

Le massif de la Sainte-Baume : une clef tectonique pour l'histoire géologique de la Provence

Le massif de la Sainte-Baume est un objet rare, devenu un repère de la géologie provençale dès le XIXe siècle. Inclus avec ses voisins au sein du nouveau Parc Naturel Régional qui porte son nom (Fig. 2), c'est un élément du patrimoine géologique mondial notamment comme modèle, grâce aux déformations (failles, plis, chevauchements) que l'érosion a révélées. Bien que périodiquement étudiées, sa géométrie souterraine et la dynamique de sa genèse sont encore discutées. Cet article tente de vous présenter l'évolution des concepts qui ont émergé de son étude et des conséquences qui en découlent pour la répartition des ressources minérales et surtout hydrogéologiques qu'il recèle.

En matière de géologie, la tectonique a été un phénomène appréhendé et formulé dès 1669 lorsque le savant Niels STENSEN (Nicolas STÉNON) (1) constata sur un flanc de vallon une discordance (un angle) entre deux lots de couches parallèles de sédiments (dépôt en milieu aquatique de débris minéraux ou organiques) : celui du haut, subhorizontal et récent, repose sur celui du bas, incliné et plus vieux. Il en déduisit que cette inclinaison était causée par la « déformation et l'érosion » d'un dépôt rocheux, recouvert ensuite par un nouveau dépôt aquatique. Ces principes de la stratigraphie et de la tectonique sont deux des principaux fondements de la géologie.

Retenons comme pionniers dans la recherche des causes des plis de la terre, l'écosais James HUTTON en 1795 dans sa « Théorie de la terre », puis James HALL en 1815 qui proposa la première modélisation d'un plissement par compression latérale d'une pile de morceaux de tissu.

En 1878, le suisse Alphonse FAVRE perfectionna ce modèle tectonique en utilisant des couches empilées d'argile humidifiée (Fig. 1) ce qui fit apparaître non seulement des plis mais des fractures associées.

Simultanément, d'autres géologues comme Eduard SUESS en 1877, passèrent du modèle ponctuel à l'analyse des chaînes de montagnes. Il publia en 1883 un ouvrage « *Das Antlitz der Erde* (La face de la Terre) ». Dès 1884, le géologue Marcel BERTRAND analyse la structure de la chaîne de la Sainte-Baume (2) puis, en 1887, le chevauchement du Beausset (3). Il remarqua que l'étude de SUESS ne prenait pas en compte les chaînons provençaux et languedociens qui reliaient les Pyrénées aux Alpes. Il proposa de considérer ce fuseau plissé comme l'effet « d'un affrontement entre Afrique et Europe », formulant ainsi le futur concept de « tectonique des plaques ». La Sainte-Baume et le charriage dont cette chaîne exprimait la structure venaient d'entrer dans l'histoire des sciences. En 1915, en se fondant sur les fossiles et la forme des rivages

des continents et de leur plateau continental de part et d'autre de l'Atlantique, Alfred WEGENER proposait le concept de « dérive des continents » (4).

L'élan donné par ces recherches du XIXe siècle s'est poursuivi sur l'ensemble de la Provence et en particulier avec la mise à jour des cartes à 1/50 000 de Marseille et Toulon qui englobaient le massif de la Sainte-Baume. Ce sont les travaux de Jean-Paul CARON et Claude TEMPIER (5) et de Gérard GUIEU (6), qui complétèrent et modifièrent les synthèses précédentes grâce à la cartographie détaillée de ce massif. Ils montrèrent que la lente mise en place des chevauchements était associée à une érosion simultanée mais variable selon les lieux et les roches, à des tronçatures affectant les couches renversées sous les masses chevauchantes et à une dysharmonie complexe de certains niveaux triasiques. Celle-ci est liée à la ductilité de leurs niveaux gypseux à la base de la masse calcaire décollée (Jurassique à Crétacé). Sur l'ensemble des chaînons au Nord et au Sud de la Sainte-Baume, les études se sont multipliées de 1967 jusqu'en 1988 (7).

