



HAL
open science

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 Gallice, Erik van den Broeck, Didier Graillot

► To cite this version:

Joël Jolivet, Steve Peuble, Frédéric Paron, Frédéric Gallice, Erik van den Broeck, et al.. Paléogéographie du canyon de l'Ardèche du Crétacé inférieur à l'Oligocène: approches par la tectonique, la géomorphologie et la géochimie.. 2022. emse-03710478

HAL Id: emse-03710478

<https://hal-emse.ccsd.cnrs.fr/emse-03710478>

Preprint submitted on 4 Jul 2022

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.

Paléogéographie du canyon de l'Ardèche du Crétacé inférieur à l'Oligocène: approches par la tectonique, la géomorphologie et la géochimie.

JOLIVET Joël ⁽¹⁾, PEUBLE Steve ⁽²⁾, PARAN Frédéric ⁽²⁾, GALLICE Frédéric ⁽²⁾, VAN DEN BROECK Erik ⁽¹⁾,
GRAILLOT Didier ⁽²⁾

⁽¹⁾ Association Nature-Témoin - 30760 Issirac France

⁽²⁾ Mines Saint-Etienne, Univ LYON, CNRS, Univ Jean Monet, Univ Lumière Lyon 2, Univ Lyon 3 Jean Moulin,
ENS Lyon, ENTPE, ENSA Lyon, UMR 5600 EVS, Centre Spin, F - 42023 Saint-Etienne France

Résumé:

Le positionnement du bassin hydrographique de la rivière Ardèche et de ses affluents dépend de l'ensemble d'un système organisé-organisant qui découle d'un long processus d'édification dans un contexte d'accommodations spatiales géologiques et physiographiques.

Ce contexte ne peut être dissocié des paramètres globaux tels que l'érosion, les variations du climat et les fluctuations eustatiques générées par la dérive des continents.

L'élaboration des gorges de l'Ardèche découle de ces paramètres fondamentaux qui au cours du temps, lui ont donné son aspect actuel de canyon méandrique.

Les calcaires du Crétacé inférieur s'installent grâce aux espaces disponibles réalisés au Jurassique supérieur.

Sous un climat chaud et humide, la progradation des cortèges sédimentaires de l'Urgonien conduit à des remplissages progressifs des accommodations sous les contraintes de l'eustatisme et de la tectonique responsables de subsidences différentielles.

C'est dans ce contexte que s'initie le schéma structural des futures gorges de l'Ardèche.

Le soulèvement et l'émersion progressive de la plateforme du Crétacé inférieur va avoir lieu dès l'Albien-Cénomaniens.

A partir du Crétacé supérieur, les matériaux issus des mers environnantes ou des dépôts d'altération provenant en grande partie du Massif Central induisent des subsidences successives dont les déformations tectonosédimentaires vont interférer sur les structures faillées antérieures.

Ces morphologies évolutives favorisent des écoulements aériens en constante réorganisation au toit des décharges sédimentaires.

Les cours d'eau, dont le sens de circulation est orienté N-S à NE-SO, descendent du Massif Central et permettent l'établissement de chenaux anastomosés et la formation de vallées de dimensions variées sous climat tropical et selon les fluctuations eustatiques de la Téthys alpine située au sud.

La question ici est de comprendre la répartition et la direction des circulations fluviales durant le Crétacé supérieur et le Paléogène ainsi qu'à l'Oligocène-Miocène inférieur, début de l'incision du canyon de l'Ardèche au Néogène.

Un protocole de caractérisation par analyse géochimique ICP-AES d'échantillons du Crétacé supérieur et Paléogène référencés sur la carte géologique de Bourg Saint Andéol-889 permet de comparer les signatures géochimiques d'échantillons inédits, gréseux et argileux, trouvés à la surface et dans les cavités des plateaux karstiques ardéchois.(Jolivet et *al.*, 2020)

Mots clés:

Crétacé inférieur et supérieur, Paléogène, Miocène inférieur, tectonique, géochimie, paléo-circulation fluviale, Ardèche.

Abstract:

The positioning of the Ardèche river catchments area and its tributaries depends on a whole organized system which follows a long building process in a context of geological and physiographical spatial accommodations.

This context cannot be dissociated from the global parameters like erosion, climate variations and eustatic fluctuations generated by continental drift.

The development of the gorges de l'Ardèche stems from these fundamental parameters which over time gave its current appearance to the meandering canyon.

The Lower Cretaceous limestones have settled as a result of areas made available during the Upper Jurassic.

In a hot and humid climate, the progradation of the Urgonian sedimentary systems leads to progressive fillings of accommodations under the constraints of eustatism and the tectonics causing differential subsidence.

The structural diagram of the future gorges de l'Ardèche is initiated in this context.

The uplift and the progressive emersion of the Lower Cretaceous platform will take place from the Albian-Cenomanian.

Starting from the Upper Cretaceous, materials from surrounding seas or weathering deposits coming largely from the Massif Central induce successive subsidences whose tectonosedimentary deformations will interfere with the previously faulted structures.

These evolving morphologies favour aerial flows in constant reorganisation at the roof of sedimentary landfills.

Water streams, whose circulation direction is oriented N-S to NE-SO, descend from the Massif Central and allow the settling of braided channels and the formation of valleys of various size, under a tropical climate and according to the eustatic variations of the alpine Tethys located to the south.

The question here is to understand the distribution and the direction of river circulations during the Upper Cretaceous and Palaeogene as well as in the Lower Oligocene-Miocene, at the beginning of the incision of the Ardèche canyon in the Neogene.

A characterisation protocol carried out by geochemical ICP-AES analysis of Upper Cretaceous and Paleogene samples, referenced on the geological map 889 of Bourg Saint Andéol, makes it possible to compare the geochemical signatures of unpublished sandstone and clay samples, found on the surface and in the caves of the Ardèche karstic plateaus (Jolivet et al., 2020).

