

# Petite histoire des grottes du Plan d'Aups

par Jean-Jacques Salone

## INTRODUCTION

Le massif de la Sainte-Baume est une petite montagne calcaire<sup>(1)</sup> bien connue des randonneurs de Basse-Provence. Elle l'est également par les spéléologues et les géologues qui scrutent ses cavernes et ses roches à la recherche de son histoire. Les grottes sur le massif de la Sainte-Baume sont fort nombreuses. La plus fameuse de toutes est bien évidemment celle de Sainte Marie-Madeleine, perchée sur la falaise supérieure. Mais bien d'autres grottes sont connues, certaines depuis la nuit des temps, comme les abris néandertaliens ou les grottes-bergeries néolithiques, d'autres sont découvertes encore aujourd'hui. Toutes font partie d'une histoire géologique commune, et en constituent des témoins précieux.

C'est le flanc nord de cette chaîne montagneuse qui raconte le mieux la genèse

## L'Isthme durancien et la bauxite

Au Crétacé, le massif naissant de la Sainte-Baume est relié au Massif Central par un isthme. Ce bras de terre s'étalait grosso modo à l'emplacement actuel de la Durance. La preuve essentielle de cet événement est inscrite comme bien souvent dans les roches. Si on regarde les calcaires riches en fossiles du Crétacé, on constate sur le Plan d'Aups qu'il en manque une partie. L'échelle stratigraphique<sup>(4)</sup> est dite "réduite" et présente ce qu'on appelle une "lacune stratigraphique" au Crétacé inférieur, aux périodes géologiques allant du Valanginien au Turonien. On s'en aperçoit certes par comparaison avec des séries stratigraphiques complètes, comme celle de la falaise supérieure, mais aussi parce qu'à la place du calcaire il y a une roche rouge, la bauxite. Or la bauxite est une roche sédimentée<sup>(5)</sup> par les vents

sur un sol hors de l'eau. Elle vient de ce massif pyrénéo-corso-sarde, plus au sud, qui est peu à peu érodé par les agents climatiques. Tout comme les ocres, mais qui sont eux plus légers, elle a recouvert la quasi totalité du rivage qu'étaient donc alors la Sainte-Baume et la Provence tout entière. Dans de nombreuses cavités souterraines, elle apparaît intercalée entre les calcaires à rudistes du Turonien supérieur et les calcaires plus marneux à brachiopodes et échinides du Valanginien. Les coupes verticales, en particulier dans l'aven de l'Eau Rélie, illustrent parfaitement le processus de sédimentation éolien de la bauxite, car on peut y voir clairement la surface accidentée du sol valanginien qui a subi le comblement.

## La grande salle de la rivière souterraine de Castelette

Dans la grotte de Castelette, qui est la partie souterraine du fleuve côtier marseillais, l'Huveaune, la bauxite a joué un rôle remarquable : la formation de la grande salle.

En effet, juste sous l'hôtellerie, la rivière souterraine traverse une salle de plusieurs centaines de mètres carrés. Cette salle doit son existence à la conjonction de trois facteurs essentiellement :

- 1) la présence de la lacune stratigraphique soulignée par la bauxite, avec au-dessus des calcaires valanginiens très peu puissants et lenticulaires,
- 2) sous la lacune, les calcaires dolo-mitiques<sup>(6)</sup> du portlandien sont plus facilement corrodables,
- 3) une faille quasiment verticale, orientée est-ouest tout comme le massif dans son ensemble, et qui a servi de drain préférentiel pour les eaux.

Mais la grotte de Castelette n'est pas grandiose uniquement par sa grande salle, elle l'est aussi pour ses magnifiques galeries aux noms parfois évocateurs comme la "galerie du métro".

de la Sainte-Baume. En effet le plateau en gouttière du Plan d'Aups est non seulement une structure primitive du massif, mais en plus il est remanié par les eaux dès sa naissance à la fin de l'ère secondaire. Son histoire est celle de la Sainte-Baume toute entière, voire parfois celle de la mer Méditerranée. Ses grottes, ou en terme scientifique son karst<sup>(2)</sup>, est un réseau complexe de galeries souterraines jalonnées de puits, de salles et de lacs, qui n'a cessé de se modifier tout au long des âges.