En résumé et du plus ancien au plus récent, le sous-sol provençal se compose : d'un **Socle anté-permien** métamorphique et rigide, d'un **Tégument** permo-triasique inférieur, d'un **Niveau de décollement Φ** , du Trias moyen et supérieur, gypso-argileux en alternance avec des couches calcaires, dolomitiques et basaltiques, d'une **Couverture** jurassique à paléocène principalement calcaire et fragmentée (Fig. 2).

En Sainte-Baume, seul le niveau de décollement et sa couverture sont observables. Depuis le Crétacé, les épisodes tectoniques qui accompagnent les dépôts de la couverture sont liés aux mouvements de la

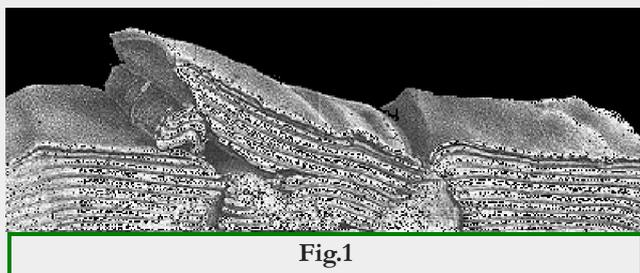


Fig.1

croûte terrestre (lithosphère) au-dessus d'un niveau ductile et mobile du manteau (asthénosphère). Ces mouvements du socle provoquent dans sa couverture des décrochements Nord-Est-Sud-Ouest subhorizontaux et à partir du Crétacé un lent bombement reliant les Pyrénées à la Sardaigne et à la Corse. En Provence, à partir de l'Albien, l'élévation de la couverture et de son socle s'amorce discrètement par des émergences dans le golfe marin plus au Nord. Les bauxites, roches d'altération sous climat chaud et humide, vont jalonner ces îlots. Depuis le secteur actuellement au Nord de Toulon, elles gagneront toute la Provence durant le Crétacé supérieur. Simultanément et très peu denses, les niveaux gypseux du Trias forment des diapirs : intrusions au travers de roches peu indurées sus-jacentes ou le long des fractures de la couverture compacte. Sur la même période, l'érosion sculpte les buttes émergées. Sans poussée latérale, la fragmentation de cette couverture se met en place en 30 millions d'années.

