

Contexte géologique du karst de Païolive (Ardèche) : implications sur sa formation et son extension verticale

Stage co-encadré par Michel Séranne et Séverin Pistre

Céline BARAL

28/07/2017



TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	3
I. CONTEXTE GEOLOGIQUE	3
II. METHODES	6
1. <i>ETUDE DE TERRAIN</i>	6
2. GEOMORPHOLOGIE	8
a. <i>Profils NW-SE : profils longitudinaux</i>	9
b. <i>Profils NE-SW : profils transversaux</i>	12
3. KARSTOLOGIE	14
III. RESULTATS ET DISCUSSION	15
IV. CONCLUSION	17
BIBLIOGRAPHIE	19

TABLE DES ILLUSTRATIONS

<i>FIG. 1 : CARTE GEOLOGIQUE FRANCE (1/50000), FEUILLE BESSEGES (888)</i>	4
<i>FIG. 2 : COLONNE LITHOSTRATIGRAPHIQUE DE L'INTERVALLE RESERVOIR CONSIDERE</i>	5
<i>FIG. 3: EXPLICATION SCHEMATIQUE DE LA NOTION DE "BASE-LEVEL"</i>	6
<i>FIG. 4 : COUPES GEOLOGIQUES REGIONALES</i>	7
<i>FIG. 5 : BOIS DE PAÏOLIVE ET NVENTAIRE DES ELEMENTS ALLUVIONNAIRES</i>	8
<i>FIG. 6 : LOCALISATIONS DES DIFFERENTS PROFILS.</i>	9
<i>FIG. 7 : COUPE 7</i>	10
<i>FIG. 8 : COUPE</i>	10
<i>FIG. 9 : SCHEMA EXPLIQUANT L'ATTITUDE DE LA PALEOSURFACE DU BASE-LEVEL AU NIVEAU DE LA BUTTE TEMOIN DES ASSIONS</i>	11
<i>FIG. 10 : COUPE 2</i>	11
<i>FIG. 11 : COUPE 3</i>	12
<i>FIG. 12: COUPE B</i>	12
<i>FIG. 13: COUPE C</i>	13
<i>FIG. 14 : COUPE D</i>	13
<i>FIG. 15 : LOCALISATION DES CAVITES REPORTEES SUR LES PROFILS</i>	14
<i>FIG. 16 : PROFIL E-W D'ECHELLE REGIONALE</i>	15
<i>FIG. 17 : COUPE A</i>	16
<i>FIG. 18: COUPE E</i>	16
<i>FIG. 19 : BLOC 3D EVOLUTIF</i>	18

INTRODUCTION

La bordure Cévenole est caractérisée par ses terrains calcaires très souvent karstifiés. En Ardèche méridionale, entre le Chassezac et la Baume, se trouve un paysage karstique particulier, le célèbre bois de Païolive. Ces paysages ardéchois attirent chaque année de nombreux touristes lors de la période estivale. Cet afflux saisonnier très important accroît la pression sur la ressource en eau et conduit à envisager de nouveaux captages.

Cette étude géologique conduit à caractériser l'aquifère karstique du massif carbonaté de Païolive, délimité par les rivières du Chassezac au Sud et, de la Baume au Nord. Des études hydrogéologiques ont déjà été effectuées mais celles-ci ne suffisent pas pour répondre à la question de l'extension latérale et verticale de l'aquifère. Une approche géologique permettrait de répondre à cette problématique en se basant sur l'histoire de formation du karst. En effet, en connaissant les processus et l'âge de formation du karst il est possible de contraindre sa géométrie et donc celle de l'aquifère.

Afin de caractériser l'aquifère karstique et son contexte géologique, des coupes d'échelles régionales sont réalisées à partir d'une étude de terrain. Elles sont complétées par une étude lithostratigraphique permettant de déterminer les caractéristiques de cet aquifère (intervalles réservoir et couverture). Puis, une étude géomorphologique basée sur l'analyse de plusieurs profils amont-aval permet d'identifier les paléosurfaces du niveau de base ainsi que de tracer les sources (de matériaux) en amont et de contraindre la position des profils en aval. Enfin, de nombreuses données spéléologiques sont reportées sur ces profils afin de donner une information supplémentaire sur l'extension verticale du karst.

Cette étude conduit à la proposition d'une période de formation de ce karst et, conclut sur la probabilité d'existence d'un réservoir profond, sous le niveau actuel du Chassezac, pouvant être exploité.

I. Contexte géologique

La zone d'étude se situe sur la bordure septentrionale des Cévennes, dans la basse Ardèche, au niveau des Vans (07). Le centre de l'étude se trouve entre les rivières du Chassezac et de la Baume, affluents de l'Ardèche, sur le massif carbonaté de Païolive. Il est limité au sud-est par la montagne de la Serre et au nord-ouest par la faille de Païolive de direction cévenole N020E (**Fig. 1**). Sur ce terrain nous retrouvons des affleurements essentiellement mésozoïques allant du Trias au Crétacé inférieur.

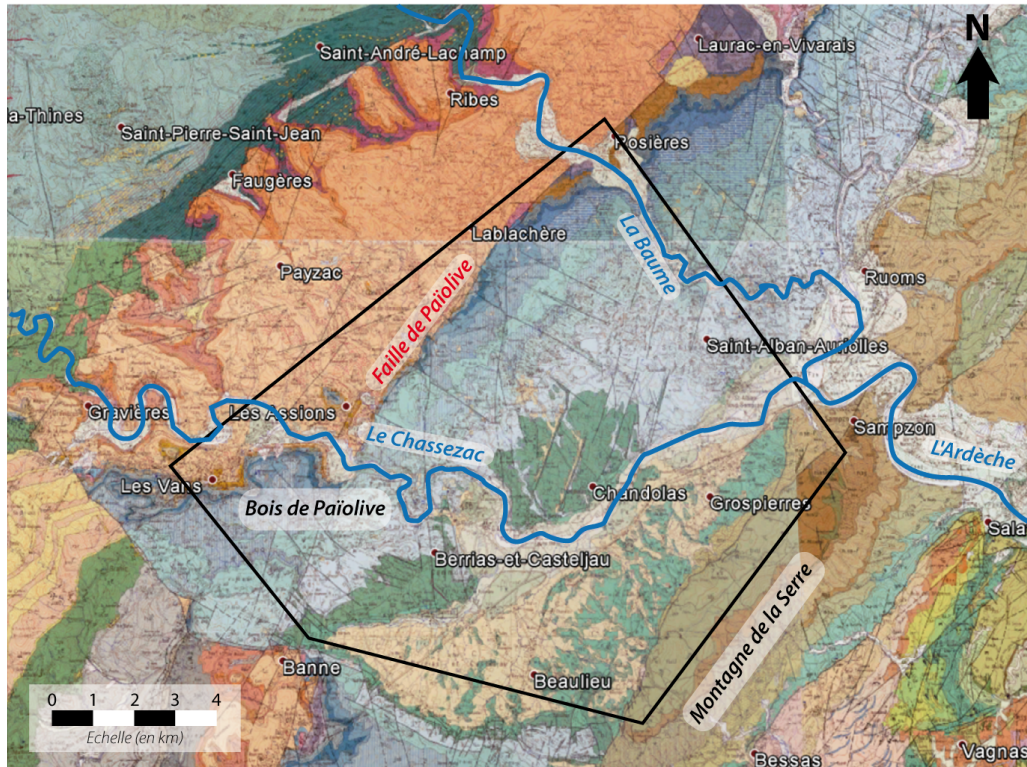


Fig. 1 : Carte géologique France (1/50000), feuille BESSEGES (888) avec la situation de la zone d'étude encadrée en noir

Cette région est affectée par plusieurs épisodes tectoniques majeurs (Elmi, *et al.*, 1989). Tout d'abord les dernières déformations liées à l'orogénèse Varisque créent le faisceau de failles décrochantes majeures des Cévennes d'orientation N020E. Lors de l'épisode tectonique extensif du Rhétien, correspondant à l'ouverture de la Téthys, les failles cévenoles rejouent en failles normales et forment plusieurs blocs basculés qui inclinent faiblement l'ensemble de la zone vers le SE. Ces blocs basculés individualisent un ensemble de petits bassins subsidents. Cette phase tectonique se poursuit au cours du Lias et du Dogger. Ces séries sédimentaires sont donc discontinues, parfois lacunaires et sont complexes à visualiser car n'affleurant quasiment pas. Les dernières phases de rifting s'effectuent pendant le Bathonien supérieur et le début du Callovien (j3). La série d'Oxfordien (j6) est donc d'épaisseur constante sur l'ensemble de la région et vient sceller les failles de socle. Le Malm est d'épaisseur constante sur l'ensemble de la zone. La région est ensuite influencée par la compression liée à l'orogénèse pyrénéenne puis alpine et enfin par l'ouverture du Golfe du Lion lors de l'effondrement de la chaîne pyrénéo-provençale. Ce dernier épisode fait rejouer les failles cévenoles selon une cinématique normale. C'est ainsi que se forme la dépression du bassin oligocène d'Alès. L'histoire polyphasée de cette région induit des déformations de type plissement ou fractures d'orientations différentes. Ici, ces déformations ne seront pas étudiées dans le détail mais observées à l'échelle régionale.