C'est cette genèse croisée de la Sainte-Baume et de son karst qui fait l'objet de cet article.

## L'ÈRE SECONDAIRE

L'histoire de la Sainte-Baume commence à proprement parler à la fin de l'ère secondaire.

Au début, au Jurassique, la Sainte-Baume n'existait pas. Ni même la Méditerranée. Une chaîne montagneuse, le massif pyrénéo-corso-sarde, s'étendait alors d'ouest en est de l'Espagne à l'Albanie. La Provence n'était que le rivage nord de ce massif, avec plus au nord le bras d'une mer immense, Téthys, qui s'étalait par dessus les Alpes jusqu'aux confins de l'Asie. C'était il y a

quelque 200 millions d'années.

Quelques dizaines de millions d'années plus tard, au Crétacé, la Sainte-Baume commence à naître. Très modeste encore, elle est reliée par un isthme<sup>(3)</sup> au Massif Central.

Ces roches calcaires de l'ère secondaire sont traversées par des grottes aux volumes souvent remarquables, comme la grande salle de Castelette. Ces volumes intriguent très vite pour peu qu'on essaie de savoir comment ils ont été creusés, surtout si on se place à l'époque actuelle où le climat local est loin d'offrir suffisamment de pluies pour creuser de telles cavités. Mais ce n'est pas non plus en ces temps reculés de l'ère secondaire qu'ils ont vu le jour. La preuve immédiate est que les cavités souterraines se développent dans tous les âges du secondaire, et donc sont forcément apparues après. Passons donc à l'ère tertiaire.

## L'ÈRE TERTIAIRE

### 1) ÉMERSION DE LA SAINTE-BAUME

L'ère tertiaire débute il y a 65 millions d'années. La transition avec l'ère précédente est définie par l'extinction massive des espèces vivantes qui a eu lieu à cette

époque, vraisemblablement sous l'action conjointe d'un impact météoritique de grande puissance au Mexique et une recrudescence du volcanisme en Asie.

La Sainte-Baume elle-même s'est formée principalement à cette époque, émergeant encore un peu plus de la mer, presque en même temps que les Pyrénées. L'hypothèse la plus complète a été proposée dans les années 1980 par le géologue Gérard Guieu, de l'Université de Provence. Selon lui, le massif pyrénéo-corso-sarde, qui était donc à l'emplacement actuel de la Méditerranée, était tellement érodé qu'au niveau du golfe du Lion son altitude était sous le niveau de la mer (pénéplanation). C'est ce qui se passe aujourd'hui dans la vallée de la Mort aux Etats-Unis. Or les montagnes, c'est un peu comme les icebergs, il y en a plus dessous que dessus. La différence de taille est essentiellement que la montagne fait partie intégrante d'une plaque tectonique, alors que l'iceberg flotte. Et donc une montagne s'use sans subir la poussée d'Archimède qui la ferait remonter doucement. Au contraire, ses élévations sont chaotiques et sont parfois déclenchées par l'arrachement d'une partie de la roche par le magma sous-jacent. Le massif se mettrait alors à gonfler localement, un peu comme un soufflet. C'est l'hypothèse principale de G. Guieu. Un bombement de la croûte terrestre se serait donc produit au niveau du golfe du Lion (le BCLP : bombement crustal liguro-provençal).

Ce bombement aurait été tel qu'il aurait sorti de la mer les calcaires qui s'y étaient déposés. Ces énormes masses de roches auraient alors glissé par gravité, se chevauchant au nord (actuelle Provence et Languedoc), et s'emboutissant au sud (Corse et Sardaigne). C'est ainsi que la chaîne de la Sainte-Baume aurait vu le jour.

Plus généralement, ce phénomène de glissement massif de roches calcaires s'étend à tout le golfe du Lion et constitue une grande nappe de recouvrement.