Keywords:

Lower and Upper Cretaceous, Palaeogene, Lower Miocene, tectonics, geochemistry, paleo-river circulation, Ardèche.

Introduction:

La genèse edificatrice débute et se rattache aux phases tectoniques tardi-hercyniennes qui correspondent à de grands décrochements tels que les failles des Cévennes et de Nîmes d'orientation NNO-SSE à NO-SE à l'origine de la dépression d'Alès par déformation du socle paléozoïque (Sanchis et Seranne, 2000).

La dislocation de la Pangée génère une première phase de rifting au Trias correspondant à une tectonique extensive NE-SO accompagnée d'enfoncements successifs qui vont constituer le bassin sédimentaire du sud-est délimité par les failles des Cévennes et de Nîmes. (Curnelle et al, 1986)

L'ouverture de l'océan Atlantique et de la Téthys alpine au Jurassique inférieur provoque une forte sédimentation au centre du bassin suivi au d'une subsidence et d'un autre cycle sédimentaire au Jurassique moyen et d'une phase de distension NNO-SSO créant un profond sillon, la fosse Vocontienne, au Jurassique supérieur

C'est sur ce canevas structural que vont se déposer les faciès argilo-calcaires de l'Hauterivien.

Dans le secteur de St Alban sous Sampzon - Ruoms et plus largement d'Alès à Grenoble, l'émergence de la rampe hauterivienne NE-SO due à un basculement tectonique va favoriser les dépôts carbonatés du Barrémien inférieur.

Cette géométrie est guidée par une tectonogenèse embryonnaire d'où émergent un ensemble de déformations dues à une tectonique de subsidence, de distension et de compression qui provoquent des anti et synformes et des failles contrôlant l'installation et la première organisation de la plateforme urgonienne.

Au nord du Gard et sud Ardèche, la géodynamique barremo-aptienne correspond à une continuation du système extensif des bassins nord-pyrénéens qui s'étendaient dans le bassin du Sud-Est grâce aux failles de transfert NE-SO issues du socle hercynien (failles des Cévennes et de Nîmes) permettant le glissement de larges blocs basculés délimités par les failles N110° (Bastide,2014).

Ces structures faillées NO- SE vont initier les écoulements préliminaires vers le niveau de base général que représente alors la Téthys alpine, en particulier celui de l'Ardèche dans sa partie urgonienne.

A l'Aptien-Albien, une tectonique synsédimentaire est-ouest se met en place suite à l'ouverture du golf de Gascogne (Masse, 1993).

A l'Albien-Cénomaniens, le régime compressif induit par la rotation de la plaque ibérique donne lieu à des plissements provençaux précoces et à la surrection de la structure est-ouest dite bombement Durancien qui accentue les phénomènes d'érosions intenses. (Peyraud et al, 2005)

Cette géométrie nouvelle favorise les transgressions du Crétacé supérieur qui envahissent épisodiquement les bassins tels que les sillons d'Alès et du Rhône.

Ainsi la mise en place de cette architecture structurale et sédimentaire d'âge mésozoïque va conditionner la géologie du Crétacé supérieur et du Cénozoïque.(fig.1)