L'intervalle lithostratigraphique qui nous intéresse particulièrement est celui allant de l'Oxfordien au Valanginien (**Fig. 2**). L'Oxfordien est constitué d'une alternance marno-calcaire avec des bancs de mudstone de faible épaisseur (inférieure au mètre) (Elmi, *et al.*, 1989). En remontant dans la série on observe une strato-croissance des bancs calcaires. Cette formation n'est pas karstifiable et peu constituer une barrière pour l'infiltration de l'eau. C'est pourquoi nous considérons qu'il s'agit du substratum de l'aquifère. Le Kimméridgien présente des bancs de mudstones plus puissants avec des intercalations marneuses de moins en moins importantes. Cet intervalle est très karstifié sur le terrain

notamment le Kimméridgien terminal (j7-8 (c)) qui constitue les paysages ruiniformes du bois de Païolive. Le Tithonien présente des mudstones-wackestones très massifs qui sont eux aussi karstifiés. Du Tithonien terminal au Berriasien on observe une strato-décroissance des bancs calcaires avec une augmentation progressive de l'épaisseur des intercalations marneuses. On arrive ainsi à un Valanginien formé d'une alternance marno-calcaire régulière avec des bancs d'une épaisseur inférieure à 0,5 m. Cette série constitue une véritable barrière pour la circulation de l'eau. Nous considérons donc que le Néocomien constitue la couverture de l'aquifère. Cette limite est peut-être progressive au sein du Berriasien mais vraiment franche à la base du Valanginien. La zone du réservoir karstique se situe donc entre ces deux intervalles, c'est-à-dire, comprend le Kimméridgien et le Tithonien.

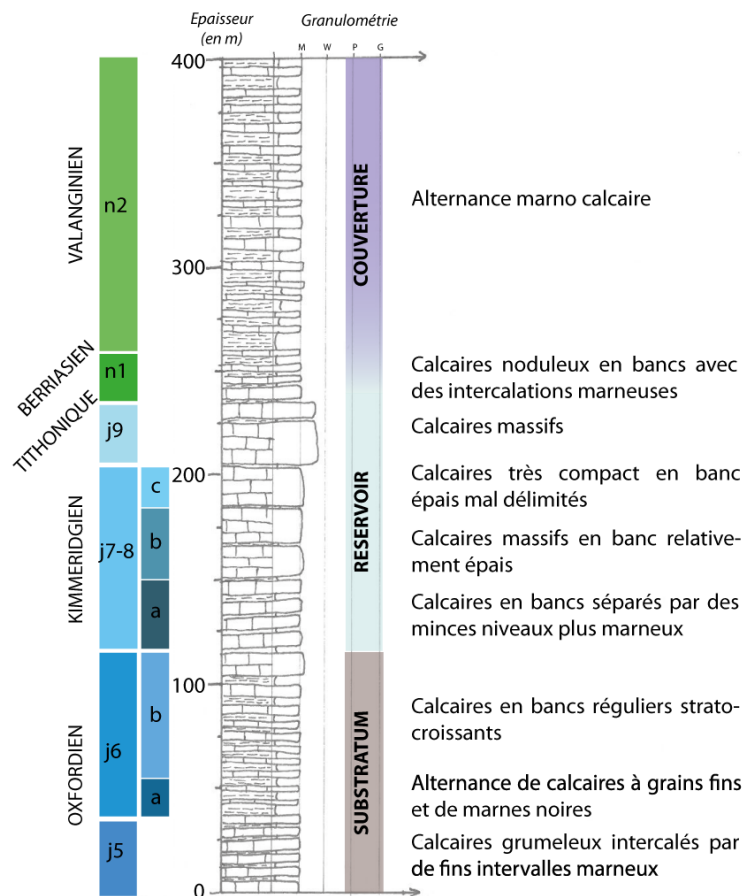


Fig. 2 : Colonne lithostratigraphique de l'intervalle réservoir considéré

Cet aquifère est limité au nord-ouest par la faille de Païolive. D'un point de vue hydrodynamique, au sud et au nord, par respectivement, les rivières du Chassezac et de la Baume. L'enveloppe de cet aquifère présente donc une inclinaison vers le SE induisant la présence d'un exutoire dans cette direction. Les exutoires évidents sont les rivières de la Baume et du Chassezac. Cependant, si nous envisageons la possibilité d'un approfondissement de l'aquifère, la présence d'un exutoire à une altitude correspondante devient nécessaire pour permettre l'écoulement de l'eau souterraine et ainsi la karstification. Or, au SE la couverture s'épaissit et ne laisse pas présager l'existence d'exutoire pour les écoulements "profonds".

II. Méthodes

La formation d'un karst dépend de l'évolution du "base level" au cours du temps et de l'espace. Le "base-level" est défini, par Wheeler en 1964, comme étant une surface dynamique abstraite qui peut être assimilée à un profil amont-aval en coupe 2D (**Fig. 3**). Il représente la surface où le flux sédimentaire est constant, ce qui signifie qu'un équilibre existe entre l'apport sédimentaire et l'érosion. C'est aussi la surface au long de laquelle l'énergie du flux sédimentaire est minimale. Ainsi, lorsque la surface de la terre se situe en dessous du "base-level" les sédiments s'y accumulent, alors que, si elle se situe au-dessus de celui-ci, elle sera soumise à l'érosion, incisée et dans notre cas karstifiée. Il existe deux causes majeures de baisse du "base-level" (qui ici nous intéressent particulièrement) : soit une baisse du niveau à l'aval suite à la chute du niveau de l'exutoire, la mer par exemple ; soit une surrection de l'amont par un mouvement tectonique par exemple. Grâce à l'étude de l'évolution du "base-level" il sera possible de déterminer les phases d'incisions du karst et éventuellement connaître l'origine de la baisse du "base-level" et le relier à un événement géologique.

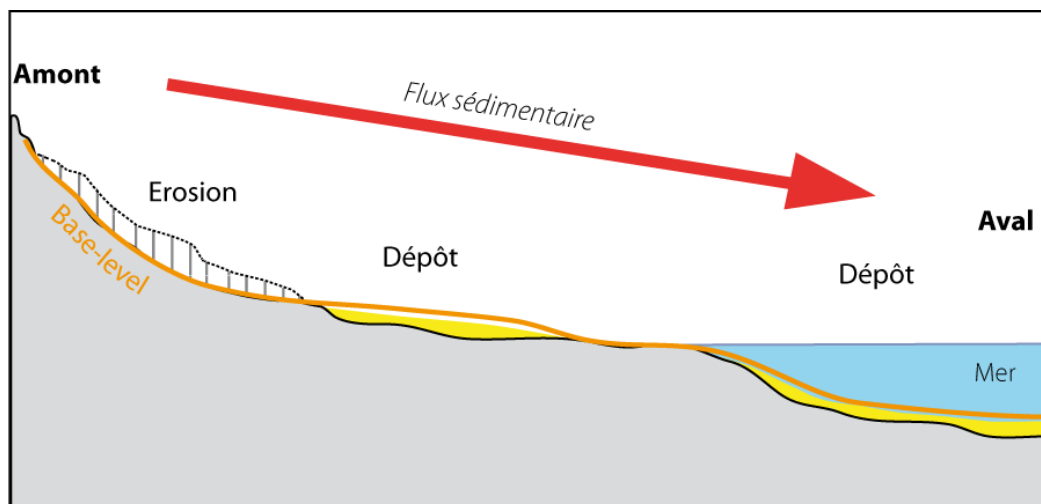


Fig. 3: Explication schématique de la notion de "base-level" comme définie par Wheeler en 1964

1. Etude de terrain

Un ensemble de mesures de pentages a été réalisées sur le terrain le long de deux coupes NW-SE. A partir de ces mesures et des données des forages de Vallon Pont d'Arc et de Saint André de Cruzières, deux coupes géologiques d'échelle régionale ont été réalisées (**Fig. 4**). Ces deux coupes mettent en évidence une faible inclinaison vers le SE des séries du Jurassique supérieur et du Néocomien. Elles sont aussi affectées par des flexures anticlinales de faibles amplitudes, orientés NE-SW, donnant une géométrie en "marche d'escalier". Nous avons fait l'hypothèse que leur origine est liée à un mouvement tardif des failles de socles.

Il ressort de ces deux coupes que la montagne de la Serre est un bloc basculé délimité par une faille listrique connectée en profondeur à la faille des Cévennes (Sanchis et Séranne, 2000) pendant sa réactivation lors du rifting oligocène. La montagne de la Serre est constituée de terrain néocomien se qui implique qu'avant la formation du bloc basculé à l'Oligocène ces séries, formant la couverture marneuse, recouvraient l'ensemble de la zone d'étude. La période de karstification possible est ainsi limitée dans le temps.

