



HAL
open science

GÉOLOGIE DE LA RÉSERVE NATURELLE DE SAINTE-VICTOIRE

Jean Philip

► **To cite this version:**

Jean Philip. GÉOLOGIE DE LA RÉSERVE NATURELLE DE SAINTE-VICTOIRE. Direction de l'Environnement. Les Cahiers de la Réserve Naturelle Sainte Victoire Cahier N° 2 Écllosion d'une Réserve, 2, Département 13, pp.25, 2022, Cahiers de la Réserve Naturelle Sainte-Vitoire, ISBN : 978-2-9507010-1-5. hal-04259020

HAL Id: hal-04259020

<https://amu.hal.science/hal-04259020v1>

Submitted on 6 Dec 2023

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.

LES CAHIERS DE LA



Réserve Naturelle
SAINTE-VICTOIRE

© Thierry Tortosa

CAHIER N°2

ÉCLOSION D'UNE RÉSERVE



Sous la direction de :

Thierry TORTOSA - CD13-DEGPR / Réserve Naturelle de Sainte-Victoire

Monique VIANEY-LIAUD - ISEM UMR 5554, UM/CNRS/IRD/EPH.

Maquette :

Ingrid JAMMES - CD13 / Direction de l'Environnement, des Grands Projets et de la Recherche.

Crédit photos :

Nicolas BERTUCCELI, Joël BOURIDEYS, Gilles CHEYLAN, Isabelle COJAN, Sandrine ECOCHARD, Nadine GOMEZ, Annie et Patrick MECHIN, Frédéric PAUVAREL, Jean PHILIP et Thierry TORTOSA.

Relecture générale :

Anne BOUNIAS-DELACOUR, Isabelle COJAN, Yves DUTOUR et Thierry TORTOSA.

Crédit dessins :

Isabelle COJAN, Géraldine GARCIA, Jean PHILIP, Thierry TORTOSA et Monique VIANEY-LIAUD.

Dépôt légal : décembre 2021

ISBN : 978-2-9507010-1-5

Ce cahier est accompagné d'une carte géologique interprétative (voir chapitre 2).

QUELQUES MOTS SUR LE GÉOPATRIMOINE



**LA PAROLE DE LA PRÉSIDENTE
DU CONSEIL DÉPARTEMENTAL**

Gérée par le Département qui en est aussi le propriétaire, la Réserve naturelle de Sainte-Victoire, qui jouit d'un des plus hauts niveaux de protection en France, a été inscrite cette année sur la liste verte des aires protégées de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN).

C'est la première réserve naturelle à vocation géologique du monde à figurer sur cette liste.

La liste verte met en lumière les sites mondiaux qui agissent pour la conservation de la nature et obtiennent des résultats tangibles. C'est un label international qui vise à reconnaître les aires protégées gérées équitablement et efficacement avec des impacts positifs sur la nature et les sociétés. Sur les 140 hectares du site de Sainte-Victoire, dont l'accès est totalement interdit, 1 500 espèces vivantes ont été recensées en quelques années, montrant la valeur biologique d'une réserve qui abrite également des trésors géologiques (fossiles, ossements, œufs de dinosaures...).

L'inscription sur la liste verte vient couronner les efforts consentis par le Département pour la gestion de sa Réserve naturelle, la protection de son patrimoine biologique et la valorisation de son géo-patrimoine.

Ce « Cahier de la Réserve naturelle de Sainte-Victoire » va permettre au grand public de mieux connaître ce joyau de notre territoire depuis sa création jusqu'à aujourd'hui et je m'en réjouis.

Bonne lecture à tous !

Martine VASSAL, Présidente du Conseil départemental des Bouches-du-Rhône
Présidente de la Métropole Aix-Marseille-Provence



**LA PAROLE DU SOUS-PRÉFET
D'AIX-EN-PROVENCE**

La montagne Sainte Victoire a nourri l'imaginaire des artistes. On découvre sa silhouette caractéristique dans l'œuvre centrale de Cézanne, mais aussi de Loubon, Granet, Guigou, Masson et autres peintres provençaux. Elle est également évoquée au fil des pages de Giono, Mistral, Daudet et Pagnol, auteurs qui ont magnifié la Provence à travers elle. Dominant la campagne aixoise, cette montagne est justement préservée. Classée au titre des sites en 1983, elle est labellisée Grand Site de France depuis 2004. Au pied de ce vaste paysage, le vallon des Grands Creux a attiré l'attention des paléontologues qui ont découvert des fossiles, identifiés comme œufs et squelettes de dinosaures. Déjà auréolée d'une renommée paysagère et artistique mondiale, ces découvertes lui ont donné un renom scientifique international, qui a motivé son classement en réserve naturelle nationale en 1994. Ce « Cahier de la Réserve Naturelle de la Sainte-Victoire » présente l'état des découvertes géologiques et paléontologiques les plus récentes. Je souhaite qu'il offre aux visiteurs des clés pour mieux comprendre cet espace protégé et en apprécier l'intérêt patrimonial. Je remercie les élus et les équipes du Conseil départemental pour leur action dans la conservation et la gestion de cette réserve naturelle nationale, ainsi que pour la diffusion des connaissances auprès du public, tout particulièrement les scolaires et les étudiants. Pour eux, comme pour nous, la montagne Sainte-Victoire doit continuer de demeurer un trésor à préserver et une source constante d'inspiration. A ce titre, elle participe à la vie de la Provence et constitue un projet pour le territoire.