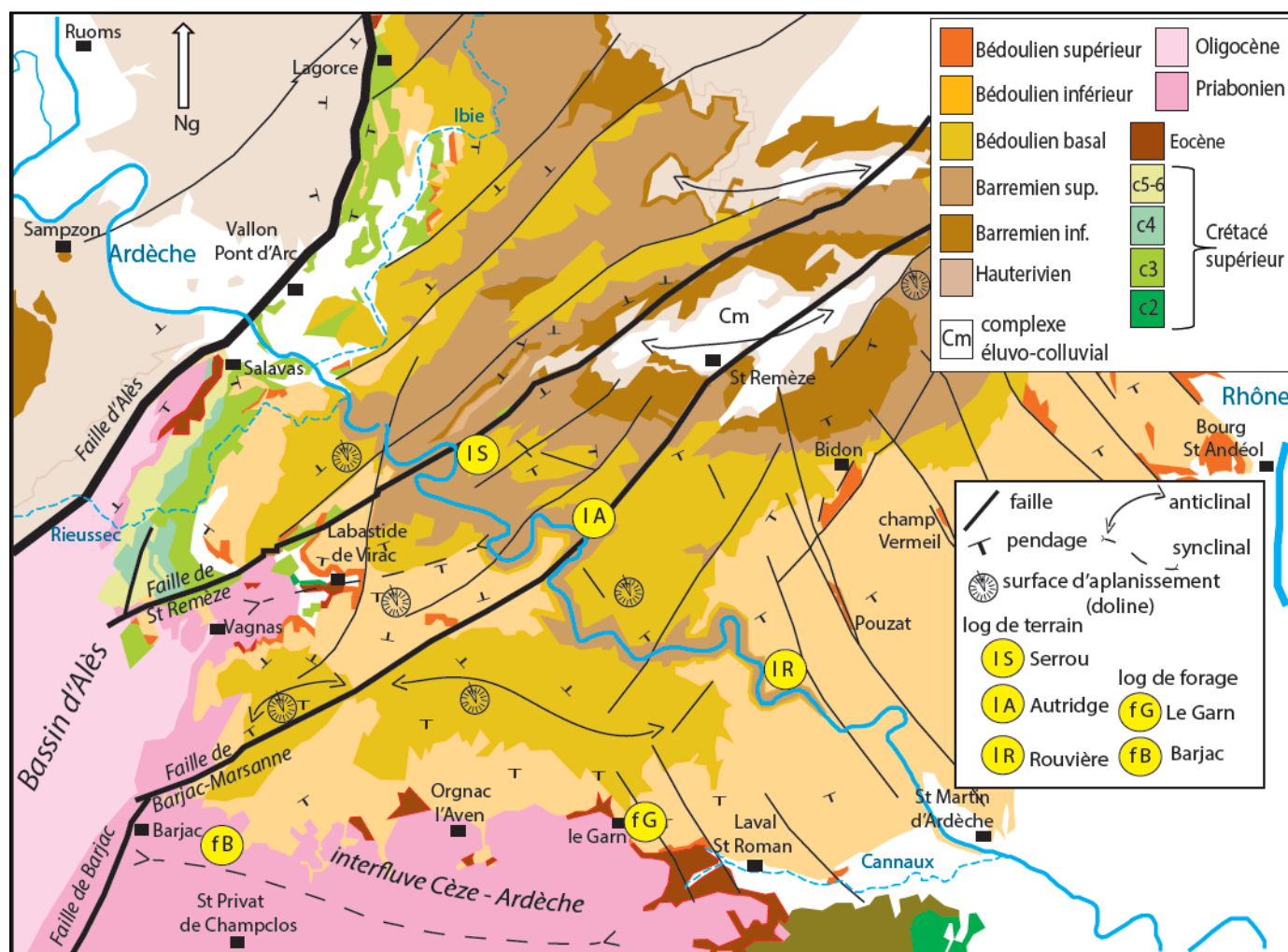


fig. 1- Carte géologique simplifiée (d'après la carte géologique de Bourg Saint Andéol - 889 - 1/50 000)

1 - Phénomènes tectoniques favorables à l'établissement du futur canyon de l'Ardèche:

La phase de distension N110-120 du Jurassique supérieur couplée à la flexure continentale d'axe cévenol NE-SO, passant à proximité d'une ligne St Alban sous Sampzon - Ruoms, génère le domaine marin vocontien et rend instable ses marges.

Une forte densité de failles NO-SE est présente sur la zone jurassique ainsi que sur les bordures urgonienne de l'actuel canyon de l'Ardèche. (fig.2)

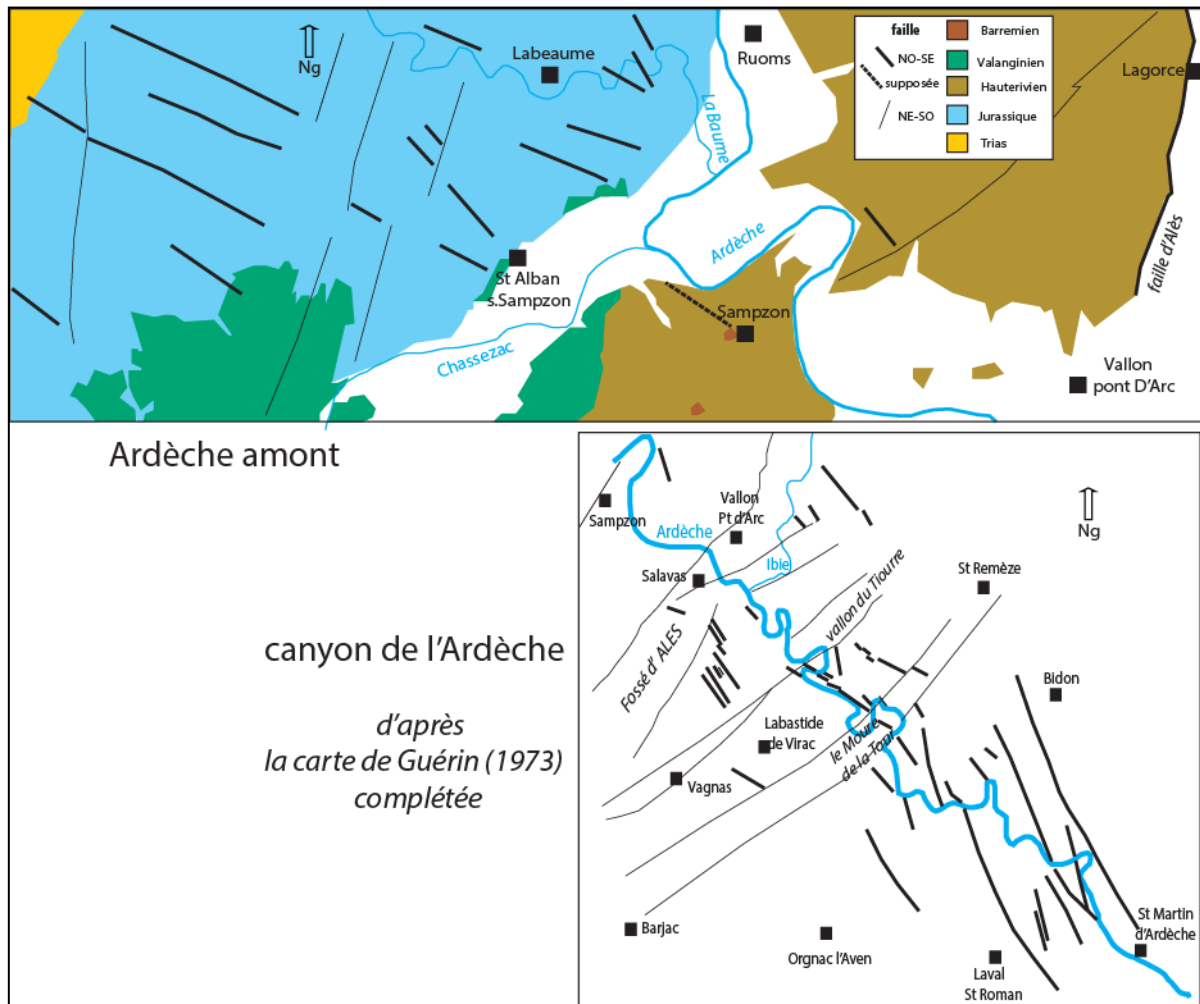


fig. 2 - Réseau de failles NO-SE structurant le bassin versant à l'entrée et autour du canyon de l'Ardèche.