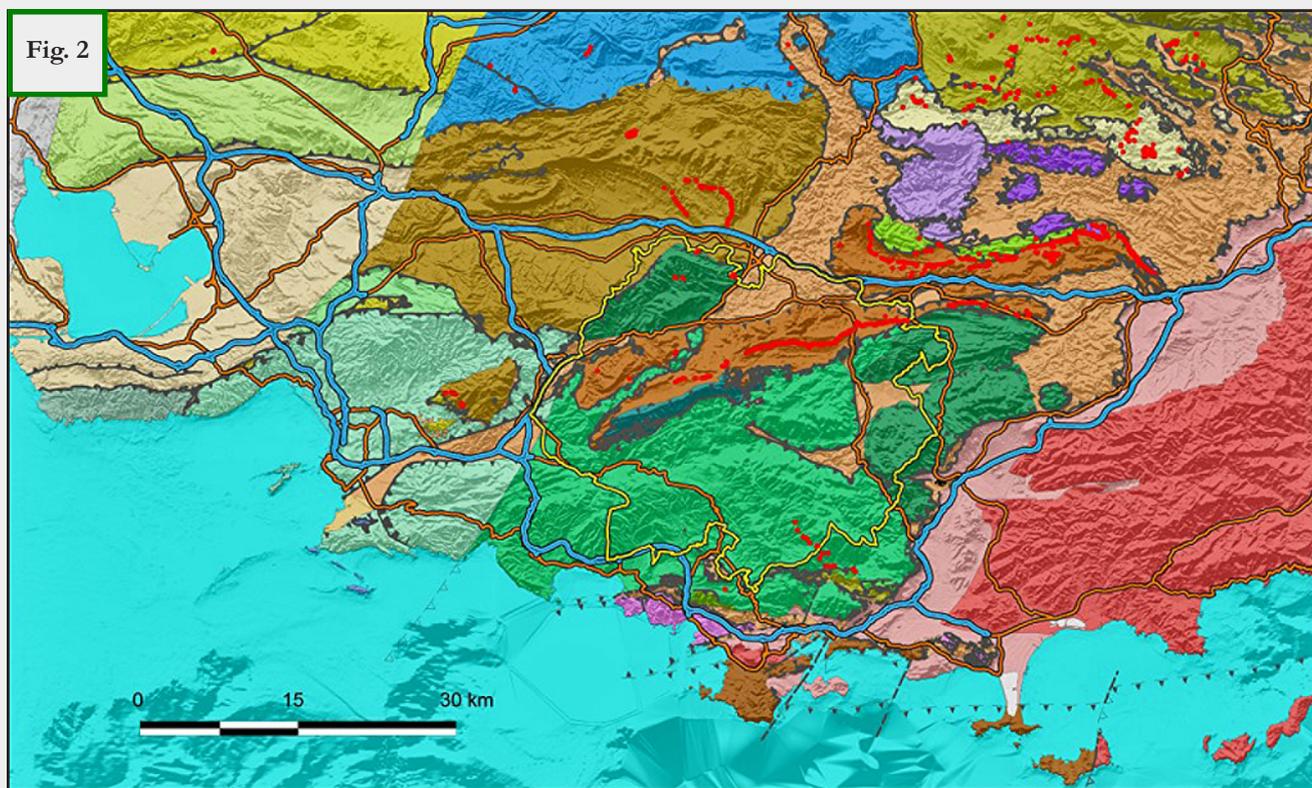
Le rôle du Trias moyen et supérieur qualifié de « **couche savon** » dans la tectonique provençale, est souligné depuis longtemps. Il est le siège de décollements et de glissements. Mais les modalités de ces déformations souvent très complexes, sont loin d'être connues en raison de la variété des roches, de leur **comportement rhéologique** et de leurs caractéristiques stratigraphiques. On distingue actuellement au moins 3 niveaux à évaporites (gypse, anhydrite) associés à des marnes et argiles de faible densité. Ces matériaux instables sont favorables à la mobilité et à une déformation plastique et **ductile**. Ils sont le siège de décollements, glissements et plissements et sont notés depuis le plus ancien : $\phi 1$, $\phi 2$ et $\phi 3$. Ils **alternent** avec 3 niveaux calcaro-dolomitiques dont la déformation est cassante, fragile. C'est le comportement rhéologique de ce système **fragile-ductile** qui, localisé à la base de la couverture sédimentaire provençale, en caractérise les déformations tectoniques de **type halo-cinétique** (adaptées au comportement du gypse), et qui en Provence se traduit par un **découplage** des niveaux ductiles par rapport aux fragiles.

En Sainte-Baume, le contact principal Φ entre la série normale et la série renversée affectée de troncatures qui séparent en plusieurs écaïlles le versant sud de la haute chaîne. Ce contact principal est jalonné d'amas lenticulaires de gypse accompagnés d'écaïlles de Muschelkalk calcaire indifférencié. Un exemple est observable sur le flanc Ouest du ravin du Fauge, oùaffleure un important amas de gypse provenant de l'accumulation et du mélange d'évaporites des 3 niveaux non identifiables.

Le Trias moyen et supérieuraffleure au nord du périmètre du Parc naturel régional, de Rougiers et de Tourves, puis au Sud à Signes, Méounes et Garéoult. Il en est de même à Roquevaire (vallée de l'Huveaune). Ces unités tectoniques montrent des structures caractéristiques de **l'halocinèse** triasique (9-10). De ce fait, l'épaisseur initiale des évaporites est impossible à évaluer, rendant aléatoire toute reconstitution paléogéographique.

Ainsi, les particularités stratigraphiques, lithologiques et la complexité des déformations tectoniques, en l'absence d'affleurements, rendent difficile la localisation précise des évaporites et notamment du gypse. En Provence, la présence de fontis, d'effondrements voire de glissements, représente un **aléa** majeur.