Bruno CASSETTE, Sous-préfet d'Aix-en-Provence

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|-----|
| <i>Chapitre 1 :</i> <i>SAINTE-VICTOIRE : GENÈSE D'UNE RÉSERVE NATURELLE NATIONALE</i> <i>Bourideys J. & Bourrelly M.</i> | 7 |
| <i>Chapitre 2 :</i> <i>GÉOLOGIE DE LA RÉSERVE NATURELLE DE SAINTE-VICTOIRE</i> <i>Philip J.</i> | 25 |
| <i>Chapitre 3 :</i> <i>LES SOLS ET PAYSAGES DE PROVENCE AU CRÉTACÉ TERMINAL</i> <i>Cojan I</i> | 49 |
| <i>Chapitre 4 :</i> <i>L'APPORT DES RECHERCHES DU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE</i> <i>D'AIX-EN-PROVENCE À LA CONNAISSANCE DE LA REPRODUCTION</i> <i>DES DINOSAURIENS DE PROVENCE</i> <i>Cheylan G.</i> | 65 |
| <i>Chapitre 5 :</i> <i>RÉSERVE NATURELLE DE SAINTE-VICTOIRE : UN SITE-LABORATOIRE</i> <i>POUR L'ÉTUDE DES ŒUFS DE DINOSAURIENS</i> <i>Garcia G. & Vianey-Liaud M.</i> | 85 |
| <i>Chapitre 6 :</i> <i>RÉSERVE NATURELLE DE SAINTE-VICTOIRE : SOUS LES ŒUFS,</i> <i>DES OS DE DINOSAURIENS</i> <i>Tortosa T. & Buffetaut E.</i> | 111 |
| <i>GLOSSAIRE</i> | 146 |

CHAPITRE II



GÉOLOGIE DE LA RÉSERVE NATURELLE DE SAINTE-VICTOIRE

JEAN PHILIP

JEAN PHILIP

*Professeur émérite au CEREGE,
CNRS/IRD/INRA/Collège de France,
Aix-Marseille Université, Aix-en-Provence,
France.*

Résumé :

La Réserve Naturelle de Sainte-Victoire, située au pied de l'emblématique massif de Sainte-Victoire, présente un intérêt géologique majeur du fait de la variété de ses terrains sédimentaires et de son célèbre gisement à œufs de dinosauriens. Un rappel historique résume les recherches géologiques menées sur le territoire de la réserve depuis la fin du 19^e siècle. Six formations continentales s'étageant du Crétacé supérieur (Campanien moyen-Maastrichtien) au Paléocène (Danien), ainsi qu'une formation marine datant du Miocène (Tortonien) sont décrites, illustrées et interprétées en termes de paléoenvironnements.

Le territoire de la réserve comporte des accidents structuraux qui sont cartographiés, décrits et interprétés à la lumière du contexte tectonique régional. Une carte géologique est établie avec pour objectif de servir de base aux investigations géologiques et paléontologiques futures ainsi qu'aux présentations pédagogiques des terrains et des paysages.

Abstract :

The Sainte-Victoire Nature Reserve, located at the foothill of the emblematic Sainte-Victoire mountain, presents a major geological interest due to the variety of its sedimentary field outcrops and its famous dinosaur's eggs fossil site. A historical overview summarizes the geological research carried out on the reserve area since the end of the 19th century. Six continental formations ranging from the Late Cretaceous (Middle Campanian-Maastrichtian) to the Paleocene (Danian) and a marine formation dating to the Miocene (Tortonian) are described, illustrated and interpreted in terms of paleoenvironments. The reserve area displays some important structural accidents which are mapped, described and interpreted in the light of the regional tectonic context. A geological map has been established in order to serve as a basis for future geological and paleontological investigations and for educational presentations of field outcrops and landscapes.

Mots-clés :

Géologie, Stratigraphie,
Carte géologique,
Crétacé supérieur,
Miocène,
Tectonique,
Paléoenvironnements continentaux,
Réserve Naturelle de Sainte-Victoire

Article reçu le 25 janvier 2017

Article accepté le 22 mai 2020

1. INTRODUCTION

Le site géologique de la Réserve Naturelle Nationale de Sainte-Victoire est principalement formé de terrains continentaux (calcaires, grès, marnes et conglomérats) du Crétacé supérieur (Campanien et Maastrichtien) et du Paléocène, affleurant largement au cœur de la Réserve, au sein du Domaine départemental de Roques-Hautes et ses environs. Des **molasses*** marines rapportées au Miocène (Tortonien) sont présentes dans la partie nord-ouest du site (Barrage de Bimont). Des limons ou graviers, peu épais, du Quaternaire récent, tapissent le fond des vallons ou des dépressions.

La structure est celle d'un synclinal d'axe sensiblement orienté ouest-est (« synclinal interne » *sensu* Leleu, 2005). Le flanc sud, assez fortement relevé et faillé, constitue la Crête du Marbre. Le cœur du synclinal renferme les **argiles***, **grès***, **calcaires*** et conglomérats (encart 1) des Grands-Creux. Le flanc nord est représenté par les conglomérats des Costes Chaudes s'appuyant en discordance sur le bâti jurassique de Bimont.

