de l'Ardèche (tab. 8).

Dans les cavités, les échantillons prélevés à différentes profondeurs sont de nature argileuse, parfois à passées sableuses, plus ou moins indurée.

L'augmentation de la concentration en éléments de transition couplée avec un plus fort pourcentage d'altération indique une tendance vers un processus de monosiallisation entraînant le lessivage notamment de la silice, de l'alumine et du baryum pour former des minéraux argilo-alumineux (Poitevin, 1987). L'étude de ces éléments chimiques souligne leur remobilisation et leur évacuation depuis les bassins versants vers l'endokarst.

Seules les argiles endokarstiques prévalent sur les massifs calcaires de la rive gauche de l'Ardèche (tab. 8). Néanmoins, des placages argileux en surface, fortement lessivés ou néoformés sont présents au SO de St Remèze mais avec des taux d'altération et des pourcentages plus faibles d'aluminium et en éléments de transition au profit d'une augmentation de la silice et des carbonates (analyses en cours).

L'ensemble des dépôts endokarstiques de l'Eocène inférieur se retrouve à tous les niveaux, à des altitudes comprises entre 380 et 120 mètres, dans les masses carbonatées de l'interfluve Cèze-Ardèche et des plateaux rive gauche (fig. 5).

Par comparaison géochimique, des calcrètes avec de l'argile rouge retrouvés dans une cavité sous la Dent de Rez (z 700 m) ainsi qu'un placage argileux dans l'aven de la Forestière (z 360 m) donnent une correspondance d'âge Lutétien. Aucun élément sédimentaire du Bartonien n'a été observé.

3 - 4 - CONCLUSION SUR LES ÉCHANTILLONS DE L'EOCÈNE INFÉRIEUR ET MOYEN

La redistribution des contraintes tectoniques NNE-SSO durant le Paléocène-Eocène moyen réactive le canevas structural antérieur et exacerbe des structures plissées et cassantes. Les facteurs eustatiques et tectoniques occasionnent une succession de sédimentations laguno-lacustres et de dépôts détritiques liés aux érosions déclenchées par les reliefs nouvellement formés.

Les échantillons inédits de l'Eocène inférieur et du Lutétien indiquent que les surfaces d'expansion de ces matériaux étaient elles aussi bien plus étendues que celles définies sur la carte géologique 889 (fig. 5).

Elles impliquent une troisième subsidence interférant à nouveau avec la géométrie du massif urgonien et en particulier celle du futur canyon de l'Ardèche.

L'ensemble de ces décharges détritiques représente une puissance d'environ 100 mètres entre Salavas et Laval St Roman et de 300 mètres au sud de Barjac repéré dans le forage pétrolier MAR 04.

Elles se prêtent aux circulations fluviales creusant des vallées. Comme pour le Crétacé supérieur, le sens des écoulements devait être N-S à NO-SE vers le sillon d'Alès et plus généralement la Téthys Alpine.

Les traces de ces cours d'eau sont encore visibles au NO de St Remèze.

Les terrains du Bartonien n'ont pas été repérés au delà du flanc nord du synclinal d'Issirac.

Tab. 8 - Analyse géochimique des échantillons inédits de l'Eocène inférieur et moyen.