Du Maestrichtien au Bartonien, soit pendant 33 autres millions d'années, le bombement ou chaîne pyrénéo-corsairde s'accroît et provoque sur son versant septentrional le glissement de la couverture. Mais cette glissade est très hétérogène du fait des discontinuités d'épaisseur, de la répartition des îlots gypseux sous-jacents ou diapiriques et de la fracturation préalable. Les compartiments les plus vastes comme le massif de la Sainte-Baume prennent naissance et se plissent, se déversent, se rompent et se chevauchent. Dans d'autres secteurs (Sud de Tourves, Signes, Méounes, Garéoult et vallée de l'Huveaune), les niveaux triasiques émergent de déchirures. Plus au Sud vers le sommet du bombement (des îles de Embiez aux îles d'Hyères) le socle débarrassé de sa couverture s'écaïlle et chevauche vers le Nord (Fig. 2.).



Géologie

- Unités structurales constituées de terrains post-triasiques et déplacés par la tectonique depuis la fin du crétacé
- Base des unités déplacées par la tectonique
- Couche de décollement (savon) triasique
- Tégument permo-triasique
- Socle anté-permien
- Failles

Topographie © BD Topo IGN

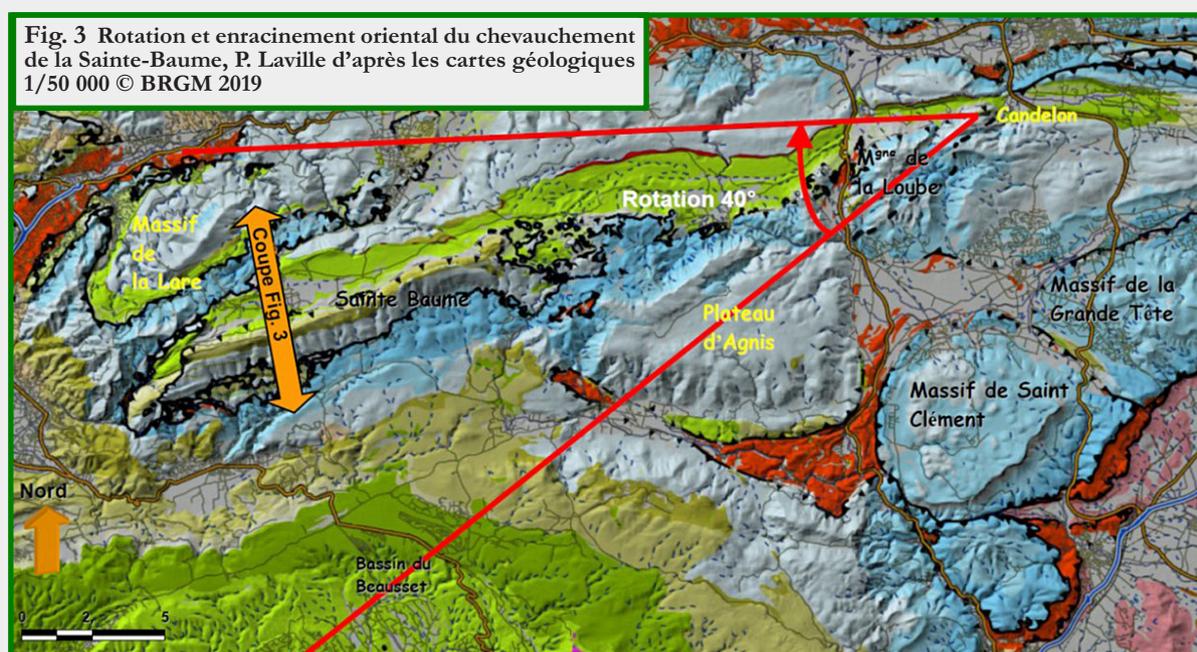
- Limite du Parc Naturel Régional de la Sainte-Baume
- Autoroutes
- Routes principales

Mais après cette phase majeure et dans la partie Nord-Est de la Provence, l'élévation de la chaîne alpine interfère dans l'orientation des structures provençales. Ainsi au Nord de la vallée du Caramy, le sens des chevauchements des fragments de couverture s'inverse vers le Sud-Ouest (Bras, Combecave, Peygros).