L'ensemble du dispositif est affecté de failles, les deux principales étant celles de Roques-Hautes et des Espinades, et d'un chevauchement, celui de la Crête du Marbre.

Nous présentons ci-après les caractères des principaux ensembles stratigraphiques et structuraux du site, représentés sur une carte à l'échelle du 1/12.500 (figure 1) et illustrés par des photographies de terrain.

Encart 1 : Qu'est-ce qu'un conglomérat ?

Un conglomérat est une roche sédimentaire détritique formée pour 50% au moins de débris de roches de dimension supérieure à 2 mm. Ce terme regroupe les brèches sédimentaires (à éléments en majorité anguleux), les poudingues (à éléments arrondis ou galets) et tous leurs intermédiaires. Dans les unités conglomératiques de la Réserve Naturelle de Sainte-Victoire, les brèches typiques sont rares. Le **lithofaciès*** des conglomérats est formé généralement d'éléments calcaires émoussés à anguleux de taille moyenne de 3 cm à 10 cm, voire jusqu'à 50 cm liés par une matrice de siltite ou de calc-siltite argileuse rouge contenant parfois des granules ou des graviers (Leleu, 2005). Les éléments des conglomérats sont pour la plupart des débris de roches du Jurassique supérieur provenant de l'érosion de reliefs proches et amalgamés dans des coulées de débris jusqu'à leur milieu de dépôt.

2. HISTORIQUE

La première étude géologique de Roques-Hautes est l'œuvre de Louis Collot (1880) qui dédie un long paragraphe à la description des terrains de ce secteur, en donne une coupe structurale précise à l'échelle du 1/40.000 et une ébauche cartographique sur fond topographique en hachures à 1/80.000. Les contours levés par Collot sont portés sur la première édition (1889) de la carte géologique en hachures Aix-en-Provence à 1/80.000. Les travaux du grand géologue aixois feront autorité jusque vers le milieu du 20^e siècle (Philip, 2012).

Ce n'est qu'avec l'apparition des fonds topographiques en courbes de niveau à 1/20.000 que de nouveaux relevés cartographiques plus précis vont pouvoir être effectués. Cette étape est abordée dès 1938 par Georges Corroy qui effectue ainsi de nouveaux levés de l'ensemble du massif de Sainte-Victoire. Les résultats de ses recherches sont publiés dans le Bulletin du service de la Carte géologique de la France (Corroy, 1957) et ses contours serviront à l'établissement de la 1^{ère} édition de la carte géologique Aix-en-Provence à 1/50.000 éditée en 1959. Pour ce qui concerne la stratigraphie, Corroy s'appuie sur le cadre fixé par Collot et attribue au Paléocène (Danien-Thanétien) la série continentale de Roques-Hautes (voir chapitre 3, figure 2). Les conclusions stratigraphiques de Corroy sont remises en question dans les années 1950 par Raymond Dughi et François Sirugue qui mentionnent la découverte d'œufs fossilisés de dinosauriens et de fragments de coquilles dans les faciès silteux et gréseux des Grands-Creux (Dughi et Sirugue, 1957 ; chapitre 4). Ces fossiles vont servir aux chercheurs du musée d'histoire naturelle d'Aix-en-Provence (Billerey *et al.*, 1959) pour dater les « brèches » de Sainte-Victoire, distinguant ainsi deux grands épisodes de mise en place liés à l'**orogénèse*** du massif : l'un d'âge Bégudien-Rognacien, l'autre d'âge Montien-Thanétien (voir chapitre 3, figure 2).

En 1959 également, Dughi *et al.* montrent l'âge Rognacien de la barre calcaire de Roques-Hautes que Collot et à sa suite Corroy attribuaient au Montien (étage local considéré comme équivalent du Danien). Fernand Touraine (1961) clôt cet argumentaire biostratigraphique en indiquant la présence d'œufs de dinosauriens (nids et fragments de coquilles) dans la formation argileuse superposée à la barre calcaire de Roques-Hautes attestant ainsi de l'extension des terrains crétacés jusqu'à la limite inférieure des « brèches » des Costes Chaudes.

Ces nouvelles données vont conduire à rendre caduque une grande partie des attributions stratigraphiques de la première édition de la carte à 1/50.000 d'Aix-en-Provence. Conscient du problème, Corroy confie dès 1960 à deux de ses élèves, Jean-Pierre Durand et Claude Tempier, une révision cartographique du massif de la Sainte-Victoire et de la bordure nord du bassin de l'Arc en vue de l'établissement d'une deuxième édition de la feuille, conforme aux nouvelles datations. Cette dernière paraît en 1969. Dans l'intervalle, Durand et Tempier publient une étude détaillée du secteur de Roques-Hautes et du Tholonet et concluent, comme Billerey *et al.* à l'existence de deux grands épandages diachrones de « brèches », chacun en relation avec une phase tectonique du massif (Billerey *et al.*, 1959 ; Durand et Tempier, 1962). Les nouveaux levés conduisent également à une révision de la tectonique de l'ensemble du massif de la Sainte-Victoire (Corroy *et al.*, 1964).