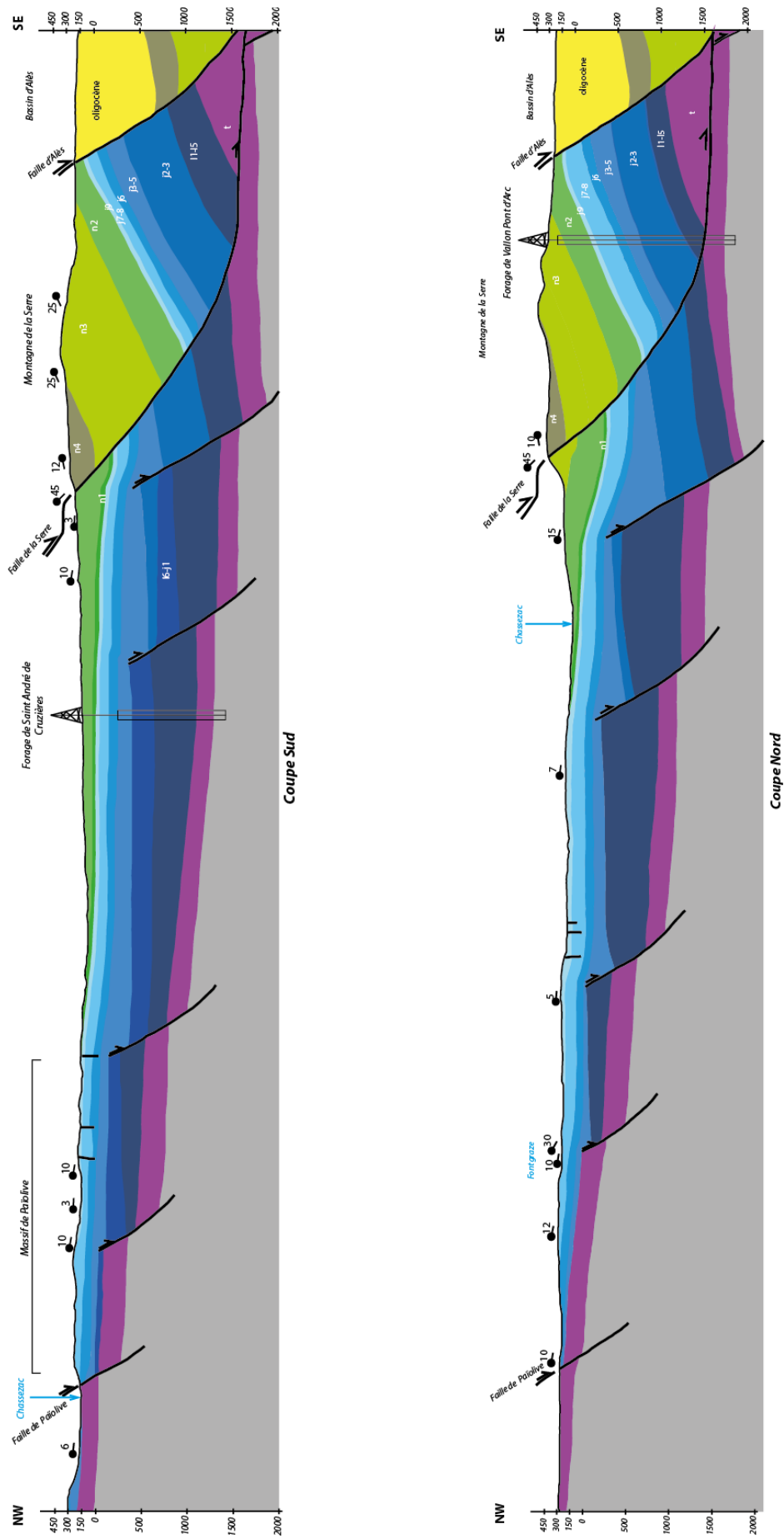


Fig. 4 : Coupes géologiques régionales d'après les données de forage de Saint André de Cruzières et de Vallon Pont d'Arc (Infoterre). La géométrie du bassin d'Alès est dessinée d'après Sanchis et Séranne, 2000. La localisation des deux coupes est indiquée sur la Fig. 6.

Puis, nous nous sommes concentrés sur les zones très karstifiées, notamment au niveau du bois de Païolive, afin de comprendre le processus de formation de ce karst. Dans ce bois, la surface du sol est plane et recouverte par des alluvions (**Fig. 5A**). En inventoriant les éléments alluvionnaires nous avons trouvé un ensemble de roches issues du socle Paléozoïque cévenol, des schistes, des quartzs d'exsudat, des quartzs en dragée, des éléments de cuirasse latéritique mais aussi des clastes de granite (**Fig. 5B**). Certains clastes de quartz mesurent jusqu'à 20cm, plusieurs blocs de granite ont des diamètres variant entre 25 et 50 cm (**Fig. 5 C et D**).

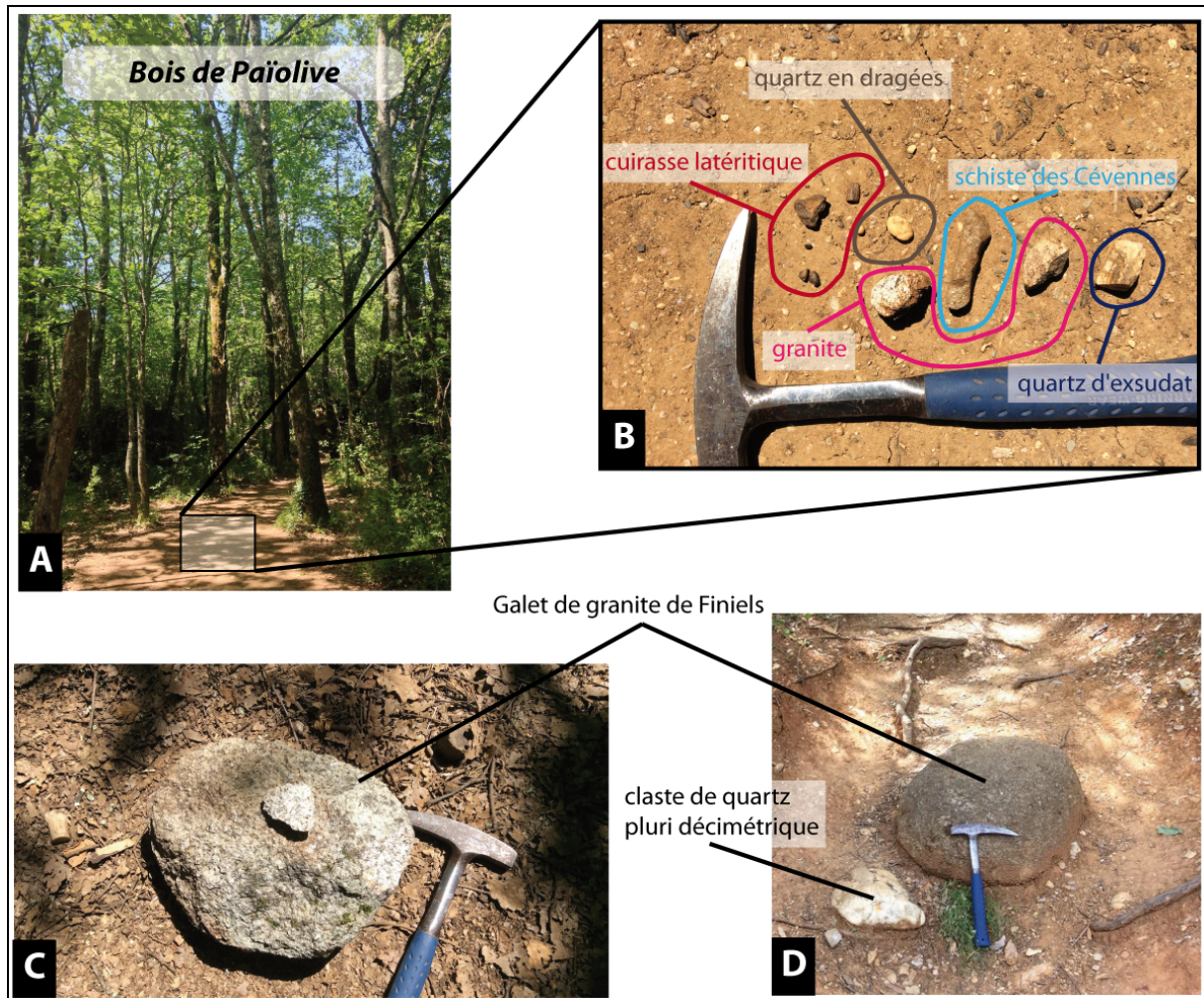


Fig. 5 : A. Paysage dans le bois de Païolive, B. Inventaire des éléments alluvionnaires, C et D. Galet de granite du Finiels de taille pluri décimétrique.

Des éléments de cette taille ne peuvent pas être transportés dans des galeries karstiques souterraines, il s'agit nécessairement de dépôt de rivière de surface. Dans ces éléments nous n'avons quasiment pas trouvé de grès triasique. L'analyse pétrologique macroscopique a permis de déterminer l'origine du granite comme étant du massif de Finiels qui se situe à environ 30 km à l'ouest du lieu de dépôt. L'amont de notre profil amont-aval régional se situe donc dans les Cévennes et draine à la fois des granites, des schistes et des paléosols cévenols. L'emplacement de ces dépôts de rivières de surface a été noté ce qui a permis d'avoir une première approche de la répartition de ces alluvions.

2. Géomorphologie

L'idée est de réaliser une cartographie du paléo "base-level" dans le but d'avoir une vision 3D de celui-ci. Pour cela la zone est quadrillée avec 7 profils longitudinaux nord-ouest / sud-est (NW-SE) et 5 profils transversaux nord-est / sud-ouest (NE-SW) (**Fig. 6**). Ces profils sont obtenus grâce à la fonction "affichage du profil de dénivelé" sur Google Earth. Ils ont une échelle verticale dilatée par rapport à l'échelle horizontale et ne peuvent en aucun cas permettre de dessiner des coupes géologiques en profondeur, aucun angle n'est conservé. Cette approche permet d'observer facilement les variations d'altitude de faible amplitude. La méthode de travail est similaire à celle utilisée avec des profils sismiques 3D. Les deux types de profils sont corrélés grâce aux intersections qui permettent de positionner un même point sur les 2 types de profils. Le "base-level" actuel sera aussi approximé afin de pouvoir déterminer une évolution de celui-ci au cours du temps.