Les terrains du Crétacé inférieur s'organisent à partir de ce déséquilibre tectonique avec des faciès de plateformes dont l'épaisseur des bordures urgoniennes augmente vers le nord-est. Une telle sédimentation carbonatée est contrôlée vraisemblablement par le système distensif relié à l'ouverture des bassins nord pyrénéens.

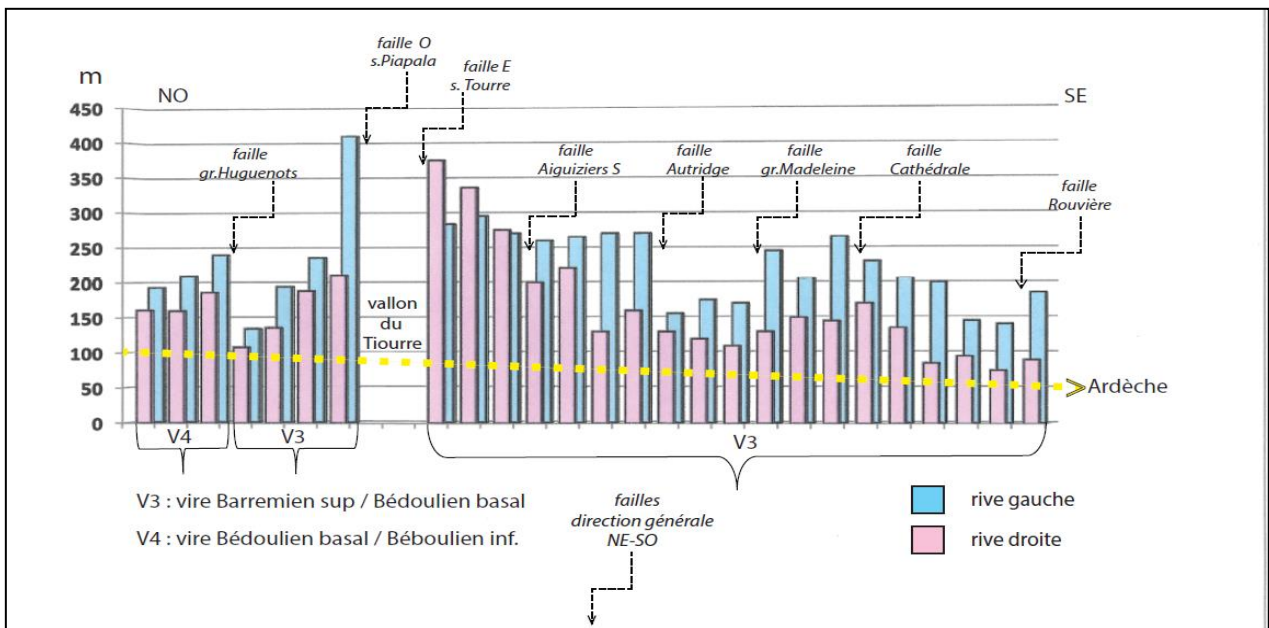
Cette extension a pu se propager grâce aux failles de transfert NE-SO (failles des Cévennes et de Nîmes) (Bastide, 2014) et à une accommodation qui favorise des charges sédimentaires et engendre une subsidence différentielle. Cette dernière génère la réactivation et la formation de failles de direction NO-SE qui déstabilisent en particulier le panneau calcaire de l'interfluve Cèze-Ardèche.

La faille majeure NO-SE représentée par l'axe Sampzon - St Martin d'Ardèche sera favorable aux écoulements postérieurs vers la mer Alpine.

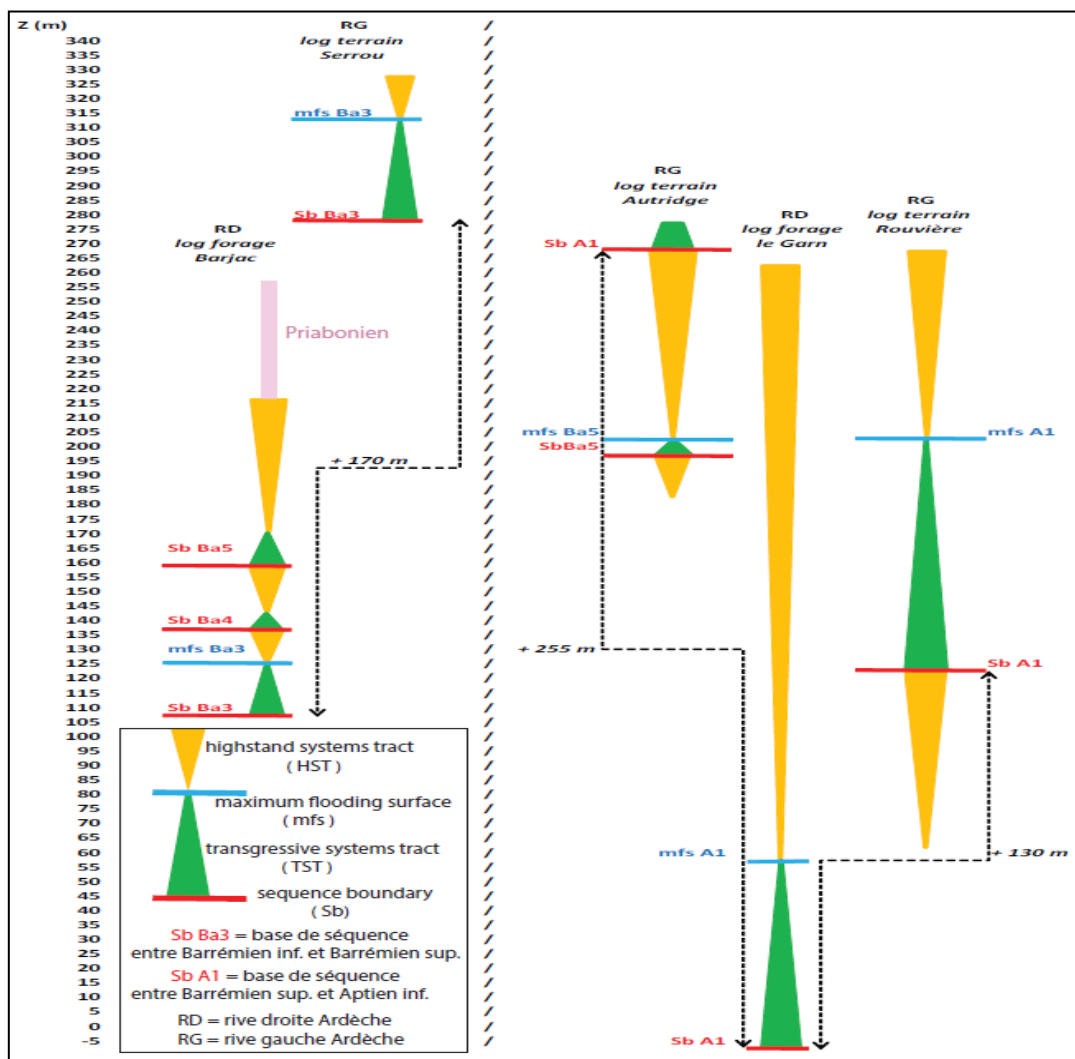
Cette structuration géodynamique se met en place à l'Aptien/Albien (Masse, 1993) et sera ranimée postérieurement par les événements tectoniques du Crétacé supérieur puis du Cénozoïque.