Légende :

 Limite de la Réserve Naturelle de Sainte-Victoire (Accès réglementé)

 Limite du Coeur de la Réserve (Accès strictement interdit)

 Pistes de DFCI et sentiers autorisés

| | | |
|-------------|---|---|
| Quaternaire |  | Dépôts anthropiques (remblais, déblais) |
| |  | Eboulis récents |
| |  | Alluvions récentes - Colluvions |

| | | |
|-----------|---|------------------|
| Tortonien |  | Molasse calcaire |
|-----------|---|------------------|

| | | | | |
|------------------------|---------------|---------------------|---|---|
| 61,6 Ma | Danien | Vitrollien |  | Siltites rouges |
| 66 Ma | Maastrichtien | Rognacien terminal |  | Cônes alluviaux des Costes Chaudes et du Tholonet |
| | | Rognacien supérieur |  | Siltites et calcaires |
| 72,1 Ma | Campanien | Rognacien moyen |  | Calcaires et marnes |
| 80 Ma | | Rognacien inférieur |  | Siltites et grès de Roques Hautes et des Grands-Creux (C8a) et cônes alluviaux de Bimont et du Champs de Tir (C8aB) |
| | | Béguardien |  | Cônes alluviaux de la Crête du Marbre |
| Tithonien Kimméridgien | | |  | Calcaires |