			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	
			SiO2	Al2O3	CaO	Fe2O3	K2O	MgO	MnO	Na2O	P2O5	TiO2	Altération	Transition	Ba
Exokarst															
N° Eocène inférieur (PETM)															
1	bois de Ronze	doline r. droite	63,2	16,0	0,8	6,27	2,40	0,95	0,12	0,89	0,12	1,04	80	404	470
1	bois de Ronze	doline r. droite	66,4	13,9	0,6	4,93	2,49	0,76	0,06	1,01	0,13	0,91	77	347	452
2	Devès de Virac	doline r. droite	72,7	13,1	0,8	1,71	5,66	0,49	0,02	3,68	0,37	0,30	56	159	391
3	Moure de la Tour	surface r. droite	67,1	13,6	0,6	4,61	3,05	0,77	0,05	1,31	0,08	0,83	73	314	504
3	Moure de la Tour	surface r. droite	67,6	13,0	0,8	3,96	3,19	0,74	0,06	1,43	0,11	0,86	71	326	530
4	Mas de Serret	surface r. droite	75,5	10,2	0,6	2,51	3,46	0,61	0,06	1,57	0,13	0,71	85	183	577
Endokarst															
Eocène inférieur															
A	Forestière	cavité r. droite	37,9	28,5	1,3	13,37	0,48	0,58	0,26	0,09	0,17	1,72	94	1068	109
A	Forestière	cavité r. droite	41,7	26,9	1,1	12,08	0,39	0,54	0,23	0,08	0,15	1,61	95	989	101
A	Forestière	cavité r. droite	35,3	18,8	12,9	6,83	1,40	1,17	0,13	0,08	0,20	0,82	57	544	147
B	Oignac	cavité r. droite	47,1	19,9	6,3	9,00	2,01	0,96	0,16	0,21	0,16	1,12	70	653	360
B	Oignac	cavité r. droite	56,7	18,3	3,9	7,10	0,58	0,52	0,05	0,05	0,29	1,14	80	600	84
C	Neuf Gorges	cavité r. droite	37,1	26,0	5,6	11,39	0,94	0,81	0,24	0,10	0,19	1,80	80	929	152
D	Bartade	cavité r. gauche	36,7	24,7	8,6	11,55	1,00	0,73	0,29	0,10	0,19	1,53	72	859	180
D	Bartade	cavité r. gauche	60,4	17,2	1,3	9,05	0,84	0,82	0,24	0,06	0,18	1,42	88	616	152
E	Dégueuloir	cavité r. gauche	64,0	12,8	3,8	4,17	3,58	1,19	0,08	1,45	0,19	0,75	59	336	328
F	Madeleine	cavité r. gauche	53,0	21,2	1,1	7,58	4,01	1,57	0,14	0,69	0,34	0,92	79	483	689
G	Noël	cavité r. gauche	62,9	15,4	1,5	6,86	1,64	0,78	0,18	0,12	0,13	1,12	82	476	265
G	Noël	cavité r. gauche	77,6	9,1	1,9	2,84	1,58	0,47	0,02	0,12	0,18	0,66	72	329	241
H	Caiane	cavité r. gauche	67,3	14,0	1,3	5,83	1,22	0,73	0,09	0,19	0,06	0,98	84	414	248
I	Tunnel	cavité r. gauche	51,2	21,8	1,1	7,90	3,45	1,72	0,11	0,17	0,24	1,06	82	603	733
J	Celtes	cavité r. gauche	59,6	12,2	7,0	5,18	1,54	1,00	0,10	0,65	0,18	0,96	57	391	337
K	St Marcel	cavité r. gauche	72,8	17,7	1,7	9,19	3,73	1,22	0,15	0,33	0,01	1,30	75	420	366
L	Beuregard	p.karstique r. gauche	53,7	14,0	7,1	7,56	0,81	0,70	0,16	0,09	0,25	0,90	64	507	135
Lutétien															
A	Forestière	cavité r. droite	3,8	0,8	52,3	0,77	0,07	0,17	0,00	0,01	0,02	0,04	1	48	7
M	Dent de Rez	cavité r. gauche	2,2	1,0	53,6	0,51	0,08	0,30	0,01	0,03	0,04	0,05	2	45	6
M	Dent de Rez	cavité r. gauche	3,6	0,7	52,3	0,36	0,07	0,31	0,01	0,03	0,03	0,03	1	35	7

3 - 5 - ÉCHANTILLONS RÉFÉRENCÉS DE L'EOCÈNE SUPÉRIEUR

Toujours sous contrôle du cycle orogénique pyrénéen, une nouvelle transgression marine dans le bassin d'Alès et dans ces dépendances se produit dès le Priabonien inférieur alors que l'Eocène supérieur basal est encore sous l'influence d'une sédimentation continentale de la fin du Bartonien.

Dans les mêmes temps, s'installe la période «Ice house» caractérisée par un refroidissement climatique (Zachos et al. 2008).