Cette organisation est mise en évidence par la stratigraphie séquentielle des vires v3 et v4 (tab.1) et à plus grande échelle, celle des séquences de dépôt de l'Urgonien, grâce aux logs de terrain et de forage, (tab.2 et fig.1) réalisées de part et d'autre des gorges de l'Ardèche.

Les faciès du Crétacé inférieur ont été recoupés par le jeu des failles NE-SO de direction cévenoles.



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 transpression sénestre affecte le domaine vocontien dès l'Albien (Ferry, 2017) et provoque le plissement et l'émersion 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 Cénomaniens 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 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 Remèze, 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 grés référencés:

Au niveau de Labastide de Virac, le Cénomaniens 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 Cénomaniens 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 grés 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.

Les faciès du Turonien inférieur-moyen (c3 a-b) sont des grés à ciment calcaire, des calcaires ou des sables indurés parfois ferrugineux.

Les oscillations marines, liées à des phases tectoniques, vont atteindre l'entrée actuelle des gorges de l'Ardèche et jusqu'au sud de Lagorce.

Le Turonien supérieur (c3 c) est marqué par des faciès d'altération continentale comblant progressivement le bassin. Ils sont présents sur tout le linéaire du sillon d'Alès et ses appendices et jusqu'au nord de Lagorce.

Les taux des éléments de transition couplés avec ceux de l'altération et de la silice augmentent ce qui traduit un événement anoxique océanique (EAO 2).

Le Coniacien (c4) se caractérise par des marnes sableuses et des calcaires en miches de couleur grise ou jaune. Les calcaires contiennent des fragments de rudistes.

Cette formation est de type plateforme interne indiquant une forte transgression marine du moins jusqu'au nord de Salavas. Cependant, un échantillon récolté au nord de Lagorce, indiquerait que l'ingression marine a été plus invasive noyant ainsi la terminaison du sillon d'Alès.

Le Santonien (c5) et le Campagnien (c6) de la zone nord du sillon d'Alès marquent une fermeture du bassin rattachée à une géodynamique compressive provoquant son comblement définitif et une émergence générale.

Cette chronologie a pour conséquence un fort taux d'altération des unités gréseuses et sableuses en particulier de l'entité du Santonien dont les échantillons révèlent une augmentation marquée de ses éléments de transition, des oxydes d'aluminium et de fer dénotant un autre événement anoxique océanique (EAO 3).(tab.3)

		% SiO2	% Al2O3	% CaO	% Fe2O3	% K2O	% MgO	% MnO	% Na2O	% P2O5	% TiO2	% Altération	ppm Transition
<i>Cénomaniens inférieurs</i>													
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	0,06	0,03	0,02	5	20
<i>Cénomaniens moy/sup.</i>													
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
<i>Turonien moyen</i>													
Pont 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
<i>Turonien supérieur</i>													
Lagorce	c3 b-c	78,1	3,1	16,3	1,96	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	0,96	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
<i>Coniacien</i>													
Vagnas nord	c4	55,0	1,6	42,5	0,62	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
<i>Santonien</i>													
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
<i>Campagnien</i>													
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

tab. 3- Analyse géochimique des échantillons référencés 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 Devés de Virac (Z moyen 270m) 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 260m).

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 370m). 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 380m) 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 300m) 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.

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
Echantillons inédits		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	
<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	46,6	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