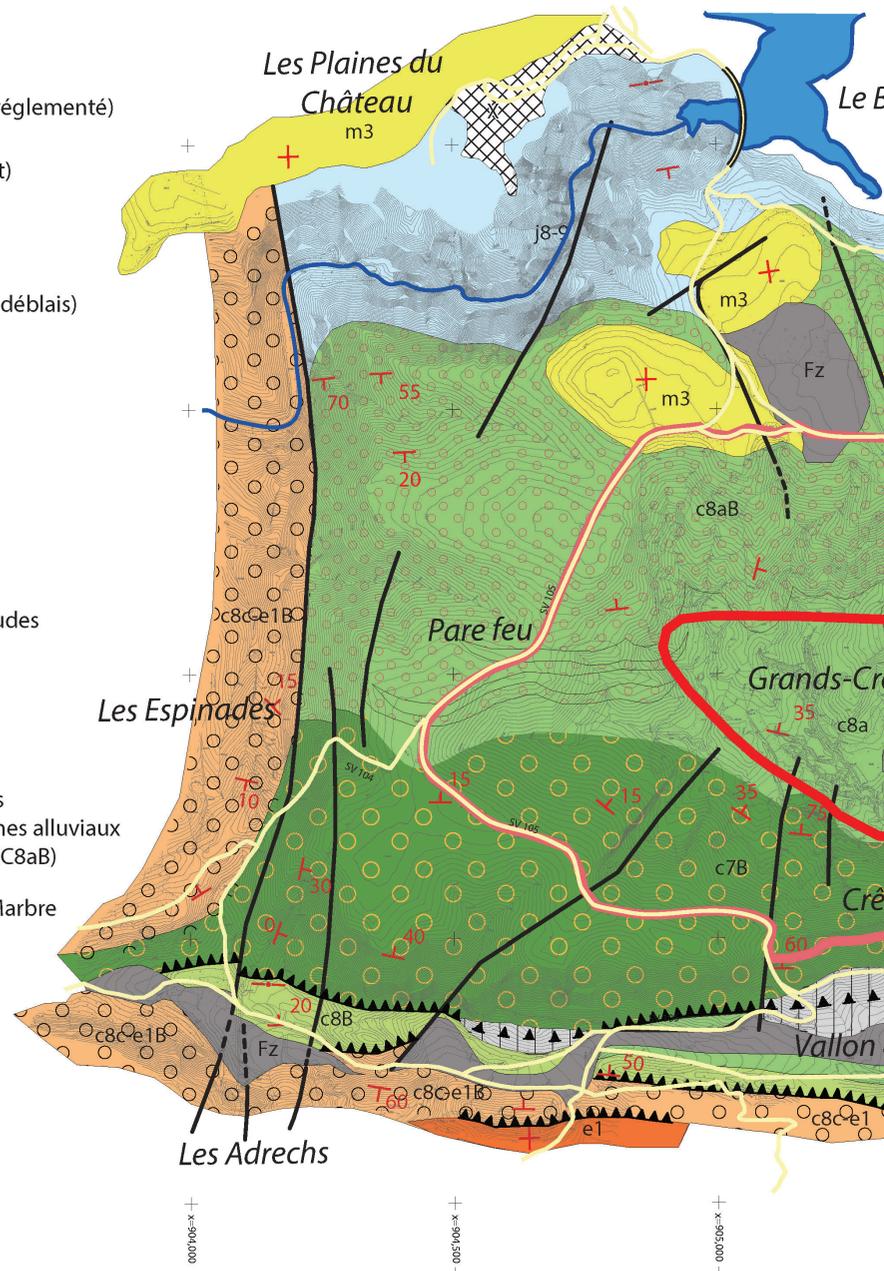
 Faille

 Chevauchement

 ⁶⁰ Pendage

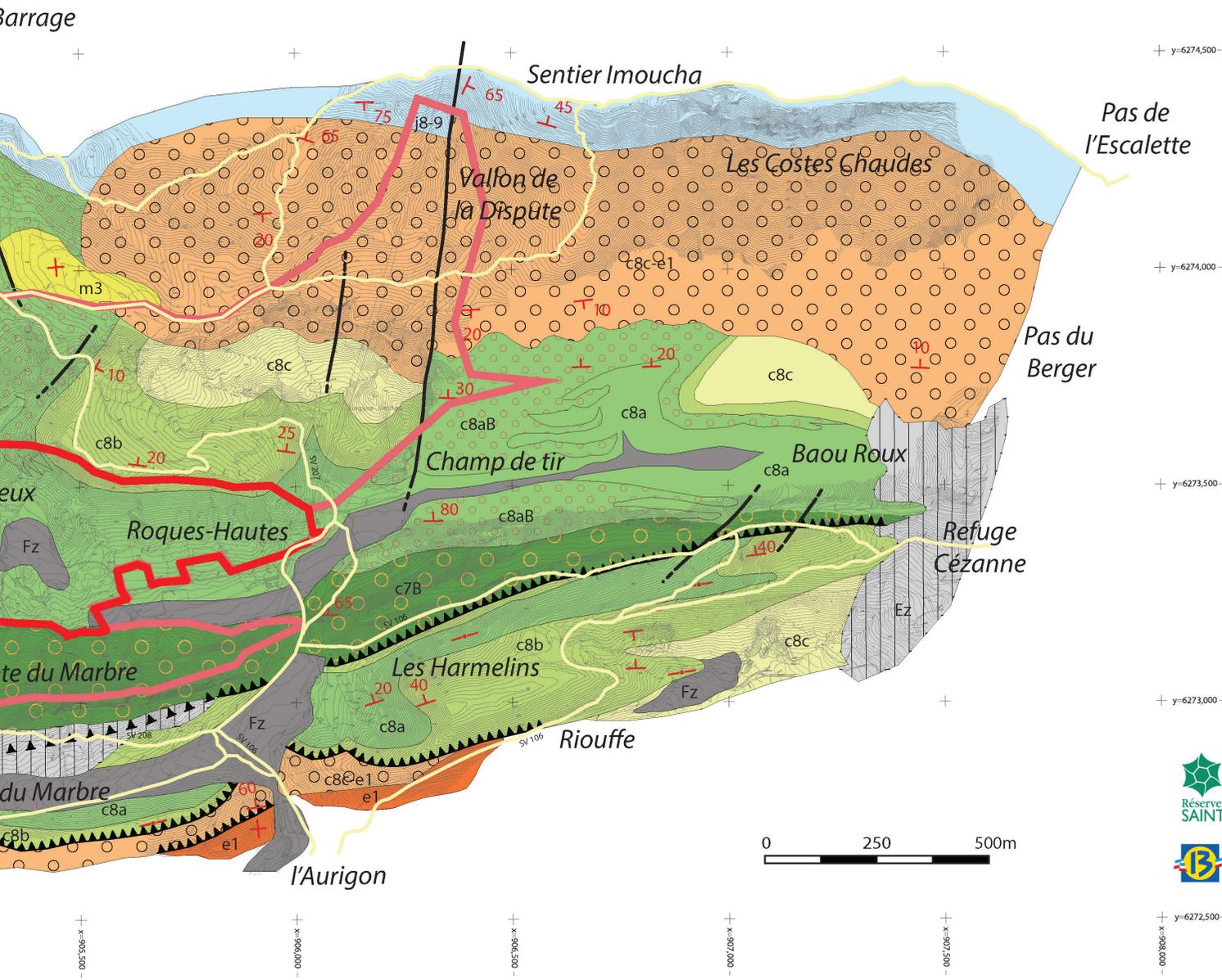
 Pendage vertical

 Pendage horizontal



Réalisation : Jean PHILIP (2016)
Graphisme : Thierry TORTOSA

Figure 1 : Carte géologique de la Réserve Naturelle Nationale de Sainte-Victoire.



Les conclusions de Durand et Tempier concernant la stratigraphie des « brèches » de Roques-Hautes et du Tholonet sont contestées par Fernand Touraine (Touraine, 1964a-b, 1965), pour qui un âge unique (limite Crétacé-Éocène) des « brèches » doit être admis. Mais cette interprétation, en contradiction avec les données stratigraphiques du vallon de l'Infernet au nord du Tholonet (Durand et Tempier, 1962) ne fut pas retenue dans la deuxième édition de la feuille d'Aix-en-Provence. L'existence de deux unités de « brèches » (au moins dans le secteur du Tholonet et de Roques-Hautes) sera confirmée ultérieurement dans l'étude structurale du massif de Sainte-Victoire réalisée par Jean Chorowicz et Roberto Ruiz (1979, 1984).

Dans les années 2000, les « brèches » de Sainte-Victoire suscitent l'intérêt des sédimentologues de l'université de Strasbourg et font l'objet des travaux de thèse de Sophie Leleu (2005), dont les principaux résultats sont publiés (Leleu *et al.*, 2009). Leleu substitue au terme de « brèches » employé jusqu'alors, celui de « dépôts de cônes alluviaux » (encart 2) et montre que ces derniers « *sont variés et contiennent différents faciès de conglomérats mais également des faciès à lithologie* plus fine* ».