La transgression priabonienne provenant du sud montre un ensemble de séquences positives de dépôts qui résultent des variations de niveau d'eau dans les bassins d'Issirac et de Labastide de Virac. Ces derniers sont reliés de fait au sillon d'Alès et évoluent par cycles poly à méso-halins puis à dessalure pour finir en domaine lacustre (tab. 9).

La puissance de la série priabonienne atteint 900 m d'épaisseur dans le fossé d'Alès et environ 200 m. dans le synclinal d'Issirac (Bouche, 2011).

La proximité du sillon rhodanien lui même sous influence de la mer Alpine permet des

		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm
		SiO2	Al2O3	CaO	Fe2O3	K2O	MgO	MnO	Na2O	P2O5	TiO2	Altération	Transition	Ba
Priabonien														
S-Laval St. Roman	Priabonien basal	66,7	0,3	18,6	0,05	0,09	0,04	0,01	0,01	0,01	0,05	1,5	11	49
S-Laval St. Roman	Priabonien basal	43,1	0,3	31,1	0,26	0,05	0,18	0,03	0,02	0,01	0,03	0,9	26	133
S-Laval St. Roman	Priabonien Int.	0,6	0,2	55,5	0,15	0,04	0,39	0,03	0,02	0,01	0,01	0,4	13	219
S-Laval St. Roman	Priabonien inf. moyen	0,3	0,1	55,1	0,13	0,03	0,45	0,01	0,03	0,02	0,00	0,1	13	621
Issirac	Priabonien sup.	1,6	0,1	54,8	0,16	0,05	0,34	0,01	0,02	0,01	0,02	0,5	12	570
N-Barjac	Stampien basal	3,0	0,3	52,0	0,19	0,05	0,51	0,02	0,03	0,02	0,02	0,7	12	944
Issirac	Stampien inf.	2,4	0,1	53,4	0,27	0,03	0,52	0,01	0,04	0,01	0,01	0,2	19	894

tab. 9 - Analyse géochimique des échantillons référencés de l'Eocène supérieur et Oligocène basal.