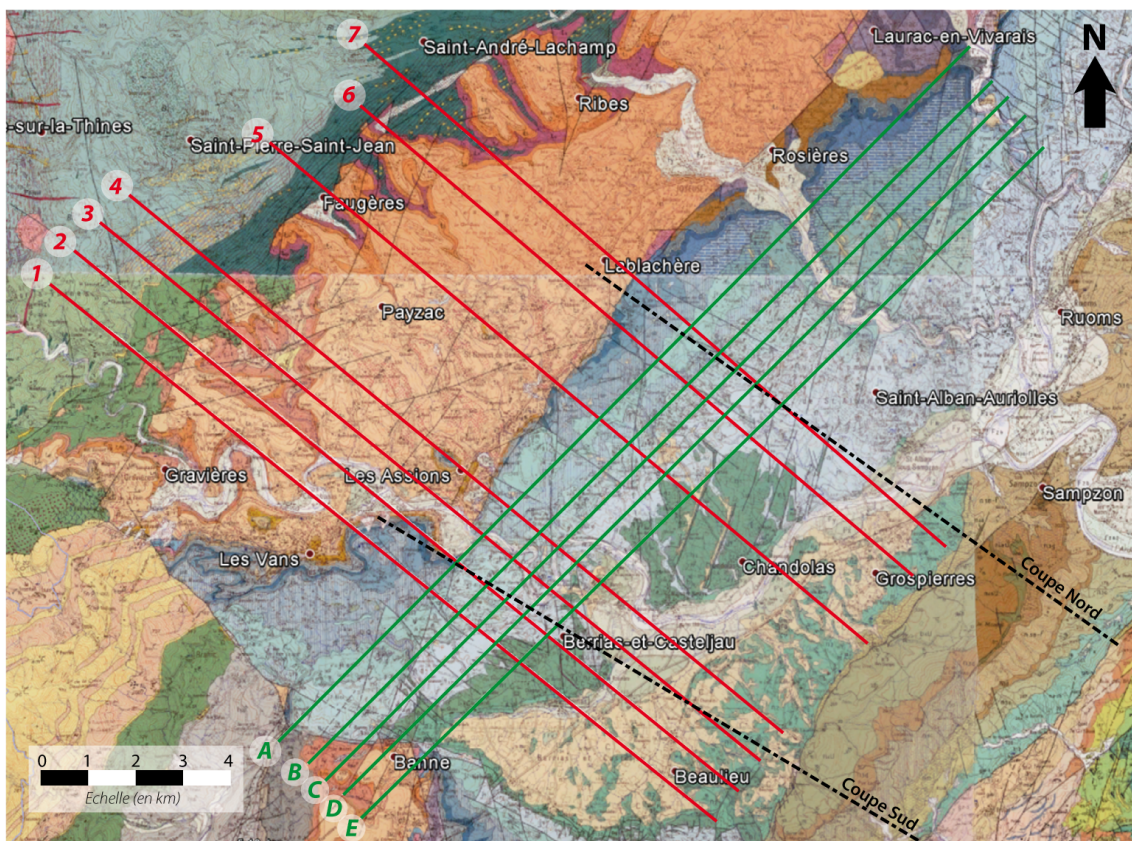


Fig. 6 : Localisations des différents profils. En rouge, profils longitudinaux; en vert, profils transversaux; en pointillés, coupes d'échelles régionales (Fig. 4).

a. Profils NW-SE : profils longitudinaux

Les profils NW-SE sont appelés longitudinaux car ils sont orientés selon un profil amont-aval moyen, soit dans la direction générale d'écoulement des rivières. Cette orientation permet de recouper les structures géologiques étudiées de manière perpendiculaire. Ils relient un point haut, au nord-ouest, à un point bas, au sud-est qui sont choisis arbitrairement, sachant que le profil ne doit pas avoir une amplitude verticale trop importante, pour ne pas perdre en précision sur le tracé de la coupe et, conserver une qualité d'image convenable pour étudier le massif de Païolive. Les 4 premières coupes sont espacées plutôt régulièrement avec un pas d'environ 1km. Puis l'espacement augmente pour les 3 autres coupes car elles ne constituent pas le cœur de l'étude mais apporte une vision plus

globale. Elles sont disposées parallèlement les unes aux autres et ont des extrémités situées approximativement sur une même ligne, afin de pouvoir les comparer.

Sur ces profils on retrouve, plus ou moins nettement, des surfaces planes bien conservées passant par les points hauts, retraçant des profils similaires à des profils amont-aval de rivière (**Fig.7**). Ces surfaces ne sont pas des surfaces structurales car elles recoupent plusieurs séries, ce sont donc des surfaces d'érosions qui correspondent au "paléo base-level". Elles se retrouvent de manière très claire au niveau des lithologies calcaires et aussi dans le trias fluviatile. En effet, ces roches constituent les lithologies les plus compétentes du paysage leur permettant de conserver particulièrement bien les surfaces d'érosions. Ces intervalles forment les points d'ancrages les plus fiables pour tracer la paléosurface du "base-level". Dans les séries néocomiennes, plus marneuses, la paléosurface est mal conservée. Ainsi, la surface topographique est la surface minimale que peut atteindre la paléosurface, celle-ci ne peut pas passer en dessous. Néanmoins, lui faire suivre exactement la topographie actuelle n'est pas la meilleure option car ces séries marneuses auront facilement pu être érodées tardivement par les rivières actuelles par exemple. Ainsi, à ces endroits le tracé passera au dessus de la surface topographique actuelle tout en conservant une allure correspondant le plus possible à un profil d'équilibre de rivière.

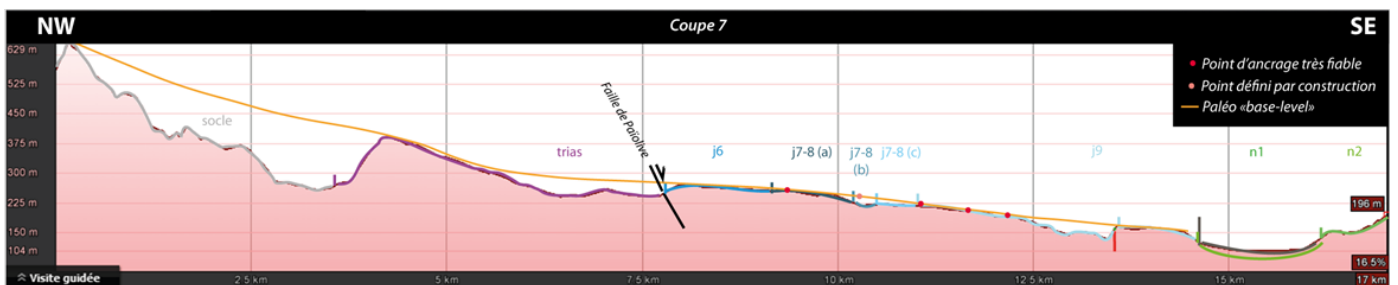


Fig. 7 : Paléosurface du base-level très bien conservée sur la coupe 7 au niveau des séries du Trias et du Jurassique supérieur

Certains reliefs font systématiquement, sur plusieurs coupes latéralement, obstacle au passage du profil lorsqu'on essaye de conserver sa forme concave théorique. Le passage du profil au travers du relief peut être envisageable si on prend une vision 3D du problème. On considère alors que ce relief était trop compétent, ou trop important, et que la rivière l'a contourné. Cependant, dans le cas de la coupe 4 (**Fig. 8**), le relief est une butte témoin qui nous permet d'observer le rejet de la faille de Païolive. Ici, nous pouvons penser que cette faille a joué alors que le profil était déjà en place et l'a donc modifié (**Fig. 9**). Aujourd'hui, il ne resterait qu'un vestige, souligné par la forme convexe du profil, plus ou moins bien conservé, de ce mouvement tectonique.