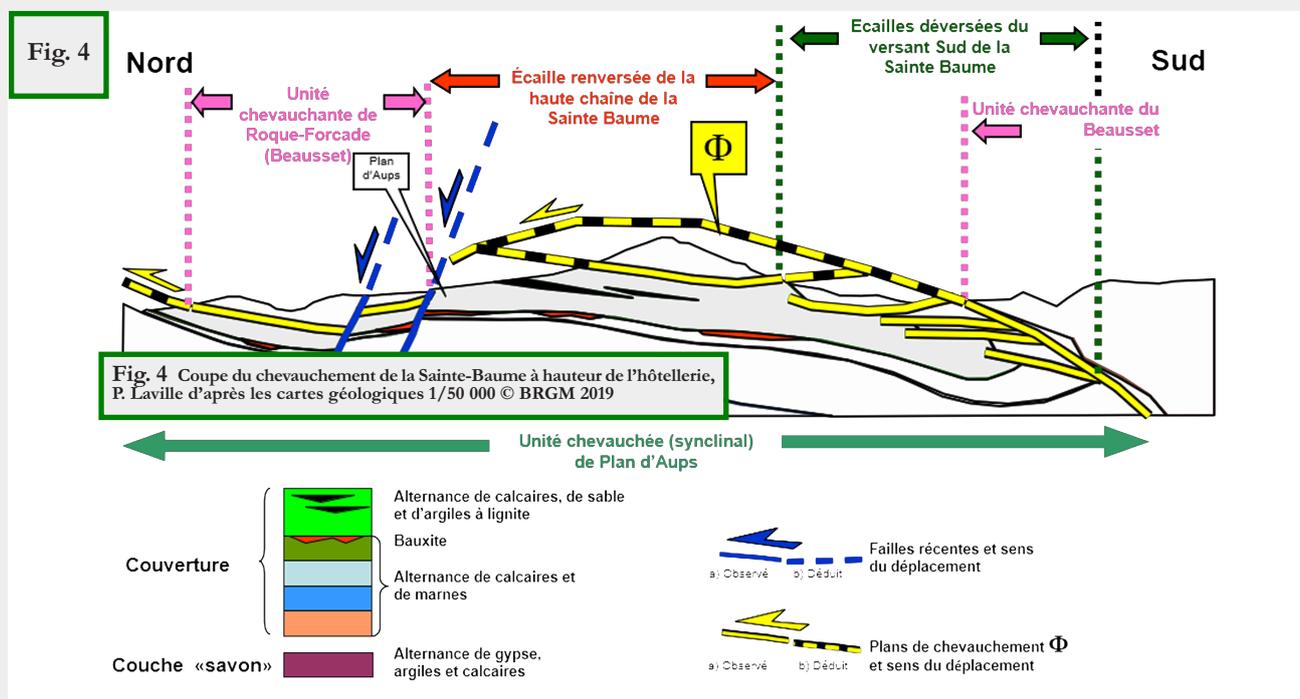
Sur la période 1967-1988, bien d'autres études ont apporté des compléments paléontologiques, stratigraphiques et paléogéographiques, mais sans intégrer la complexité de la fragmentation de la « couverture » jurassique à tertiaire au fur et à mesure de sa translation accompagnée de chevauchements durant 75 millions d'années (de la fin du Crétacé inférieur au Bartonien). C'est à l'occasion de synthèses récentes comme celle sur le Trias (8), que la mobilité (diapirisme) précoce des niveaux triasiques gypseux est envisagée (J.P. CARON) pour expliquer la complexité des structures au sein même du Trias. De la même manière, la recherche d'une extension souterraine des bauxites provençales (11) en intégrant l'enracinement du chevauchement de la Sainte-Baume (12) au Roc Candelon (Fig. 3), montre une rotation d'environ 40° vers le Sud-Est de la masse chevauchante (du Pic de Bertagne au Roc Candelon). En résumé, au sein de la « couverture » jurassico-crétacée et du Nord au Sud, les grandes unités structurales globalement d'axe Est-Ouest sont en réalité constituées de multiples unités dont les trajectoires sont très indépendantes.