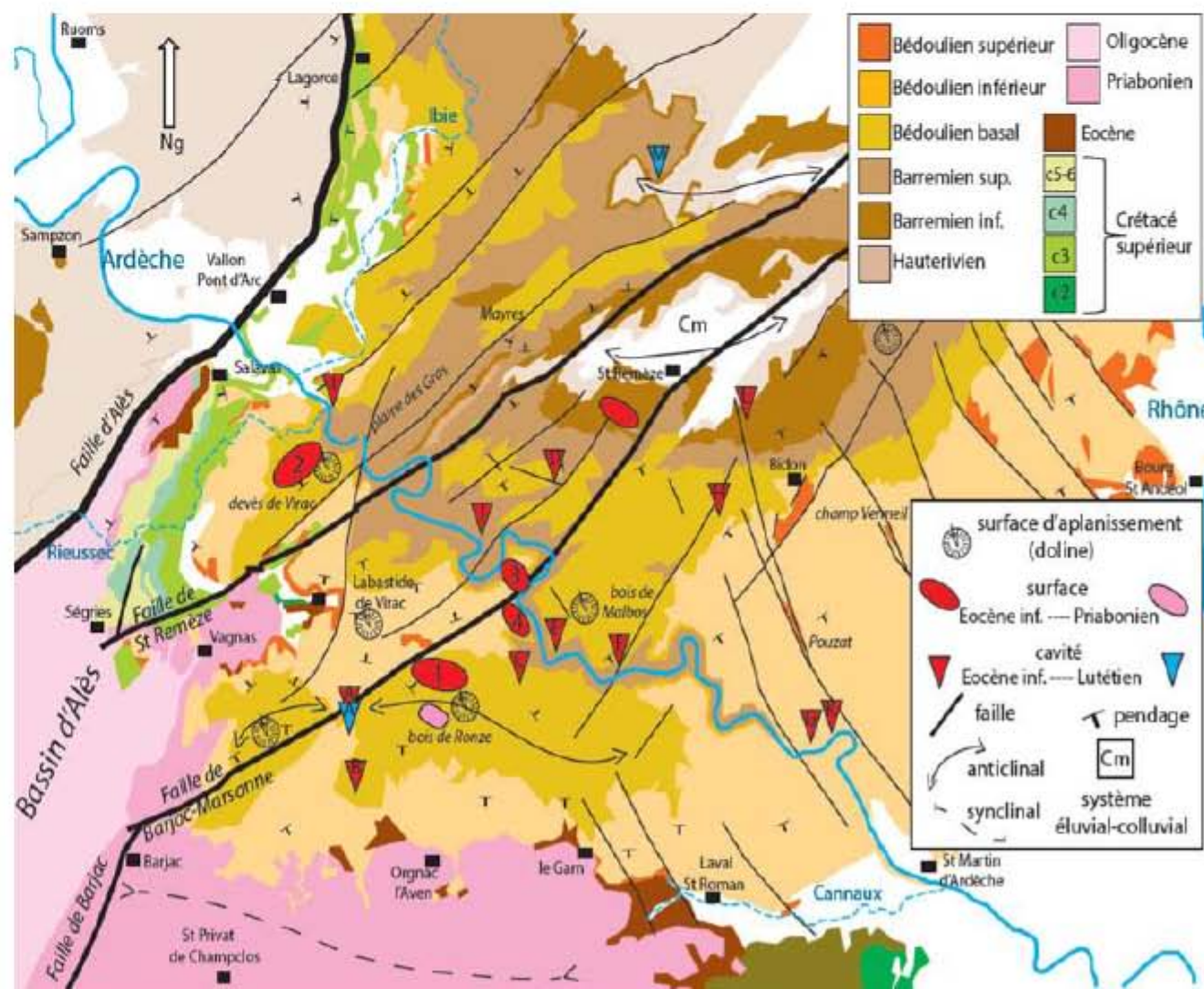
connexions épisodiques avec le sillon d'Alès et ses satellites (Sissingh, 2001). L'extension maximale observée à cette époque ne dépasse pas la partie ouest de Salavas.

Une nouvelle période de distension apparaît ensuite à la limite Priabonien-Rupélien qui déconnecte graduellement le sillon d'Alès du synclinal d'Issirac, où l'épaisseur du Rupélien basal ne dépasse pas 10 m.

3 - 6 - ÉCHANTILLONS INÉDITS DE L'EOCÈNE SUPÉRIEUR AU NIVEAU DE L'INTERFLUVE CÈZE-ARDECHE

Sur la surface d'aplanissement du bois de Ronze (z 370 m), quelques échantillons de calcaire en plaquettes se caractérisent par le genre Viviparus reflétant des environnements limniques du Priabonien terminal (fig. 5). Cette observation indiquerait non pas une limite de comblement du bassin mais à la finalité de l'exhaussement de l'ensemble synclinal d'Issirac - anticlinal du bois de Ronze.

fig. 5 - Carte des échantillons inédits du Paléogène retrouvés sur les plateaux ardéchois. (d'après la carte géologique 889 - 1/ 50 000) Pour la nomenclature des surfaces et des cavités se référer au tableau 8.



3 - 7 - CONCLUSION SUR LES ÉCHANTILLONS DE L'EOCÈNE SUPÉRIEUR

Durant le Priabonien, les phases de déformation sont toujours actives mais de façon modérées. Les dépôts halins à lacustres réparties entre le sillon d'Alès et le synclinal d'Issirac ne présentent pas de déformations importantes si ce n'est sous l'effet d'une quatrième phase de subsidence tectonique fini-priabonienne de direction NE-SO pour Issirac et NO-SE pour le fossé alésien.

Ce «calme» tectonique a pu faciliter l'établissement des surfaces d'aplanissement du bois de Ronze, de St Remèze et au nord-est de Bidon, toutes à la cote altimétrique moyenne de 370 mètres. Ces surfaces se caractérisent par la présence de dolines formées par crypto-corrosion due à la couverture de l'Eocène inférieur. Le processus d'ablation continue par le décapage progressif des altérites par érosion aréolaire.