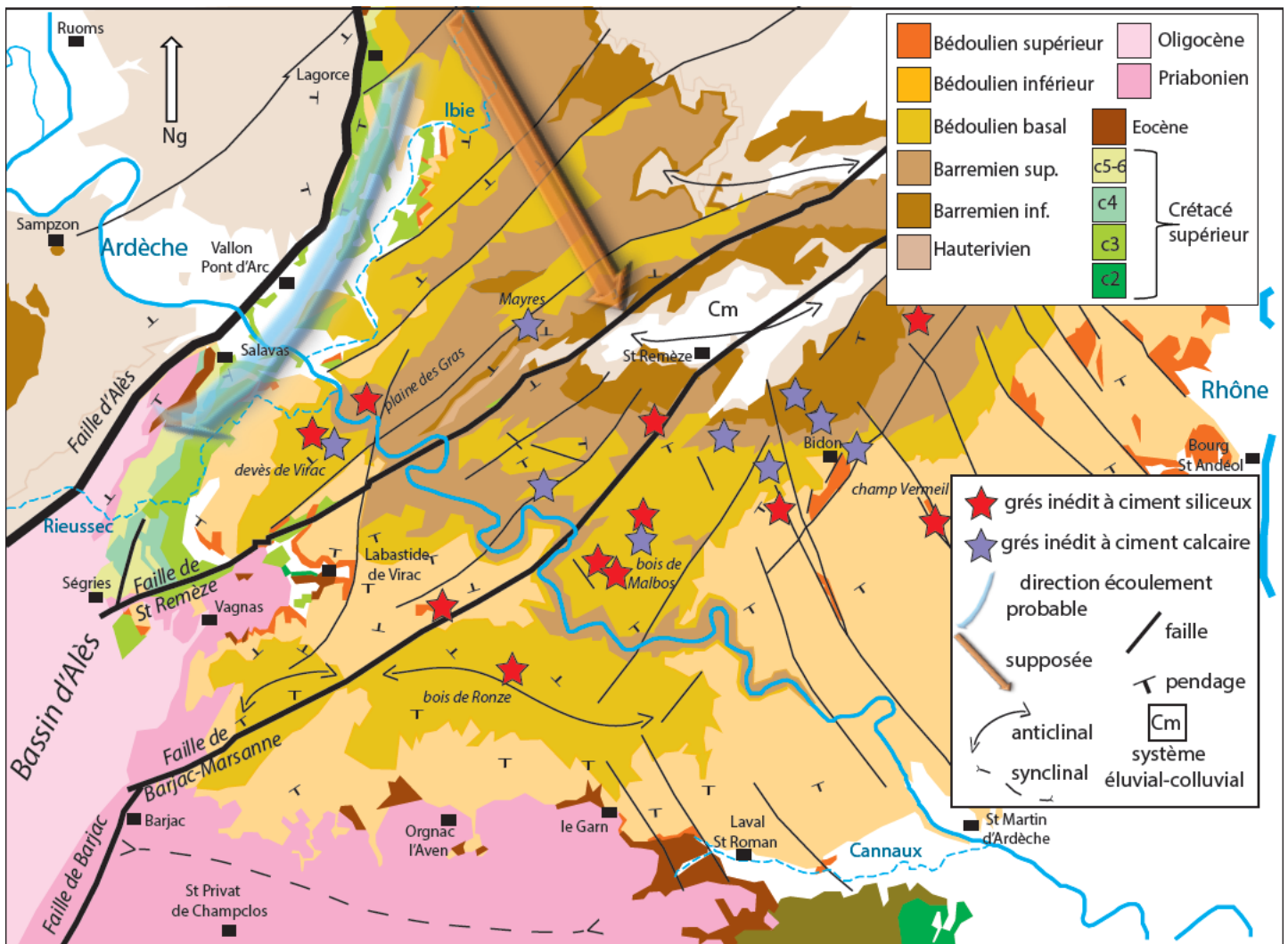
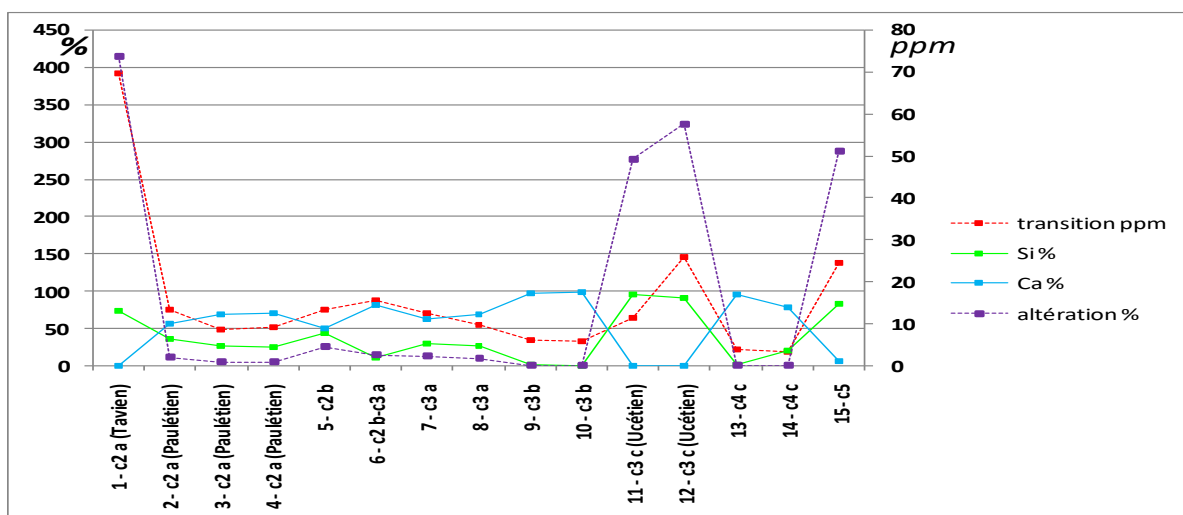


fig.3 - Répartition des grès inédits au niveau des plateaux calcaires ardéchois et gardois.

(d'après la carte géologique de Bourg Saint Andéol - 889 - 1/50 000)

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.



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

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 1500m 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).