Le dispositif décrypté dans le massif de la Sainte-Baume a des équivalents dans les chevauchements au Nord de Toulon (Mont Caume - Ouest) comme dans les massifs de l'Étoile et de la Nerthe.

Postérieurement, d'autres phases tectoniques vont affecter ce premier édifice, mais ce sera par l'effondrement du bombement pyrénéo-corso-sarde puis par l'ouverture du golfe de Gênes. La Méditerranée d'aujourd'hui est créée il y a 15 millions d'années.



Une coupe (Fig.4) du massif de la Sainte-Baume illustre cette complexité.



BIBLIOGRAPHIE

(1) *De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromu*, 1669.

Que l'on peut traduire par : *Prodrome d'une dissertation sur le solide contenu naturellement dans un autre solide.*

(2) BERTRAND Marcel, Coupes de la chaîne de la Sainte-Beaume* (Provence), 1884, Bull. Soc. Géol. Fr., 3^e série, t. XIII, p. 115

[*On a longtemps écrit *Beaume* au lieu de *Baume*, jusqu'à ce que la graphie se stabilise au XX^e Siècle - NDLR]

(3) BERTRAND Marcel, L'îlot triasique du Beausset (Var). Analogie avec le bassin houiller franco-belge et avec les Alpes de Glaris, 1877, *Bulletin de la SGF XV* pp 667-702.

(4) WEGENER Alfred, « Die Entstehung der Kontinente » [La formation des continents], *Geologische Rundschau, Zeitschrift für allgemeine Geologie*, dritter Band, 1912, p. 276-292.

(5) CARON Jean-Paul, TEMPIER Claude, Nouvelles observations stratigraphiques et tectoniques sur le versant méridional de la Sainte-Baume, 1967, Bull. Serv. Cart. Géol. Fr. n°279, t. LXI, pp 409-417, 1 pl.

(6) GUIEU Gérard, Etude tectonique de la région de Marseille, 1968, Thèse, 604p,

(7) GUIEU Gérard, ROUSSEL Jacques, Le bassin liguro-provençal (Méditerranée nord-occidentale) et ses relations avec les plissements provençaux et languedociens, *Géologie méditerranéenne*, 1988, 15, 2, pp. 123-141.

(8) DURAND Marc, CARON Jean-Paul et HAGDORN Hans, (2011) – Pan European correlation of the Triassic. 8th International Field-Workshop. Triassic of southeast France (Provence : Var- Alpes maritimes)