Encart 2 : Qu'est-ce qu'un cône alluvial ?

Il s'agit d'une accumulation de sédiments détritiques s'étalant en éventail au débouché d'un cours d'eau. Les cônes alluviaux du Crétacé supérieur et du Paléocène du secteur de Roques-Hautes sont caractérisés principalement par des corps conglomératiques issus du démantèlement de l'anticlinal jurassique de Bimont en voie de surrection (conglomérats syntectoniques). Les éléments (galets, blocs) ont subi un transport (torrentiel) sur une courte distance et sur une pente forte, avant de s'étaler en contrebas dans la plaine alluviale. Certains de ces cônes alluviaux (Costes Chaudes) ont conservé leur pente originelle ; d'autres (Crête du Marbre) ont subi des déformations tectoniques après leur dépôt.

Ce travail est suivi d'une étude tectonique novatrice de Sainte-Victoire par Espurt *et al.*, 2012. S'appuyant sur une analyse microtectonique et des **coupes équilibrées*** de l'ensemble du massif, cette étude a permis de déchiffrer l'architecture structurale profonde et la cinématique de Sainte-Victoire.

Afin de tenir compte de ces avancées, la Direction de l'environnement du Conseil Général des Bouches-du-Rhône confie en 2010 au Laboratoire de Géologie de l'Université de Provence, le soin de dresser une carte géologique détaillée du site de Roques-Hautes. Ce travail a fait l'objet d'un pré-rapport comportant notamment un document informatisé de la carte géologique à l'échelle du 1/25.000.

Le présent article apporte un certain nombre de précisions cartographiques au document initial ainsi que des compléments géologiques qui n'étaient pas mentionnés dans l'étude préliminaire.

3. STRATIGRAPHIE

3.1. CRÉTACÉ SUPÉRIEUR ET PALÉOCÈNE

3.1.1. Cônes alluviaux du Bégudien de la Crête du Marbre

Nous désignons sous ce vocable la formation dessinant une barre qui s'allonge d'est en ouest et constitue la crête éponyme au sud de la réserve géologique (figure 1 et photo 1). Une coupe détaillée peut être dressée le long de la piste qui, au sortir du parc de stationnement de l'Aurigon, conduit à la ferme de Roques-Hautes. Les couches présentent un pendage moyen de 60° vers le nord. On distingue de bas en haut, au-dessus du contact de chevauchement est-ouest qui limite la barre au sud :

Niveau 1 : alternances de bancs **strato-croissants*** de conglomérats et de siltites rouges à galets (30 m) (encart 3).

Niveau 2 : ensemble de bancs conglomératiques pluri-métriques séparés par des inter-lits de siltites à galets, formant une crête bien dessinée dans la topographie (50 m). Les éléments des conglomérats sont des galets ou des blocs de calcaire jurassique.

Niveau 3 : siltites grises à galets ou à granules (30 m) (photo 2).

Niveau 4 : siltites grises à granules avec marmorisations* rouges vers le sommet (**paléosols***) (15 m) (photo 3).

Encart 3 : Qu'est-ce qu'une siltite ?

C'est une roche sédimentaire détritique consolidée formée d'éléments (silts) de nature variée dont la granulométrie est comprise entre 1/16 mm (62,5 µm) et 1/256 mm (3,9 µm). Dans les terrains de la Réserve Naturelle de Sainte-Victoire les éléments détritiques sont formés en majorité de silts calcaires ou siliceux (quartz, micas), associés parfois à des minéraux argileux détritiques ou néoformés (siltites argileuses) ou à des granules, graviers et galets calcaires (siltites à granules, à galets, etc.). La couleur rouge est due à la présence d'oxydes de fer. Les sédiments silteux transportés par des cours d'eau se déposent sur des plaines d'inondations fluviales lors de périodes de crues.

Les différents faciès de la Crête du Marbre appartiennent au **Système des cônes alluviaux inférieurs (SCAI), sous-système SCAI(i)** de Leleu (2005) qui se suit sur 5 kilomètres du Tholonet au Baou Roux. Selon l'auteure, le SCAI(i) est formé d'un amalgame latéral de corps de cônes alluviaux. Chacun des corps a une extension latérale d'un kilomètre et une épaisseur d'environ 100 mètres. Touraine (1964a) a cité dans des « marnes calcaires gris rosé », qui pourraient correspondre au niveau 3 de notre coupe, une association de gastéropodes : *Cyclophorus heliciformis*, *Lychnus marioni*, *Bauxia disjuncta*, *Bauxia bulimoides*, *Viviparus beaumonti*, qu'il attribue au Bégudien et rapproche d'un niveau particulier des Alpilles connu sous le nom de « Niveau du Colombier ». Notons toutefois que ces citations n'ont pas reçu ultérieurement de confirmation. Touraine a signalé également des coquilles d'œufs de dinosauriens à divers niveaux de la formation conglomératique, mais sans plus de précision. Compte tenu de sa position stratigraphique, la formation a été attribuée au Bégudien (Durand et Tempier, 1962), équivalent du Campanien moyen, ou au Bégudo-Rognacien (Chorowicz et Ruiz, 1984). Pour Leleu (2005) et Espurt *et al.* (2012) l'âge du début du SCAI(i) serait Bégudien moyen et les dépôts appartenant à ce sous-système se poursuivraient jusqu'à la fin du Bégudien.