Au niveau du sous-sol, les calcaires allochtones<sup>(7)</sup> (c'est à dire ceux déplacés par gravité) sont peu karstifiés, les cavités se développant essentiellement sous forme de grottes ou de petits couloirs sur les accidents de l'encaissant (diaclasses et graben de failles). C'est le cas de la grotte de Sainte Marie-Madeleine.

Au contraire, le socle autochtone est quant à lui très karstifié, les cavités s'y développant sur plusieurs kilomètres de large et au moins 400 mètres d'épaisseur, le tout réparti sur trois ou quatre niveaux altimétriques. C'est le karst étagé<sup>(12)</sup> de

### *Les preuves du bombement de la croûte terrestre*

Les preuves de ce scénario sont aujourd'hui clairement acceptées par l'ensemble des géologues. La preuve principale réside dans la structure même du massif. Sur le socle ancien autochtone<sup>(8)</sup> du plateau du Plan d'Aups, en position stratigraphique normale, les calcaires des falaises supérieures, ainsi que ceux des collines s'étendant de Roussargue à Nans, constituent une série stratigraphique complète et renversée. Cela implique que ces calcaires ont été charriés depuis le sud sur plusieurs kilomètres.

Saint-Cassien Castelette, du nom des deux principaux réseaux souterrains que les spéléologues explorent. L'étage supérieur de ce karst est particulièrement apprécié car les galeries y sont de grande taille, comme dans la grotte de Castelette, mais aussi dans la grotte du Mistral et l'aven de l'Eau De Là, qui sont deux des dernières découvertes (Inventeurs respectifs : Frédéric Hay et Jacques Morel).

#### 2) CE QUE DISENT LES GROTTES

Les grands volumes permettent d'affiner le scénario de l'orogénèse de la Sainte-Baume. Déjà la taille des galeries laisse suspecter un climat permettant une corrosion importante des calcaires formés au cours du Jurassique et du Crétacé inférieur et supérieur. C'était le cas au début de l'ère tertiaire, au Miocène, où le climat était chaud et humide. L'absence de roches tertiaires dans les remplissages<sup>(9)</sup> sédimentaires présents dans le karst (partie terminale de Castelette) confirme leur non-dépôt à cette époque, et donc l'existence d'une Sainte-Baume bien plus conséquente qu'à la fin du secondaire et qui n'a pas subi les assauts des dernières mers tertiaires qui ont épisodiquement envahi la Provence.

Mais un tel volume aurait également pu être creusé à des époques bien plus récentes, au quaternaire, dans les périodes post-glaciaires où les eaux de dégel compensent leur relativement faible quantité par une agressivité<sup>(10)</sup> accrue.

L'examen des concrétions dans les galeries supérieures permet de lever le doute. En effet, les spéléothèmes<sup>(11)</sup> sont massifs, généralement sous la forme de coulées stalagmitiques de plusieurs mètres cubes, et leurs épaisses couches de calcite sont faites

de gros cristaux sombres. Ceci va dans le sens d'eaux chargées en carbonates dissous, ce qui est le cas des eaux karstiques sous climat tropical et sous couvert végétal, alors que ce n'est pas le cas des eaux de dégel qui donnent des karsts de type montagnard, qui fonctionnent essentiellement par régimes de crues et qui sont très peu concrétionnés (tout du moins en ce qui concerne le concrétionnement massif).

Le karst de la Sainte-Baume s'est donc formé au Miocène.

#### 3) LA NAISSANCE DE LA MER MÉDITERRANÉE

La suite de l'histoire est plus communément admise par les géologues. Le massif pyrénéo-corso-sarde s'ouvre, laissant la place aux eaux de l'Atlantique qui s'engouffrent progressivement par le détroit de Gibraltar pour donner naissance à la Mer Méditerranée. La Corse et la Sardaigne sont à ce moment là déplacées (rotation centrée sur Gênes) du golfe du Lion à leurs positions actuelles.

Dans le même temps, la poussée de la plaque tectonique africaine sur la plaque européenne commence à engendrer la chaîne des Pyrénées (phénomène qui se poursuit toujours).