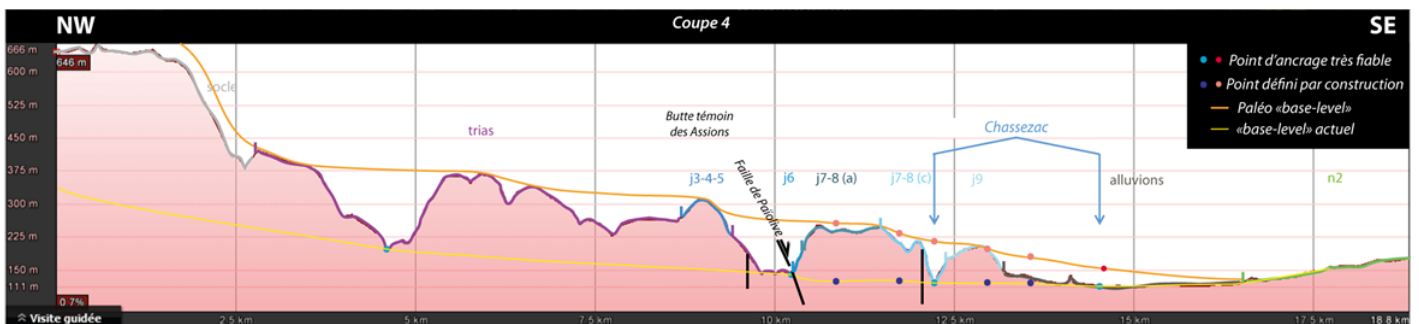


Fig. 8 : Coupe 4 : la paléosurface du base-level est de forme convexe au niveau de la butte témoin des Assions

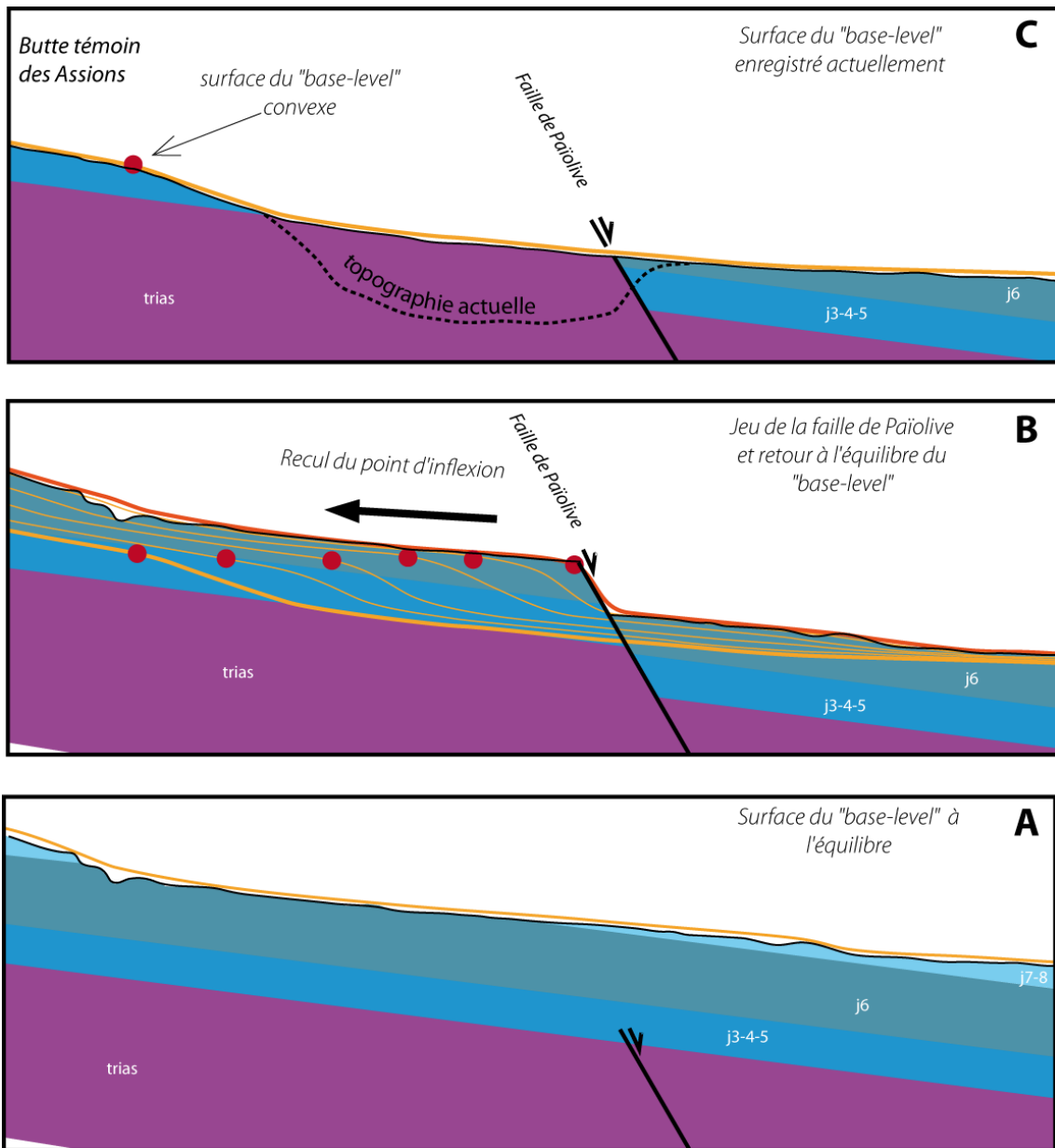


Fig. 9 : Schéma expliquant l'attitude de la paléosurface du base-level au niveau de la butte témoin des Assions

C'est à partir de cette observation que nous avons décidé de faire passer le profil d'équilibre par dessus les reliefs de même caractéristique que cette butte témoin sur les autres coupes (**Fig. 10**).

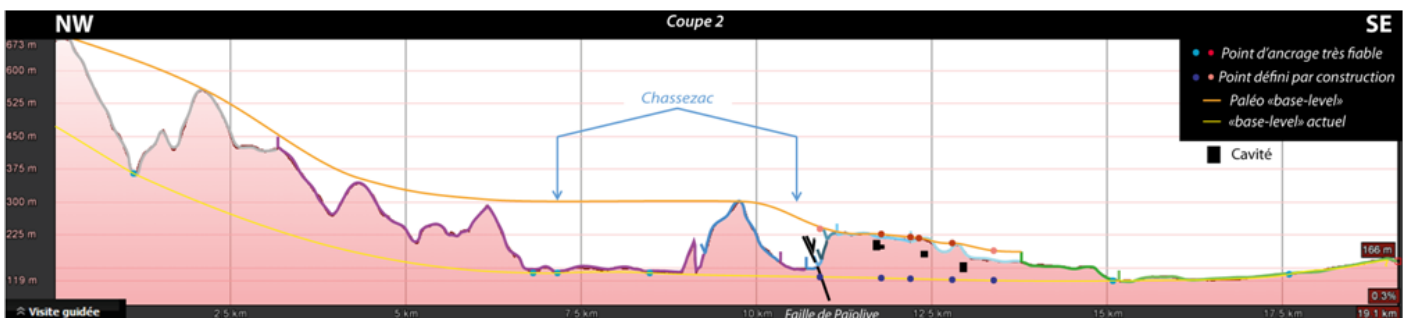


Fig. 10 : Coupe 2 : Passage de la surface du paléo base-level au dessus de relief suite à l'hypothèse formulée grâce à la butte témoin des Assions.

La deuxième étape consiste à tracer le "base-level" actuel. Celui-ci est associé au niveau du Chassezac et de ses affluents. Les points de passage du Chassezac sont donc reportés sur les profils (**Fig. 11**). Cette cartographie est bien plus précise que celle de la surface ancienne car ici nous avons accès à tous les affluents de manière détaillée ce qui rend la surface du "base-level" très "bruitée" et difficilement corrélable avec le paléo "base-level". En effet, l'ancienne surface est lissée par le temps et ne conserve actuellement que ses grands traits. C'est pourquoi nous avons choisi de représenter la surface de "base-level" actuelle en se contentant d'utiliser le niveau du Chassezac et de son affluent principal. Nous obtenons ainsi un profil concave ressemblant à un profil d'équilibre de rivière. Les points des profils transversaux (NE-SW) sont aussi reportés et permettent dans ce cas de mieux contraindre le tracé.

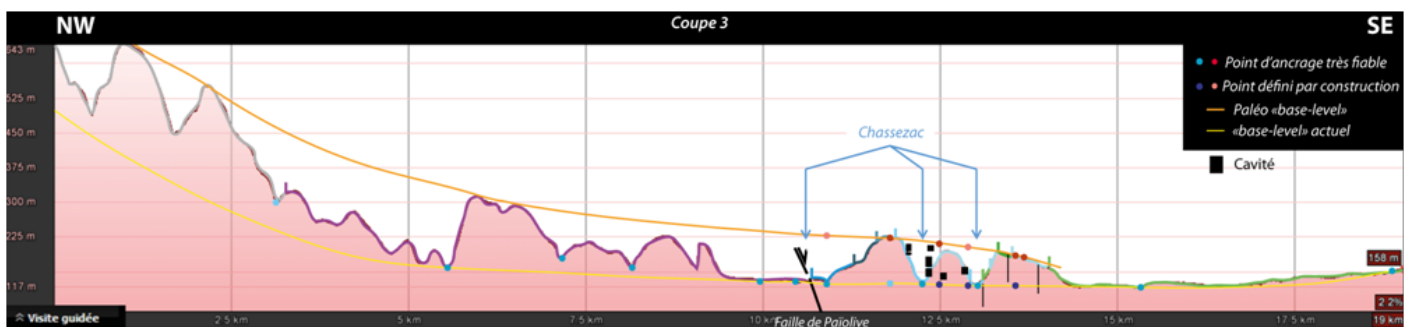


Fig. 11 : Coupe 3 : Tracé du base-level actuel grâce aux points de passage du Chassezac

b. Profils NE-SW : profils transversaux

Les profils NE-SW sont transversaux aux profils NW-SE et permettent de comparer plus facilement les relations d'altitudes entre les profils longitudinaux. Ainsi, il sera plus facile d'avoir une vision 3D de la paléosurface. Sur ces coupes, le profil d'équilibre n'est pas visible avec la même "silhouette" que sur les profils longitudinaux (**Fig. 12**), mais des surfaces planes sont quand même visibles. Le tracé de la paléosurface est contraint par le report des points positionnés sur les premiers profils (ronds de couleurs sur les profils). Une fois que ces points sont replacés, la lithologie entre en jeu de la même manière que précédemment.