Photo 1 : Système des cônes alluviaux inférieurs SCAI (i) du Bégudien de la Crête du Marbre vus des Harmelins. En arrière-plan : système des cônes alluviaux inférieurs du Rognacien inférieur du Champ de tir SCAI (ii) et système des cônes alluviaux supérieurs du Vitrollien des Costes Chaudes SCAS (ii).



Photo 2 : Siltites grises à galets et à granules. Niveau 3 de la coupe du système des cônes alluviaux inférieurs SCAI (i) de la Crête du Marbre.



Photo 3 : Niveau 4 correspondant aux marmorisations (paléosol) affectant les siltites grises à granules et graviers.

3.1.2. Siltites et grès du Rognacien inférieur de Roques-Hautes et des Grands-Creux

Constituant le cœur de la Réserve, car très riche en œufs et ossements de dinosauriens, cette formation a fait récemment l'objet d'études paléontologiques et sédimentologiques très détaillées (Garcia et Vianey-Liaud, 2001 ; Cojan *et al.*, 2003 ; Leleu, 2005 ; Tortosa, 2014). Diverses coupes ont été établies, qui permettent de se faire une idée précise des séquences sédimentaires et des paléoenvironnements, ainsi que de leur variation dans l'espace. Par ailleurs, cette formation passe latéralement à deux ensembles conglomératiques : à l'ouest, il s'agit de l'unité conglomératique de Bimont, à l'est celle du Champ de tir.

Le **faciès*** le plus caractéristique est constitué, sur une épaisseur d'environ 80 m, d'une alternance de couches de siltites argileuses rouges montrant des marmorisations jaunes et des structures nodulaires carbonatées. Ces couches sont fréquemment affectées de **bioturbations*** verticales. Elles renferment de nombreuses coquilles d'œufs fossilisés de dinosauriens et dans certains niveaux des ossements. Ce faciès est particulièrement bien développé dans le secteur des Grands-Creux et au nord immédiat de la ferme de Roques-Hautes où de nombreux gisements d'œufs ont été exhumés. Le milieu de dépôt correspond à une plaine d'inondation fluviale soumise périodiquement à une exposition subaérienne génératrice d'un début de pédogenèse (Cojan *et al.*, 2003 ; chapitre 3).

Un faciès moins fréquent, représenté à la partie inférieure (Grands-Creux) ou à la partie supérieure (Roques-Hautes) de la formation est représenté par des bancs de grès ferrugineux à stratifications obliques (photo 4), organisés sous forme de lentilles d'épaisseur métrique se biseautant latéralement et renfermant parfois des fragments d'œufs de dinosauriens (photo 5). Il s'agit de faciès de type chenaux fluviaux recoupant périodiquement les limons de la plaine d'inondation.

Dans le secteur des Grands-Creux on note également, intercalé dans les siltites rouges de la partie inférieure de la coupe (photo 6), la présence d'un banc de calcaire **mudstone*** (épaisseur 0,40 m, extension latérale 400 mètres) affecté de nombreuses traces racinaires verticales correspondant vraisemblablement à un dépôt de type **palustre***.

Cette unité est considérée comme représentant le Rognacien inférieur, mis en équivalence avec les chrons C32R-C33N (partie supérieure) de l'échelle **paléomagnétique***, d'âge campanien supérieur (Garcia et Vianey-Liaud, 2001 ; Cojan et Moreau, 2006 ; Tortosa, 2014).



Photo 4 : Stratifications obliques planes dans les grès du Rognacien inférieur de Roques-Hautes.



Photo 5 : Siltites rouges et banc gréseux massif à débris d'œufs de dinosauriens. Rognacien inférieur des Harmelins.



Photo 6 : Siltites rouges et lentilles carbonatées du Rognacien inférieur des Grands-Creux.

3.1.3. Cônes alluviaux du Rognacien inférieur de Bimont et du Champ de tir

Les **cônes alluviaux de Bimont** (photo 7) constituent un passage latéral vers l'ouest de la formation silteuse rouge des Grands-Creux. D'une épaisseur d'une centaine de mètres, ils reposent en discordance sur les cônes alluviaux de la Crête du Marbre (Leleu, 2005). A la partie inférieure, les bancs de conglomérats alternent avec des niveaux silteux rouges (photo 8) renfermant parfois des œufs de dinosauriens, qui se relie à la formation des Grands-Creux. Vers le haut, au contraire, les passées de conglomérats se succèdent avec une plus grande fréquence pour former un ensemble de corps amalgamés avec discordances internes, sans intercalations de dépôts silteux.

Les cônes alluviaux de Bimont appartiennent au **Système des cônes alluviaux inférieurs (SCAI), sous-système SCAI(ii)** de Leleu (2005). D'après l'auteure, l'apex des cônes alluviaux de Bimont est préservé sous forme d'une incision dans les calcaires du Jurassique affleurant au niveau du barrage éponyme et sur lesquels les conglomérats du SCAI(ii) reposent en discordance.



Photo 7 : Système des cônes alluviaux inférieurs SCAI (ii) du Rognacien inférieur de Bimont. Noter les discordances internes et le passage latéral (à droite de la photo) aux siltites rouges des Grands-Creux (SGC).