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 (Signalles, 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)

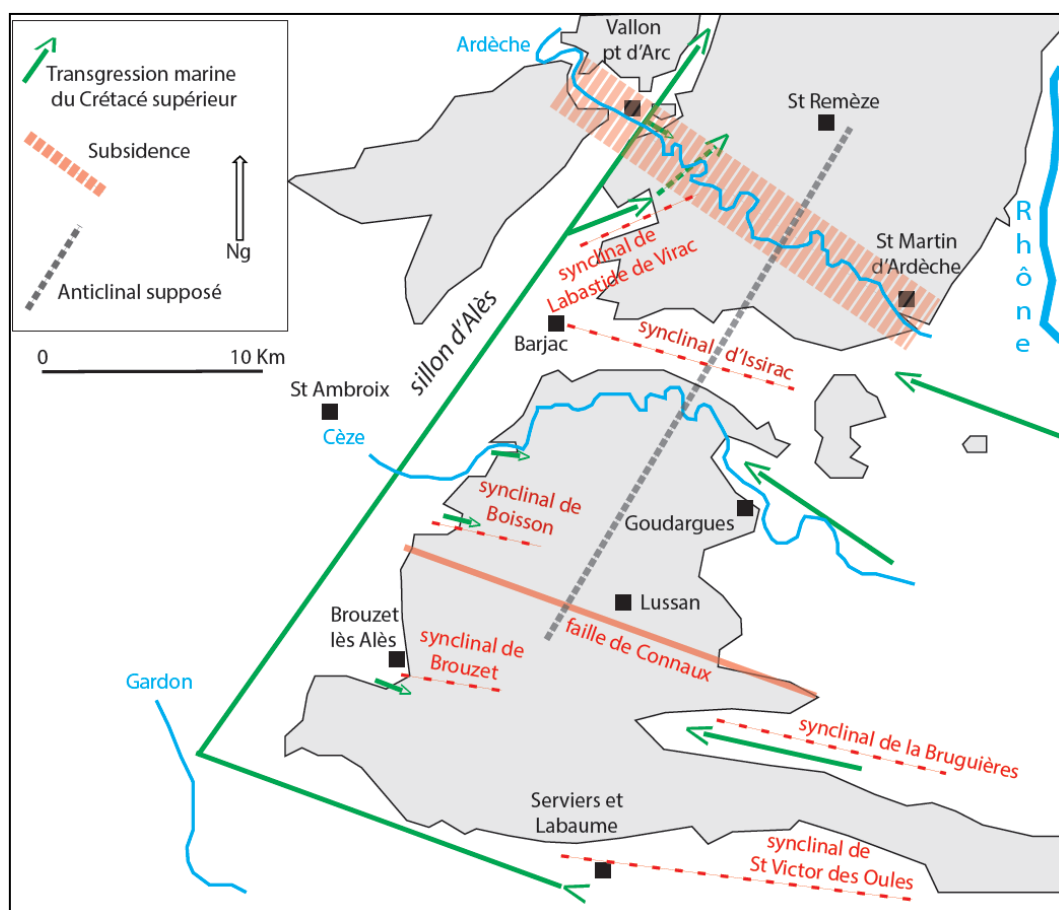


fig.4 - Transgressions marines du Crétacé supérieur enregistrées dans le sud Ardèche et le nord du Gard

Les vestiges de grès épars, roulés ou non, laissent entrevoir la présence d'une paléo-couverture qui recouvrait 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 grès. 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.

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.

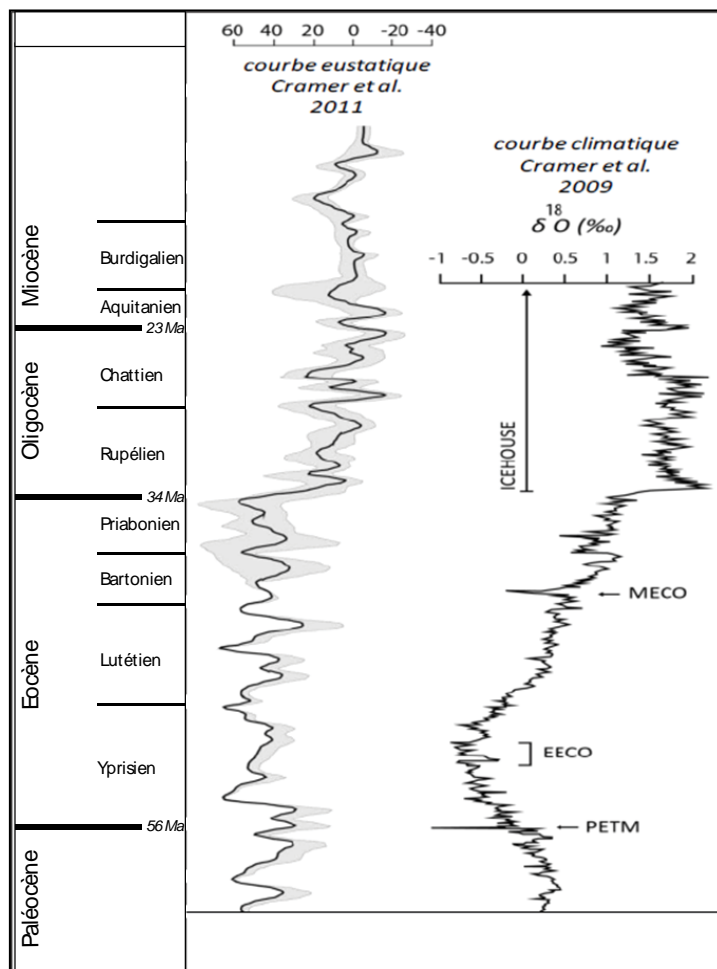
Les résultats des analyses géochimiques (tab.7) indiquent deux périodes d'altération liées à des événements anoxiques océaniques: PETM (*Paleocene-Eocene Thermal Maximum*) à la coupure Paléocène-

Eocène et EECO (*Early Eocene Climatic Optimum*) à l'Eocène inférieur. Ces périodes sont positionnés par rapport à la courbe de Cramer (2009). (tab.6)

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.



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

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 laguno-lacustres 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.