Elles ont été partiellement déformées et détruites à la suite d'une reprise de l'extension à l'Oligocène et de la compression au Miocène (Peulvast et al., 1999).

Les retombées flexurales des dômes ou des antéclises présentent souvent des aplanissements étagés avec les bassins sédimentaires voisins (Peulvast et al, 2005) comme celui au sud du bois de Malbos.

4 - OLIGOCÈNE ET MIOCÈNE INFÉRIEUR

Au Rupélien se produit une baisse importante du niveau océanique conséquence du prolongement de la période extensive qui marque l'ouverture du golf du Lion. (Jolivet et al., 2000)

Le développement de structures distensives d'axe ENE-OSO conduit dès le Chattien à la formation du rift d'Alès d'axe NS à NE-SO et à son comblement synchrone.

Cette distension réactive les structures hercyniennes et forme les couloirs d'effondrement d'orientation NE-SO tel que le fossé alésien qui se termine au nord de Lagorce, entre les failles d'Alès et de Barjac, et celui de Vagnas-Labastide de Virac, entre les failles transformantes de Barjac-Marsanne et de St Remèze. Le graben de Bidon, de même orientation, s'inscrit dans cette mouvance. Cette dynamique tectonique donne lieu aux basculements de blocs vers le fossé d'Alès comme le panneau ouest de la faille de St Remèze en rive gauche de l'Ardèche. Elle provoque aussi l'effondrement en échelons des zones ouest en rive droite comprises entre les failles de Barjac-Marsanne (Labastide de Virac) et de St Remèze (Devès de Virac). Ces

failles séparent et abaissent par contrecoup la surface d'aplanissement du devès de Virac, à l'altitude actuelle de 270 m, appartenant à l'origine à celle du bois de Ronze (Z= 370 m), de même faciès (Bédoulien basal).

Une reprise possible par escarpement de faille au NO de la zone périphérique du futur canyon de l'Ardèche n'est pas à exclure.

Sur la partie orientale coté rhodanien, la distension oligocène liée au rejeu du réseau de failles NO-SE donne lieu aux effondrements de champ Vermeil et du Pouzat que l'on retrouve à la retombée Est de l'anticlinal de St Remèze à l'Est de Bidon.

Cette formation continentale se dépose en même temps que la subsidence de l'hémi-graben du fossé d'Alès et n'est visible que sur sa partie orientale. Elle représente une épaisseur de l'ordre de 500 mètres mais est absente dans le synclinal d'Issirac et au nord du fossé alésien.

Elle constitue la cinquième phase de subsidence tectonique.

Cette épigénèse conjointe à la phase de roll-over déclenchée par l'ouverture du rift alésien a pu entraîner de nouvelles déformations au niveau de des surfaces d'aplanissement.

Le découpage en plusieurs blocs et lanières se finalise sous l'impulsion de la première phase de la compression alpine ESE-ONO du Miocène inférieure influencée par un soulèvement et du volcanisme associés au Massif central ainsi qu'à l'ouverture du golfe du Lion.

Cette contrainte de serrage a pour conséquence les débuts de torsion et de rotation partielle des axes de plis anticlinaux du bois de Ronze et de St Remèze et du synclinal de Labastide de Virac.

Elle se concrétise par une reprise des failles sub-verticales ENE -SSO et NNO-ESE, cette dernière direction ayant eue une nouvelle répercussion sur la structure cassante NO-SE de l'actuel canyon de l'Ardèche

Dans le Bassin Miocène Rhodano-Provençal, la première incision fluviale est datée au passage aquitain-burdigalien et a été estimée à 100 mètres pour celle de la Cèze (Besson, 2005).

5 - CONCLUSION GÉNÉRALE

L'emplacement du canyon de l'Ardèche et de sa zone périphérique a été contrôlé par des facteurs déterminants:

- Les tectoniques de compression et de distension mises en place depuis le Trias ont des répercussions sur la répartition des dépôts sédimentaires de la plate-forme de l'Urgonien ardéchois. Les dynamiques et les cinématiques créatrices des déformations structurales du socle barrémo-aptien et des couvertures du Crétacé supérieur puis du Paléogène ont modelé graduellement mais avec des intensités variables des agencements géographiques successifs.