#### 4) L'IMPACT DE LA NAISSANCE DES ALPES

Quelques millions d'années plus tard, les Alpes apparaissent progressivement. La plaque africaine passe sous la Provence et ressort au nord en pleine mer Téthys, au niveau d'un immense et profond sillon géosynclinal sous-marin. C'est ainsi qu'au plus haut des Alpes on peut trouver des roches du socle africain.

Cette orogénèse alpine ne va pas sans heurt pour la Provence. Celle-ci se retrouve en effet soulevée par le nord, et les montagnes renversées, la pente générale étant dès lors plutôt au sud, vers la mer Méditerranée nouvelle. Cela donne à la Provence son visage quasiment définitif, avec ses collines orientées est-ouest et qui s'élancent vers le nord à l'assaut des Alpes, comme des vagues déferlantes. Il ne manque plus que de lui faire subir un petit basculement vers l'ouest, et de faire remonter et descendre quelques zones du massif (La Lare, Plateau d'Agnis).

## 5) LA CRISE DE L'ASSÈCHEMENT DE LA MER MÉDITERRANÉE ET LA DISLOCATION DU KARST

À la fin de l'ère tertiaire, au Messinien précisément, il y a cinq millions d'années, un phénomène majeur se produit. La mer Méditerranée s'assèche. Du coup, toutes les rivières, sur terre comme sous terre, se mettent à s'enfoncer pour rejoindre la mer de plus en plus basse. Le Rhône ainsi descend de plus d'un kilomètre. Aujourd'hui, son canyon est sous le lit actuel, rempli par des alluvions récents.

Sur la Sainte-Baume, les sources descendent en même temps que les vallées se creusent. La rivière de Castelette, qui jusqu'alors alimentait le Caumon, se trouve déviée vers l'Huveaune. Les plateaux raptissent au fur et à mesure que leurs falaises bordières reculent (cluses de Castelette ou du Colombier). Le karst qui initialement s'étalait sur tout le plateau se trouve disloqué en plusieurs lambeaux, celui de Castelette et celui du Saint-Cassien essentiellement. Il se met à descendre, créant des étages de galeries de plus en plus bas, connectées par des puits.

Tout au long de son évolution, ce karst étagé s'est servi des fractures de la montagne pour se frayer des passages de plus en plus rapides. Le réseau du petit Saint-Cassien par exemple utilise souvent les failles principales orientées est-ouest de la chaîne, ou encore un réseau de diaclases plus récentes (Nord 155). Dans certains endroits, comme dans Castelette, la faille principale se conjugue avec les défauts de la roche (la lacune stratigraphique du Crétacé inférieur, et le calcaire dolomitique du Jurassique supérieur).

## 6) LA REMONTÉE DE LA MER ET LES SOURCES VAUCLUSIENNES

À la fin de l'ère tertiaire, le grand karst étagé<sup>(12)</sup> de la Sainte-Baume subit enfin une phase massive de colmatage, juste après que la Méditerranée se soit brutalement reconstituée (rupture du détroit de Gibraltar).

Les rivières souterraines n'ont plus le temps de trouver des nouveaux passages, et soit elles gardent leurs anciens cours et s'écoulent en régime noyé (Port-Miou), soit ressortent brusquement au profit des fracturations ou des joints de strates<sup>(13)</sup>, par des siphons vaclusien<sup>(14)</sup>, comme celui de la Foux de Nans.

NB. Le siphon de la Fontaine de Vaucluse n'est pas vaclusien ! C'est un puits verti-

cal réemprunté par la rivière d'Albion).

### *Les grottes dévoilent la variabilité du climat*

Si on observe avec plus d'attention les grandes galeries souterraines du Miocène, on prend vite conscience qu'elles sont le fruit elles aussi d'une longue et complexe évolution. La grotte de Castelette en est un parfait exemple. Elle débute par un grand canyon creusé dans les calcaires dolomitiques du Jurassique supérieur. En levant la tête au plafond, on s'aperçoit qu'à plus de dix mètres de haut la galerie est encore plus grande. C'est le signe que la rivière a d'abord creusé son lit là-haut, qu'elle était alors bien plus grosse qu'aujourd'hui. Ensuite elle a diminué de force et s'est contentée de s'enfoncer dans son lit en creusant le canyon.