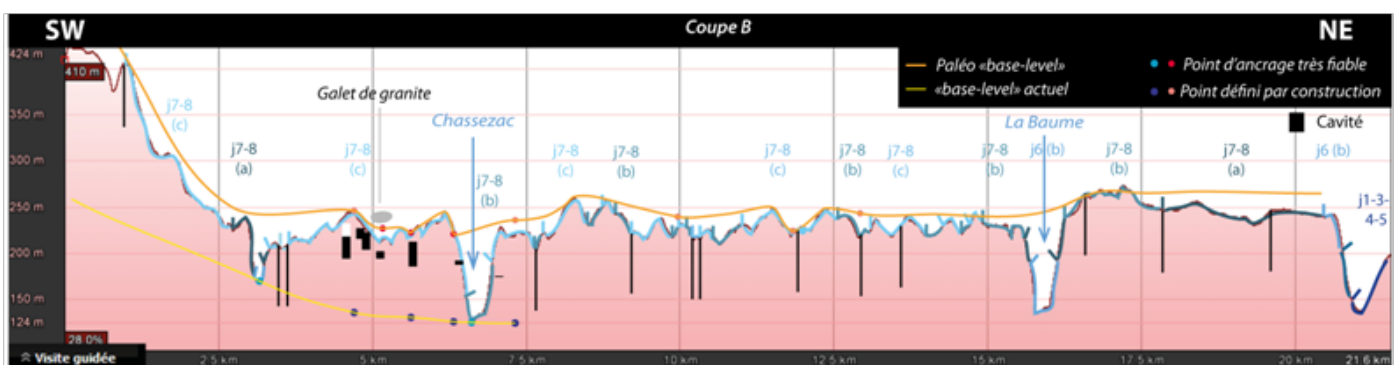


Fig. 12: Coupe B : Tracé de la paléosurface du « base-level » à l'aide du report des points d'ancrages des coupes NW-SE

Ainsi on remarque que la paléosurface forme des vallées et des interfluves indiquant une formation liée à un processus fluvial. Cette surface est donc le vestige d'un ancien réseau de drainage. Les vallées de la paléosurface coïncident avec la position actuelle du Chassezac. En replaçant géographiquement l'emplacement des blocs de granites, trouvés sur le terrain, sur les profils

transversaux, on constate que ceux-ci se positionnent dans les vallées de la paléosurface. Ceci nous permet de confirmer la présence d'une rivière de surface, "paléo-Chassezac", qui drainait un bassin versant allant du granite du Finiels, vers potentiellement une paléo-Ardèche, en transportant des alluvions provenant des massifs cristallins des Cévennes. Cependant cette surface est inclinée vers le sud-ouest notamment au niveau des profils les plus au sud-est (**Fig. 14**).

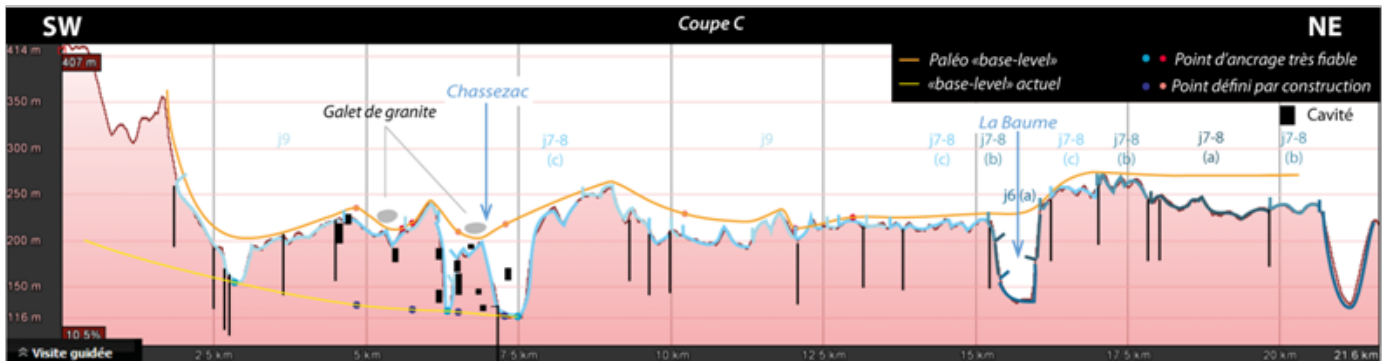


Fig. 13: Coupe C : localisation des blocs de granites trouvés sur le terrain dans les vallées de la paléosurface du base-level.



Fig. 14 : Coupe D : paléosurface du « base-level » inclinée vers le SW.

Le "base-level" actuel est tracé avec la même méthode. Cependant, nous ne le traçons que jusqu'à l'intersection avec la coupe 4. De fait, sur les coupes suivantes (5 à 7), nous n'avons qu'un seul point de repère pour le passage du Chassezac ce qui n'est pas suffisant pour tracer une courbe convenable. De plus, ces coupes sont peut-être plus influencées par la rivière de La Baume ce qui rend le tracé de la surface plus complexe.

Globalement on observe que la paléosurface est incisée par les rivières actuelles du Chassezac et de la Baume. Le paléo "base-level" était donc situé plus en altitude qu'actuellement. Au cours de l'intervalle de temps séparant ces deux surfaces la zone a subi un abaissement du niveau de base. C'est donc potentiellement cette baisse du "base-level" qui a conduit à la formation du karst que nous étudions. Pour l'instant les résultats n'indiquent aucun témoignage d'une potentielle baisse du "base-level" sous le niveau actuel. Ceci ne laisse pas présager la présence d'une karstification profonde dans cette zone.

3. Karstologie

Une des manières les plus visuelles d'observer l'étendue verticale d'une zone karstique est d'utiliser les données recueillies par les spéléologues (Chabaud et Lhomme, 2016). Toujours dans l'idée d'avoir une vision complète de l'emprise de ce karst nous avons agrémenté les précédents profils avec les cavités connues. 32 cavités ont ainsi été reportées en tenant compte de leur emplacement géographique, de l'altitude de leur point d'entrée et de leur extension verticale. Bien entendu toutes les cavités ne passent pas exactement sur le trajet des coupes, c'est pourquoi certaines sont projetées sur la coupe la plus proche sans avoir de relation directe avec la topographie de celle-ci. L'ensemble des objets projetés se situent surtout aux alentours du Chassezac, dans la zone quadrillée par les deux types de profils. Nous n'avons pas de données au nord-ouest de la zone d'étude.

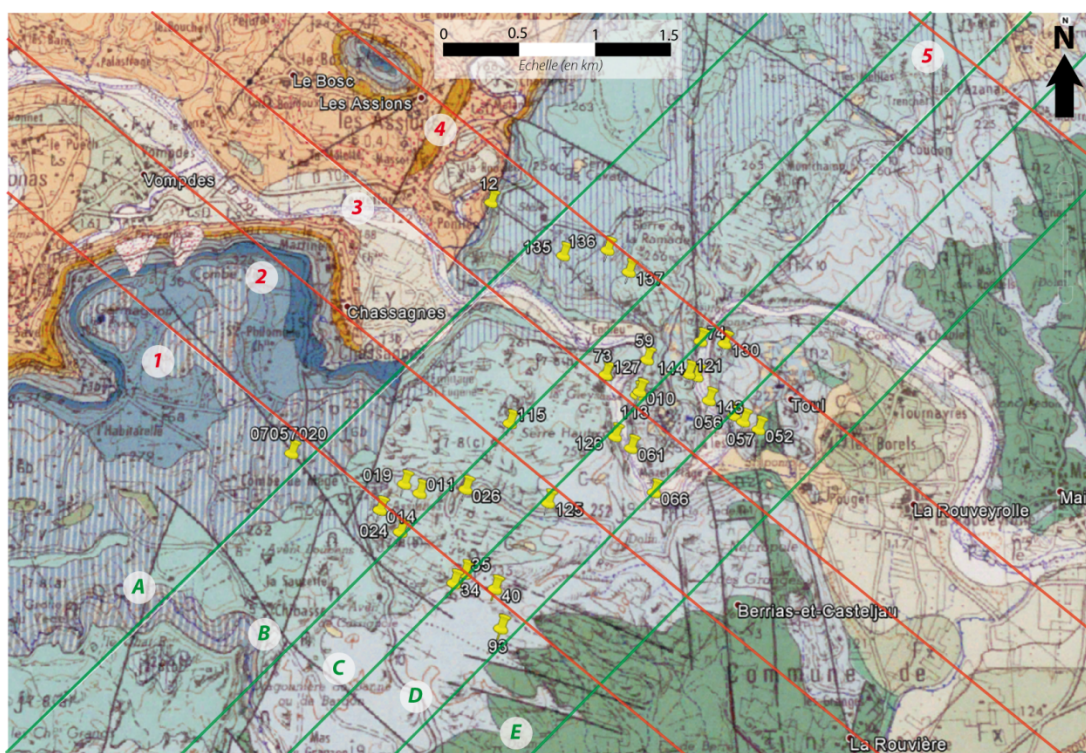


Fig. 15 : Localisation des cavités reportées sur les profils

Cette manipulation permet de mettre en évidence que, parmi les données à disposition, il n'existe pas de cavités souterraines sous le niveau actuel du Chassezac (Figs. 10, 11, 12, 13, 14, 17 et 18). Toutes les cavités se trouvent toujours entre les deux surfaces étudiées. Cette karstification est donc ancienne et se met en place après la paléosurface. Ces observations convergent aussi vers la même idée d'inexistence de trace de karstification profonde.