- La subsidence tectonique a généré dès l'Albien-Aptien de grands blocs basculés à l'échelle de l'avant pays dès l'Aptien -Albien et dont un des axes de rupture N-NO-E-SE se positionne au niveau de la zone étudiée.

Les couvertures ultérieures correspondent à de nouveaux chargements sédimentaires provoquant des enfoncements progressifs et saccadés qui créent de nouvelles subsidences tectoniques soit au droit des fractures existantes comme au Crétacé supérieur et à l'Eocène moyen ou bien de façon indirecte et décalée comme pour les bassins d'Issirac et d'Alès au Priabonien et à l'Oligocène.

La compacité des dépôts est variable suivant les étages géologiques. En se référant aux résultats des cuttings du forages MAR 04 du fossé d'Alès au sud de Barjac et sans tenir compte de leurs irrégularités de dépôt et des érosions, les couches sont de l'ordre de 250 m. au Crétacé supérieur, de 300 m à l'Eocène inférieur-moyen, de 900 m dans le fossé d'Alès et de 200 m dans le synclinal d'Issirac à l'Eocène supérieur et d'environ 500 m dans le fossé d'Alès à l'Oligocène.

- L'eustatisme dont la puissance est considérable au Crétacé inférieur, a développé des plateformes carbonatées de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur.

L'intensité des variations marines à lacustres suivantes a diminué mais sont restées localisées en général dans les chenalisations créées dès le Crétacé supérieur.

- Les paléo-couvertures sont favorables aux circulations fluviales qui ont formé des chenaux anastomosés ou des vallées de dimensions variées.

Cette organisation peut amplifier des captures successives des écoulements aériens avant d'inciser franchement le ou les réseaux hydrographiques principaux par une augmentation des débits et sa charge sédimentaire (Besson, 2005), le tout régi par la résistance des roches rencontrées (Schumm et al., 1994), les contrôles structuraux et les niveaux de base.

L'orientation des écoulements dès la fin du Mésozoïque et du Paléogène est cependant difficilement interprétable. Seuls les niveaux de base régionaux et généraux d'alors peuvent donner une indication.

Le sillon d'Alès semble avoir été un collecteur préférentiel NE-SO depuis le Crétacé supérieur jusqu'à l'Eocène supérieur au regard de sa position géographique et de son ossature géologique, le synclinal d'Issirac pouvant influencer l'orientation fluviale dès le début du Paléogène.

La cinématique et la dynamique Oligocène-Miocène inférieur ont été capitales à l'instauration du canyon actuel de l'Ardèche. Elles ont instauré une modification majeure du sens des écoulements vers le sud-est en direction du bassin rhodanien en cours de restructuration du fait, entre autre, de l'ouverture du golf du Lion et dont le Rhône devient le principal niveau de base régional.