Mais cela ne s'est pas fait en une seule fois ; la présence de cailloux accrochés au parois et d'un chenal surcreusé à la voûte de la galerie témoignent de plusieurs phases de remplissage et de débouillage. Tout au long de son évolution, la rivière souterraine de Castelette s'est enfoncée, s'est remplie et s'est vidée alternativement.

Les coulées stalagmitiques massives, qui sont parfois découpées par l'érosion due à la rivière et recouvertes d'un concrétionnement plus récent, attestent elles aussi de ces alternances.

Un peu plus en amont de cette rivière souterraine, la galerie du siphon terminal et la galerie du métré elles aussi regorgent de reliquats de remplissages et débouillages.

D'autres grottes se prêtent également à cette interprétation : plus à l'est de Castelette, il y a la galerie supérieure de la grotte Mistral, et encore plus à l'est celles de l'aven de l'Eau-de-Là qui sont elles-mêmes en connexion avec le réseau Marzal, à la côte moins 100 mètres dans l'aven du Petit-Saint-Cassien (qui, ceci dit en passant, n'est petit que par le nom car il s'enfonce jusqu'à 368 mètres sous terre et donne accès à des kilomètres d'une rivière explorée par les plongeurs spéléologues).

Toutes ces galeries constituent probablement des lambeaux d'un grand réseau supérieur datant du Miocène, partiellement érodé ou encore colmaté.

## *LES GLACIATIONS DU QUATERNAIRE*

La Sainte-Baume n'évoluera quasiment plus à l'ère quaternaire et ce jusqu'à l'actuel. C'est davantage le climat qui est remarquable, avec une succession de périodes glaciaires et interglaciaires. Cela conduit à une forte altération des sols, avec la mise en place par exemple des nombreux lapiez<sup>(15)</sup> du plateau du Plan d'Aups, de dolines<sup>(16)</sup> ou du poljé<sup>(17)</sup> qui est régulièrement trop petit pour contenir toutes les eaux de la Maïre et qui inonde alors les villas alentour.

Le karst quand à lui, déjà bien rempli depuis la fin du Tertiaire, l'est encore plus, par des argiles déposées par des rivières trop faibles, par le concrétionnement qui se multiplie, ou encore par des apports de roches lors des crues de fonte. Il est tantôt débouillé, en totalité ou en partie, par des ruisseaux un peu plus forts, tantôt rempli. Le creusement du karst s'est arrêté. Dans Castelette, pour parler encore de cette grotte mythique, ce sont les petits ruisseaux du quaternaire qui ont vidé de leurs remplissages les vieilles galeries tertiaires, sans vraiment en créer des nouvelles.

### *L'étagement du réseau du Saint-Cassien*

On distingue dans le réseau du Petit-Saint-Cassien :

- un étage supérieur, dont la grotte du Mistral est un lambeau
- un niveau intermédiaire 1, dont les restes sont les galeries de l'Eau-de-Là, le réseau Marzal du Petit-Saint-Cassien, et une source dans le vallon du Pomier,
- un niveau intermédiaire 2 en relation avec le réseau Napitek dans le Petit-Saint-Cassien
- un étage moyen très développé, correspondant aux rivières de Castelette et de petit Saint-Cassien (-360 m) (résurgence à la Foux de Nans-les-Pins)
- un étage inférieur, en régime noyé, dont l'exutoire est à Cassis, aux sources sous marines de Port-Miou (Le Bes-touan).

## CONCLUSION

L'histoire des grottes de la Sainte-Baume est certes associée à celle de la montagne toute entière, mais elle permet en plus d'affiner les connaissances. Les grottes étant très sensibles aux régimes des pluies, leur creusement est en lien direct avec le climat.