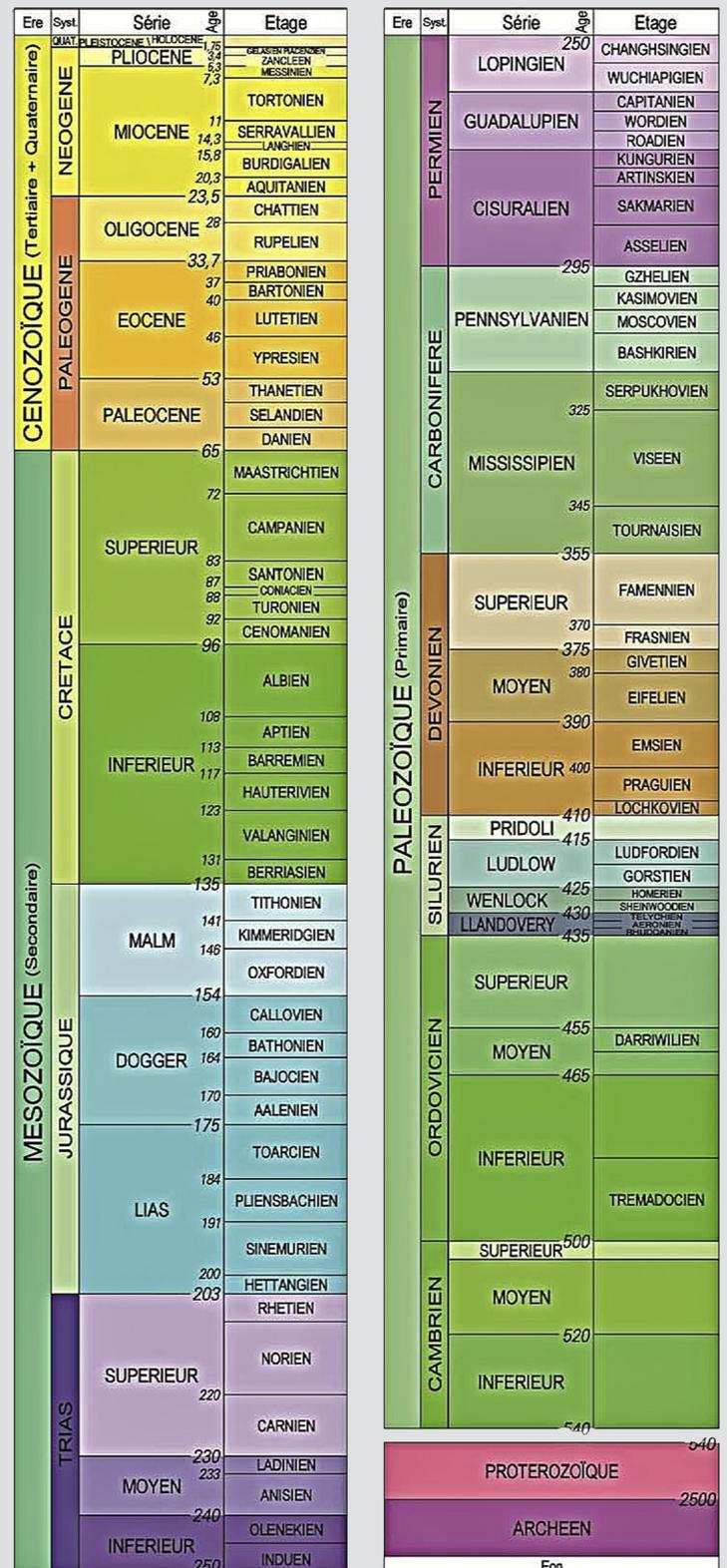
(9) CARON Jean-Paul et al. (1973) – Feuille Cuers 1^{ère} édition. Carte géologique détaillée de la France à 1/50 000^{ème}

(10) CARON Jean-Paul et al. (1979) – Feuille Brignoles 1^{ère} édition. Carte géologique détaillée de la France à 1/50 000^{ème}

(11) LAVILLE Pierre, La formation bauxitique provençale (France), *Chronique de la Recherche Minière* n° 461, pp 51-68.

(12) THIELE Ricardo, La terminaison orientale du chevauchement sud-provençal de la Sainte-Baume à la Loube et au Candelon, 1976, Bull. Soc. Géol. Fr. t. XVIII, 1, pp 179-190.

Echelle des temps géologiques



Pierre LAVILLE et Jean-Paul CARON*

*Contributeur principal sur le Trias (novembre 2019).

Collaborateurs de la 3^e édition de la feuille Marseille-Aubagne à 1/50 000^{ème}

Auteurs de la Notice explicative de la carte géologique, BRGM, 2019

Un bref glossaire des termes les plus techniques de cet article est disponible sur le site de Découverte Sainte-Baume écomusée territoire à l'URL suivante à recopier dans la barre d'adresse du navigateur :

[ecomusee-sainte-baume.asso.fr/association/journal/Glossaire des principaux termes techniques rencontrés.pdf](http://ecomusee-sainte-baume.asso.fr/association/journal/Glossaire%20des%20principaux%20termes%20techniques%20rencontrés.pdf)