BIBLIOGRAPHIE

- BASTIDE F. (2014) - Synthèse de l'évolution de la plateforme Urgonienne (Barrémien tardif à Aptien précoce) du Sud-Est de la France: Faciès, micropaléontologie, géométries, paléotectonique et géomodélisation, Thèse de doctorat, 299p., + annexes
- BESSON D. (2005) - Architecture du bassin modano-provençal miocène (Alpes, SE France). Relations entre déformation, physiographie et sédimentation dans un bassin molassique d'avant-pays. Thèse de doctorat de l'École des Mines de Paris, 364 p.
- BOUCHE A. (2011) - Contrôles paléoenvironnementaux, architecture sédimentaire et évolution diagénétique d'un système lacustre à salinité variable: le cas du Bassin d'Alès (Priabonien, sud de la France) - Université P.Cézanne - Université de Provence - Master 5et, 58 p.
- CRAMER B.S., TOGGWEILER J., WRIGHT J., KATZ M., MILLER K. (2009) - Ocean overturning since the Late Cretaceous: Inferences from a new benthic foraminiferal isotope compilation - Paleocceanography 24(4).
- CURNELLE R. & DUBOIS P. (1986). - Evolution mésozoïque des grands bassins sédimentaires français; bassins de Paris, d'Aquitaine et du Sud-est. Société Géologique de France (8),
- FERRY S. (2017) - Summary on Mesozoic carbonate deposits of Vocontian Trough (Subalpine Chains, SE France). In Granier B.(ed.), some key Lower Cretaceous sites in Drome (SE France) - Carnet de Géologie, Madrid, CG 2017, Bo 1, p.9-42
- FRIES G., PARIZE O. (2003) - Anatomy of ancient passive margin slope systems: Aptien gravity-driven deposition on the Vocontian paleomargin, western Alps, south-east France - Sedimentology, 50, 6, p. 1231- 1270
- GUÉRIN R. (1973) - Un exemple du rôle de la tectonique et de la microtectonique dans la géométrie des écoulements karstiques fossiles et actuels : le Bas Vivarais calcaire. - Mémoire de Doctorat de Tectonophysique ; Université des Sciences et Techniques du Languedoc de Montpellier, 105 p., 132 fig. + 7 planches ou annexes HT.
- JOLIVET J., GAILLOT D., VAN DEN BROECK E. (2020) - Evolution des altérites du Crétacé supérieur à l'Eocène depuis la surface continentale vers l'endokarst - Garnigues septentrionale du Gard et du sud Ardèche. Karstologia n°75, 2020, p. 7-16
- JOLIVET J., GALLICE F., GAILLOT D. (2021) - Contexte morphologique, lithologique et structural du synclinal de Boisson (Gard) - Approche par la géochimie. Plateforme en ligne CNRS : HAL 01612184 v1
- JOLIVET L., FACENNA C. (2000) - Mediterranean extension and the Africa-Eurasia collision - Tectonics, 19, 1095-1106
- MARTINI J. (2005) - Etudes des paléokarsts des environs de St Remèze (Ardèche-France): mise en évidence d'une rivière souterraine fossilisée durant la crise de salinité messinienne - Karstologia n°45-46, p. 1-18
- MASSE JP. (1993) - Valanginian-Early Aptian Carbonate Platforms from Provence, Southeastern France. Cretaceous Platforms - American Association of Petroleum Geologists, Memoir 56, p.363-375
- 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
- PEULVAST JP., BAROUX E., BELLIER O., SEBRIER M. (1999) - Le problème de l'activité des failles de Nîmes, de Salon-Cavaillon et de la Moyenne Durance (SE de la France) : apports de la géomorphologie structurale. Géomorphologie : relief, processus, environnement, 4, 327-358.
- PEULVAST JP., VANDA CS., (2005) - Surfaces d'aplanissement et géodynamique, Planation surfaces and geodynamics, Géomorphologie volume 11, n°4, 2005 p. 249-274
- PEYRAUD JB., BARBARAND J., CARTER A., PAGEL M. (2005) - Mid-Cretaceous uplift and erosion on the northern margin of the Ligurian Tethys deduced from thermal history reconstruction - International Journal of Earth Sciences n°94, p. 462-474
- POTDEVIN JL., MARQUER D., (1987) - Méthode de quantification des transferts par les fluides de roches métamorphiques déformées - Géodinamica Acta (Paris), p. 193-205
- SANCHIS E., SERANNE M. (2000) Structural style and tectonic evolution of a polyphase extensional basin of the Gulf of Lion passive margin : the tertiary Alès basin, Southern France. In Tectonophysics, 322, pp219-242
- 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.
- SISSINGH W. (2001) - Tectonostratigraphy of the West Alpine Foreland: correlation of tertiary sedimentary sequences, changes in global sea-level and synorogenic stress regimes. - Tectonophysics 333, p.361-400
- SCHUMM S.A., (1993) - River response to baselevel change: Implications for sequence stratigraphy - J. Geol. vol. 101, p. 279-294
- ZACHOS JC., DICKENS G.R., ZEEBER E., (2008) - An early Cenozoic perspective on greenhouse warming and carbon cycle dynamics - Nature 451, p. 279-283