III. Résultats et discussion

Cette étude conduit à se poser la question de l'âge de cette paléosurface de "base-level". Plusieurs indices nous permettent de donner une datation approximative. Tout d'abord, le Chassezac traverse le bloc basculé de la montagne de la Serre à un endroit topographiquement bas. Cependant, on remarque clairement que le profil d'équilibre du paléo Chassezac est bloqué par le bloc basculé (**Fig. 16**). Induisant que celui ci était déjà présent, formant un relief obligeant le paléo-Chassezac à détourner son cours.

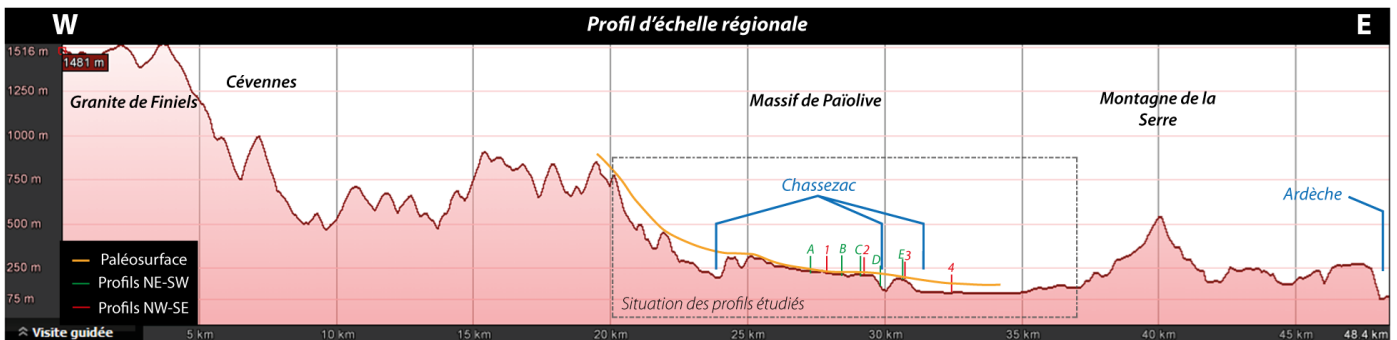


Fig. 16 : Profil E-W d'échelle régionale, la surface du paléo base-level est bloquée par la montagne de la Serre.

De plus, le Chassezac, étant un affluent de l'Ardèche et donc du Rhône, fait partie du bassin versant de la Mer Méditerranée. Or, la Mer Méditerranée apparaît lors de l'ouverture du Golfe du Lion à l'Oligocène (Séranne, 1999). Avant cette période la chaîne pyrénéo-provençale se dressait au sud-est de la zone d'étude, le paléo-Chassezac n'avait donc aucune raison de s'écouler dans cette direction. Ces deux arguments permettent de déterminer que la paléosurface s'est mise en place suite à l'ouverture du Golfe du Lion, soit à partir de l'Oligocène. La limite supérieure de l'âge de cette paléosurface est dépendante de la période de baisse du niveau de base qui a conduit à son incision. D'après l'histoire régionale il existe deux possibilités pour la chute du niveau de base : la crise de salinité de la Mer Méditerranée au Messinien ou l'épisode de surrection du Miocène supérieur (Serravalien-Tortonien) (Séranne, *et al.*, 2002). La paléosurface s'est donc formée entre l'Oligocène et le Miocène supérieur ou terminal.

Il existe des arguments pouvant nous aider à dater l'incision de la paléosurface et donc la karstification. Si l'on reprend la coupe transversale la plus au nord-ouest de la zone d'étude (**Fig. 17**) on remarque que la paléosurface du "base-level" est globalement parallèle au niveau d'équilibre du Chassezac actuel. Elle semble être peu basculée voir quasiment horizontale. La Baume est incisée mais les gorges sont assez larges.

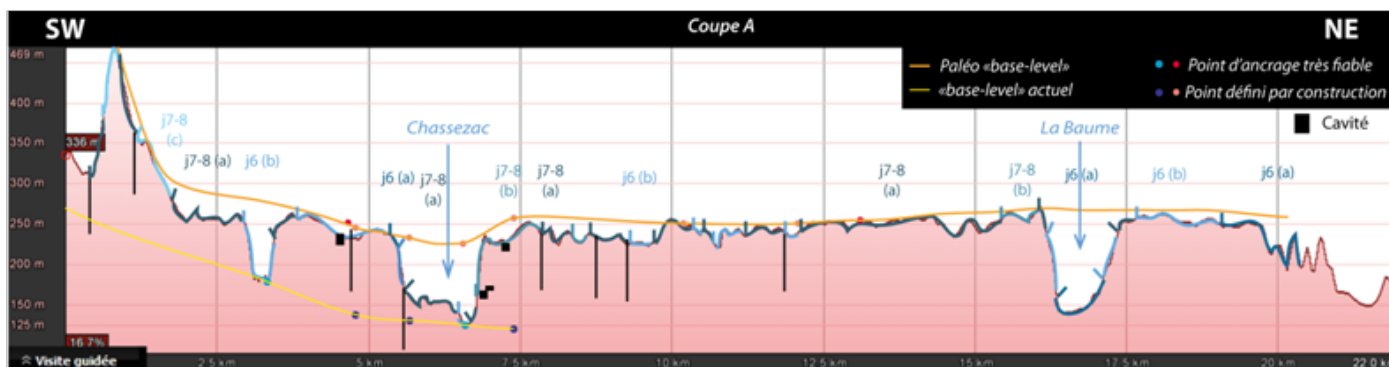


Fig. 17 : Coupe A : la paléosurface du base-level est parallèle au base-level actuel.

Sur la coupe la plus au sud-est de la zone d'étude on observe clairement un basculement de la paléosurface vers le sud-ouest (**Fig. 18**). Le profil d'équilibre du Chassezac actuel reste cependant similaire à celui retrouvé sur la coupe A. Il indique un sens d'écoulement des rivières vers un exutoire situé à l'est, l'Ardèche. La Baume est ici aussi incisée mais présente des gorges beaucoup plus étroites et profondes. L'incision semble être plus importante ici. Ceci induit que l'abaissement du niveau de base induisant l'incision n'est pas homogène sur l'ensemble de la zone d'étude.



Fig. 18: Coupe E : la paléosurface du base-level est inclinée vers le sud-ouest contrairement à la surface actuelle qui continue d'indiquer un écoulement vers l'est.

Si la paléosurface est inclinée vers le sud-ouest du fait de l'héritage structural de la région, alors on peut s'attendre à trouver un exutoire dans cette direction. Or, les rivières actuelles ont conservé le cours de leurs "ancêtres". En effet, il semble impossible de former un méandre dans un terrain calcaire sans acquérir ce caractère des précédentes rivières s'écoulant sur des terrains non soumis à la karstification. De plus, il n'existe aucune trace évidente de la présence d'un exutoire au sud-ouest. Nous pouvons donc penser que ces paléorivières s'écoulaient vers l'Ardèche. Ce qui devient possible si on débascule la paléosurface en aplanissant le bombement au NE.

Ces arguments conduisent à penser que la paléosurface du niveau de base était initialement globalement similaire à la morphologie du profil d'équilibre actuel comme le montre la coupe A. Puis, suite à un évènement tectonique, le nord-est de la zone s'est bombée formant un relief de faible amplitude obligeant la "paléo Baume", qui s'écoulait là, à s'inciser dans des gorges. Ce mouvement différentiel permet de faire basculer la paléo surface vers le sud-ouest comme nous l'observons aujourd'hui sur la coupe E.

Ainsi, l'incision du karst de Païolive pourrait plutôt être reliée à la surrection Miocène supérieur qu'à la crise de salinité Messinienne.

IV. Conclusion

Cette approche pluridisciplinaire permet une vision complète de la géologie du massif carbonaté de Païolive. En effet, nous avons pu montrer que le massif karstique est influencé par les structures tectoniques issues de la géodynamique régionale notamment l'ouverture de la Téthys au Rhétien et l'ouverture du Golfe du Lion à l'Oligocène. Ces événements font que le Jurassique supérieur et le Néocomien sont légèrement pentés vers le SE rendant la possibilité d'un exutoire profond dans cette direction plutôt compliqué.

On met en évidence une paléosurface d'origine fluviale montrant un réseau de drainage fossile caractérisé par un amont situé au niveau du granite du Finiels dans le socle Paléozoïque et se poursuivant vers le sud-est. L'âge de cette paléosurface est mal contraint mais est obligatoirement postérieur à la mise en place du bloc basculé formant la montagne de la Serre, ce qui correspond au rifting oligocène. Ceci est d'autant plus vrai que les profils amont-aval sont orientés vers le bassin versant Méditerranéen n'existant qu'à partir du Miocène inférieur. Cette paléosurface est par la suite incisée lors d'un abaissement du niveau de base qui conduit à la formation des canyons du Chassezac, de la Baume et de leurs affluents, l'abandon des alluvions, aujourd'hui préservées à l'état de sédiments résiduels, et à l'approfondissement des réseaux karstiques dans les massifs calcaires alors exposés. Il n'existe pas, parmi les données à notre disposition, de trace de cavités profondes (sous le niveau actuel du Chassezac) dans ce massif carbonaté. Il n'y a donc pas d'évidence que les réseaux karstiques se soient un jour enfoncés sous le niveau actuel d'équilibre des rivières. L'extension verticale du karst de Païolive semble donc assez limitée verticalement, avec les mêmes conséquences sur l'aquifère.