	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm
	SiO2	Al2O3	CaO	Fe2O3	K2O	MgO	MnO	Na2O	P2O5	TiO2	Altération	Transition	Ba
<i>Eocène inférieur (PETM)</i>													
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-Ornac 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'Ornac	73,3	18,8	0,9	3,07	1,02	0,27	0,01	0,10	0,08	1,04	90	328	246
<i>Eocène inférieur (EECO)</i>													
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
<i>Lutétien</i>													
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
<i>Bartorien</i>													
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.

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 360m) donnent une correspondance d'âge Lutétien.

Aucun élément sédimentaire du Bartonien n'a été observé.

Exokarst				%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	
				SiO2	Al2O3	CaO	Fe2O3	K2O	MgO	MnO	Na2O	P2O5	TiO2	Altération	Transition	Ba
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	Mourre 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	Mourre 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	Orgnac	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	Orgnac	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	Noel	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	Noel	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	Cabane	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	Beauregard	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

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

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.

3 - 5 - Echantillons 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 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 apparait 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.

		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	
		SiO2	Al2O3	CaO	Fe2O3	K2O	MgO	MnO	Na2O	P2O5	TiO2	Altération	Transition	Ba
<i>Priabonien</i>														
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 inf.	0,6	0,2	55,5	0,15	0,04	0,39	0,03	0,02	0,01	0,01	0,4	13	229
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	0,3	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.

3 - 6 - Echantillons inédits de l'Eocène supérieur au niveau de l'interfluve Cèze-Ardèche:

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.

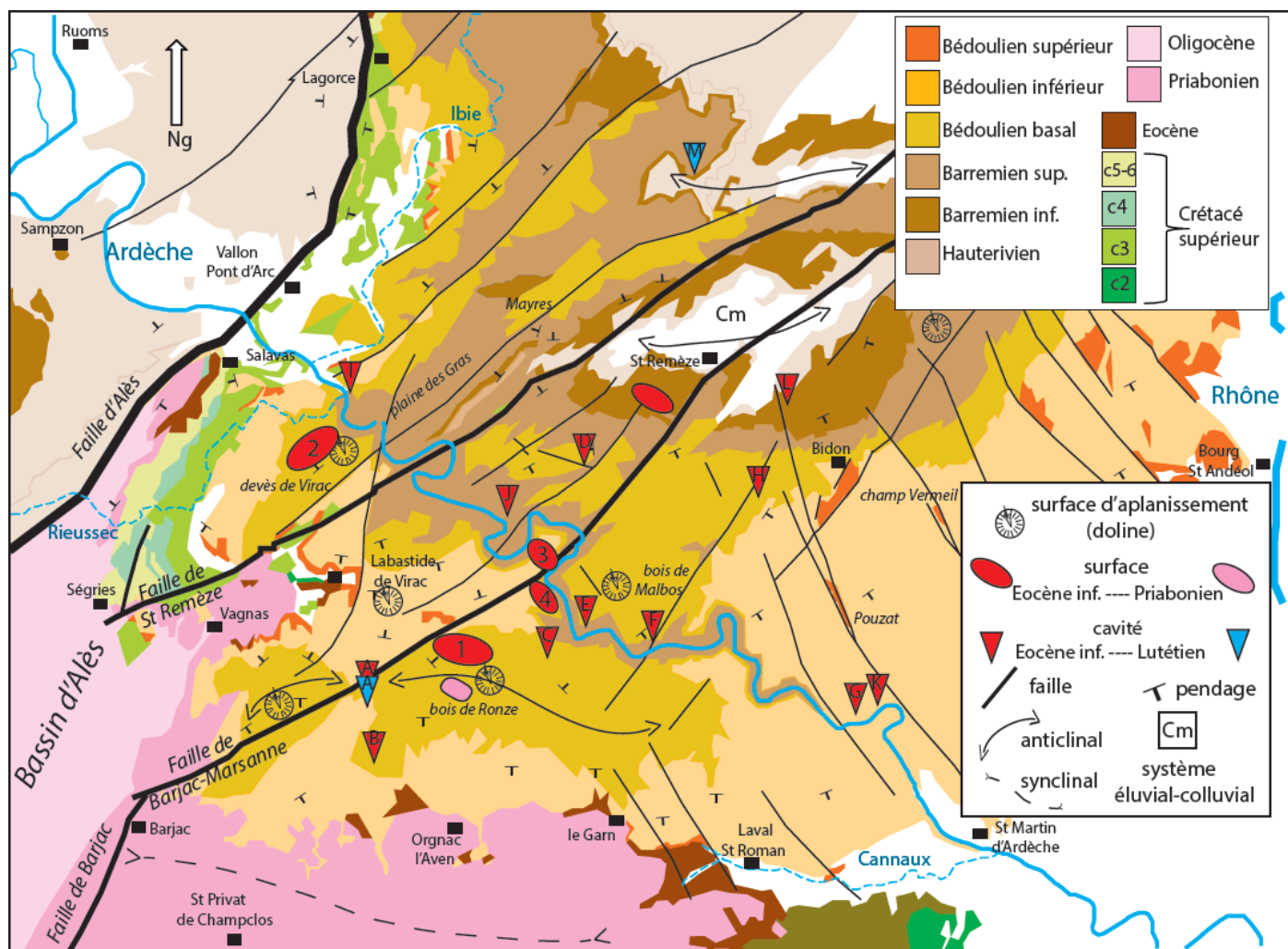


fig.5 - Carte des échantillons inédits du Paléogène retrouvés sur les plateaux ardéchois.

(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 - 1 - 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 épirogenèse 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 inférieur 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 aquitaniens-burdigaliens 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 forage 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 chenalizations 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, micropaléontologique, géométries, paléotectonique et géomodélisation, Thèse de doctorat, 299p., + annexes

BESSON D. (2005) - Architecture du bassin rhodano-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 Set, 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 - *Paleoceanography* 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., 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
- JOLIVET J., GALLICE F., GRAILLOT 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. 193-206
- 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