Ainsi les grottes de la Sainte-Baume permettent non seulement de préciser les époques d'orogénèse<sup>(18)</sup>, mais encore de mettre en évidence les variations climatiques des époques tertiaire et quaternaire, ainsi que la crise majeure d'assèchement de la mer Méditerranée.

Les recherches actuelles dans l'aven de l'Eau-Rélie et du réseau du Petit-Saint-Cassien vont certainement permettre de préciser davantage encore les étapes de cette évolution.

Jean-Jacques Salone

### ***POUR EN SAVOIR PLUS***

GUIEU Gérard : "La Méditerranée de Marseille à Menton".

CLUB ALPIN FRANÇAIS : la Sainte-Baume souterraine.

SALONE Jean-Jacques : site internet <http://jjsan.free.fr>.

- (1) Roche calcaire : c'est une roche sédimentaire qui se forme au fond des eaux (douces ou salées) et qui est constituée essentiellement de débris de coquilles d'organismes vivants plus ou moins mélangés à de l'argile (on parle de calcaire marneux, puis de marnes, selon le taux d'argile)
- (2) Karst : mot yougoslave désignant l'ensemble des cavités d'une montagne.
- (3) Isthme : bras de terre reliant deux étendues terrestres et s'étendant sur des eaux.
- (4) La stratigraphie est l'étude de la superposition des roches selon leur âge. L'échelle (ou série) stratigraphique est la représentation (mentale ou schématique) de l'empilement de roches en fonction de leur âge. Lacune stratigraphique : absence d'une série de roches correspondant à toute une période donnée. Stratigraphie réduite : stratigraphie dans laquelle il manque certaines périodes (il y a des lacunes). Stratigraphie complète : c'est le contraire de réduite. Stratigraphie renversée : stratigraphie dans laquelle les roches les plus jeunes sont en dessous des roches les plus anciennes. C'est le contraire d'une stratigraphie normale.
- (5) Roche sédimentaire : c'est une roche qui se constitue par dépôt d'éléments. Le transport des éléments constitutifs de la roche peut se faire par les eaux, ou tout autre moyen, comme le vent par exemple.
- (6) Calcaire dolomitique : c'est un calcaire à gros grains, assez friable, qui ressemble un peu à du sucre. Il a la particularité d'être très vite disloqué par les eaux, pour donner du sable.
- (7) Allochtone : se dit d'une roche rapportée. C'est le contraire d'autochtone.
- (8) Autochtone : se dit d'une roche qui s'est formée sur l'emplacement où elle se trouve.
- (9) Remplissage : c'est le nom donné aux reliquats de matériaux qui ont rempli une cavité souterraine et qui ont partiellement été éliminés par les rivières.
- (10) Aggressivité : c'est la propriété d'une eau à pouvoir dissoudre le calcaire. L'aggressivité d'une eau dépend de sa température, de son acidité, de sa composition...
- (11) Spéléothème : c'est le nom générique des concrétions qui se forment sous terre, généralement en cristal de calcite provenant de la transformation chimique de la roche calcaire.
- (12) Karst étagé : karst présentant plusieurs étages de conduits.
- (13) Joint de strate : c'est le nom donné à la surface de contact entre deux roches sédimentaires de même nature mais successives dans une série stratigraphique. Les joints de strates délimitent ainsi des bancs d'épaisseur variable très visibles dans les falaises.
- (14) Siphon vaclusien : siphon dont la partie amont est suivie vers l'aval par une partie remontante de très grande ampleur, généralement inclinée à 45°.
- (15) Lapiez : réseau de fracturation superficiel dû à la corrosion par les eaux de pluies d'un plateau calcaire préalablement fissuré.
- (16) Doline : petite zone plus ou moins circulaire et en creux sur un plateau calcaire.
- (17) Poljé : nom yougoslave désignant une zone d'un massif calcaire où les eaux de ruissellement et les argiles stagnent avant de s'enfoncer dans le sous sol.
- (18) Orognèse : naissance et évolution d'une montagne.