L'origine de l'abaissement du niveau de base conduisant à l'incision des cours d'eau et à la karstification est encore discutée. Cependant l'hypothèse de surrection au Miocène supérieur semblable à celle documentée dans le Languedoc voisin est plus envisageable qu'une origine Messinienne. Ainsi le karst de Païolive se serait formé suite à la formation d'une paléosurface de "base-level" d'origine fluviale à l'Oligocène (**Fig. 19A**). Celle-ci est ensuite incisée à la suite d'un abaissement de ce même niveau du fait de la surrection de l'aval pendant le Miocène supérieur (**Fig.19B**). La crise de salinité ne semble pas avoir affecté de manière majeure l'incision de cette région.

A la suite de cette étude. La présence d'un réservoir karstique profond ne semble pas envisageable. La karstification étant peu étendue verticalement il en résulte la même conclusion pour l'aquifère. Ainsi cette zone ne paraît pas être adéquate à la mise en place d'un nouveau captage.

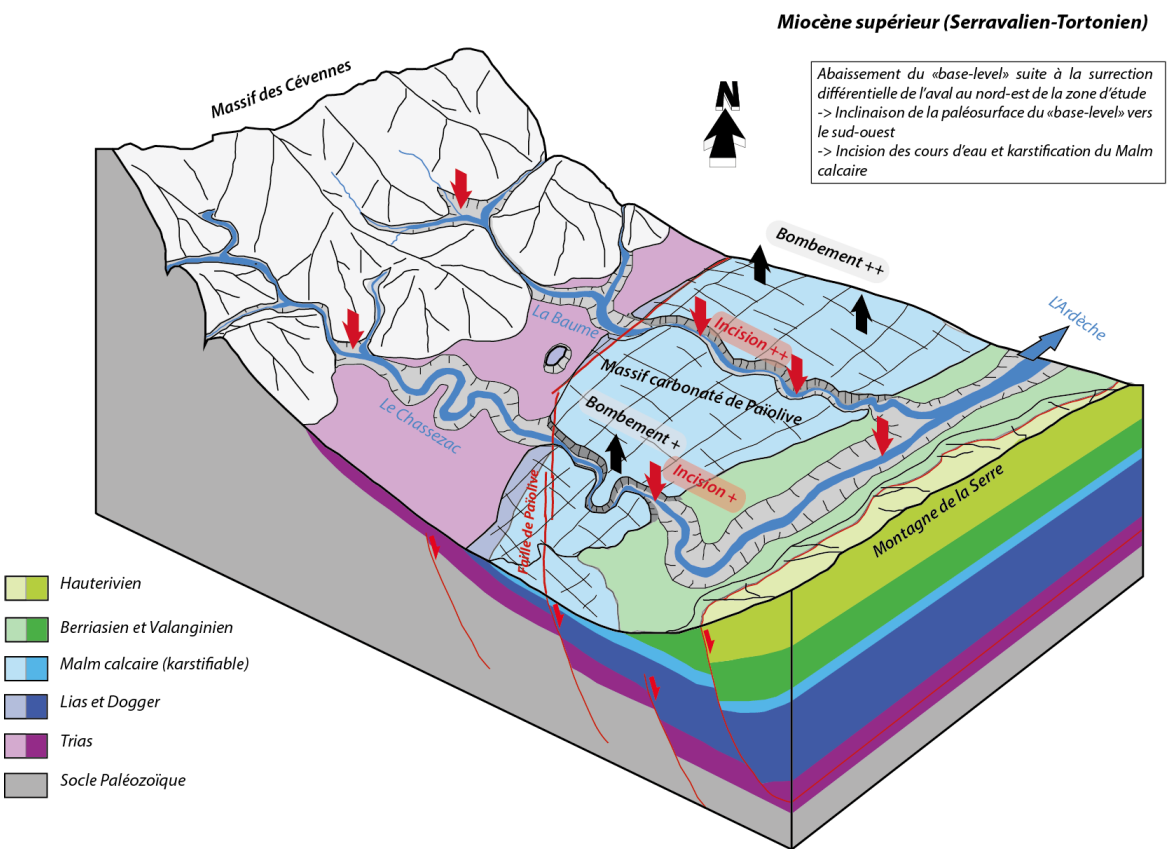
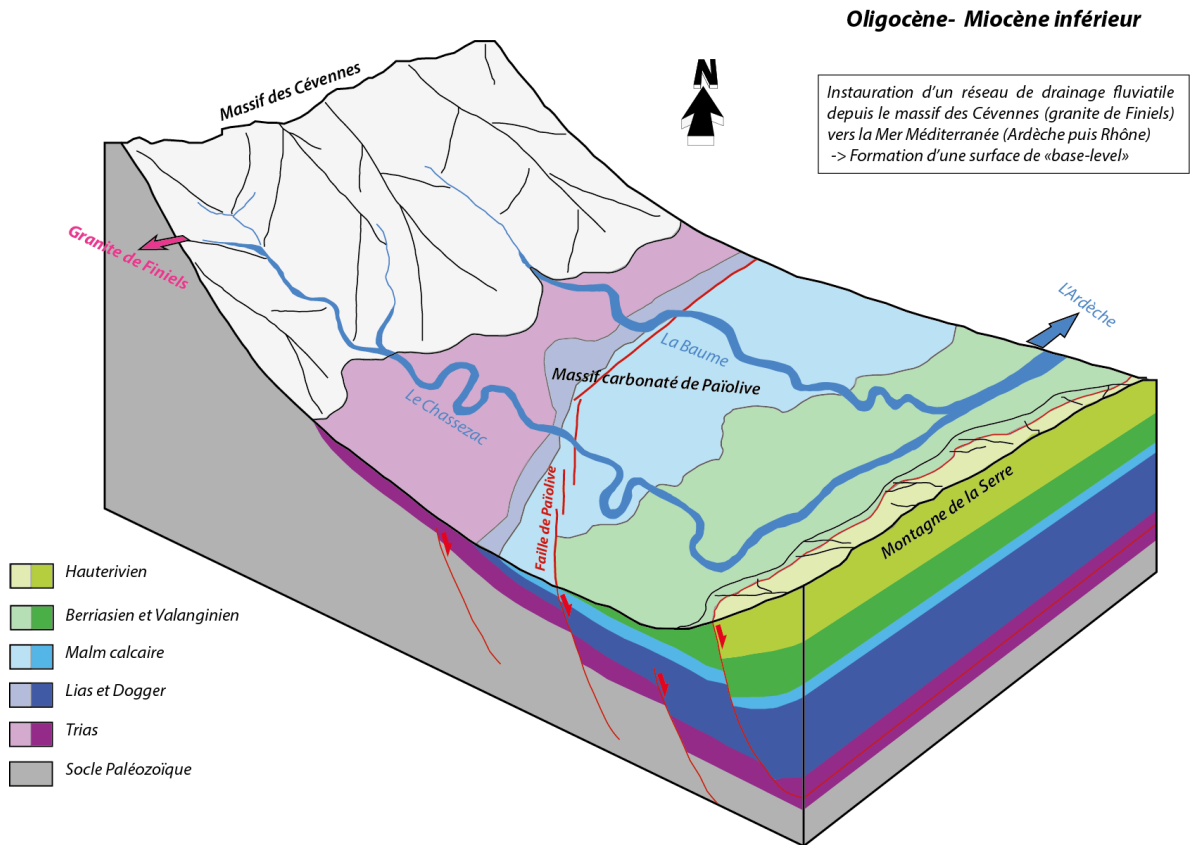


Fig. 19 : Bloc 3D évolutif expliquant la formation du karst de Païolive. A. Mise en place de la surface du « base-level » par des processus fluviaux drainant le massif des Cévennes. B. Incision de cette surface suite à l'abaissement du « base-level » potentiellement au Miocène supérieur.

Bibliographie

- BERGER, G., ELMI, S., BROUDER, P., GRAS, H., ARÈNE, J., BIGOT, M., FRERE, I., SPY-ANDERSON, F.L., ALABOUVETTE, B., BRIERE, M., DEBRAND-PASSARD, S., BOLTENHAGEN, C., TERNET, Y., MENILLET, F., 1988, Carte géologique France (1/50000), feuille BESSEGES (888), Orléans: Bureau de recherches géologiques et minières
- CHABAUD, M., LHOMME, M., 2016, Païolive souterrain, Cahiers de Païolive n°2
- ELMI, S., BROUDER, P., BERGER, G., GRAS, H., BUSNARDO, R., BÉRARD, P., VAUTRELLE, C., 1989, Notice explicative, Carte géologique France (1/50000), feuille BESSEGES (888), Orléans: Bureau de recherches géologiques et minières, 115 p.
- 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, *Tectonophysics* 322, 219-242.
- SERANNE, M., CAMUS, H., LUCAZEAU, F., BARBARAND, J., QUINIF, Y., 2002, Surrection et érosion polyphasées de la bordure cévenole. Un exemple de morphogénèse lente, *Bulletin de la Société géologique de France*, DOI : 10.21/3/173.2.97
- SERANNE, M., 1999, The Gulf of Lion continental margin (NW Mediterranean) revisited by IBS: An overview. In: DURAND, B., JOLIVET, L., HoRvATN, E & SERANNE, M. (eds) *The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen*. Geological Society, London, Special Publications, 156, 15-36.