Photo 8 : Siltites rouges à graviers et galets surmontés par des conglomérats dans le système des cônes alluviaux inférieurs SCAI (ii) de Bimont.

Les **cônes alluviaux du Champ de tir** sont constitués de plusieurs ensembles conglomératiques bien marqués dans la topographie, de part et d'autre de la dépression quaternaire éponyme. Le premier ensemble, bordant au sud la dépression, repose sur les siltites à granules marmorisées terminant la séquence de dépôts de la Crête du Marbre. Il est formé de deux corps conglomératiques lenticulaires à fort pendage nord, séparés par (et interdigités dans) des dépôts (siltites rouges) de plaine alluviale.

Le second ensemble surplombe au nord l'ancien Champ de tir (photo 9). Il est constitué de corps conglomératiques amalgamés, de faible pendage nord (avec à certains niveaux intercalations de **calcrètes***) qui se superposent sur une épaisseur d'une centaine de mètres. Ces corps s'interrompent, à l'ouest, contre la faille de Roques-Hautes et s'interdigitent à l'est avec des dépôts de siltites et de grès.

À l'instar des cônes alluviaux de Bimont, ceux du Champ de tir appartiennent au Système des cônes alluviaux inférieurs (SCAI), sous-système SCAI(ii), corps a, b, c de Leleu (2005) et dont l'apex se situait au nord dans le Jurassique des Costes Chaudes.



Photo 9 : Système des cônes alluviaux inférieurs SCAI (ii) du Rognacien inférieur du Champ de tir. En arrière-plan, le système des cônes alluviaux supérieurs Vitrollien SCAS (ii) et soubassement Jurassique supérieur (JS) des Costes Chaudes.

3.1.4. Formation calcaire du Rognacien moyen de Roques-Hautes

Nous désignons sous cette appellation la barre calcaire culminant à 375 m qui surplombe au nord les marnes rouges et grès des Grands-Creux. Interrompue à l'est contre la faille de Roques-Hautes, cette barre s'observe aussi dans le secteur de Baou Roux, surmontant le corps conglomératique sommital (Rognacien inférieur) du Champ de tir. La formation (épaisseur 30 m) est constituée d'une alternance de séquences binaires :

- **calcaires wackestones*** à débris de coquilles de mollusques d'eau douce)
- marnes sableuses à débris charbonneux, l'ensemble caractérisant un milieu lacustre de caractère réducteur.



Photo 10 : Faciès de la barre rognacienne affleurant le long de la piste de Roques-Hautes. Des bancs de calcaires lacustres, parfois couronnés par des horizons nodulaires ou racinaires, alternent avec des marnes charbonneuses. Le pendage des couches est dirigé vers le nord.

Dughi *et al.* (1959) ont cité dans les niveaux inférieurs de la formation, une riche faune de gastéropodes : *Melania ollierensis*, *Pyrgulifera armata*, *Palaeostoa cureti*, *Bauxia disjuncta*, *Bauxia bulimoides*, *Clausilia patula* associés à de grands *Unios* et dans les bancs marneux à des fragments de coquilles d'œufs fossilisées de dinosauriens. Selon Dughi *et al.*, *P. armata* et *Bauxia* seraient des formes très caractéristiques du Rognacien ce qui a conduit ces auteurs à considérer la formation calcaire de Roques-Hautes (initialement rapportée au Paléocène depuis les travaux de Collot), comme équivalente de la formation des Calcaires de Rognac. L'âge rognacien de cette formation a été retenu dans tous les travaux ultérieurs. Toutefois, compte tenu de la diachronie d'ouest en est des unités calcaires dans le Rognacien du Bassin de l'Arc, elle serait plutôt équivalente de la formation des Calcaires de Rousset (Garcia et Vianey-Liaud, 2001) située, selon ces auteures, à cheval sur la limite Campanien-Maastrichtien.

La réévaluation de l'âge des **anomalies magnétiques*** de la fin du Crétacé (Gradstein *et al.*, 1995) a conduit Cojan et Moreau (2006) à situer le dépôt du Calcaire de Rousset durant la majeure partie du Chron 32 et la partie inférieure du Chron 31R de l'**échelle magnétostratigraphique***. Par référence à l'échelle géochronologique internationale (2012), la limite Campanien-Maastrichtien (72,1Ma) se placerait dans la partie terminale de la formation des Calcaires de Rousset. Cette chronologie peut être étendue par corrélation à la formation calcaire de Roques-Hautes.

3.1.5. Siltites et calcaires du Rognacien supérieur

Reposant sur la formation calcaire de Roques-Hautes, se développe une trentaine de mètres de siltites argileuses lie-de-vin admettant à leur partie inférieure des passées décimétriques de conglomérats et à leur partie supérieure des intercalations de bancs calcaires à traces racinaires (photo 11).



Photo 11 : Siltites argileuses lie de vin et bancs de calcaires palustres intercalés. Rognacien supérieur de Roques-Hautes.

Des œufs de dinosauriens ont été cités dans la partie supérieure de la série (Touraine, 1961 ; Garcia et Vianey-Liaud, 2001 ; Cojan *et al.*, 2003).

Cette formation a été corrélée aux « Argiles rutilantes supérieures » (Rognacien supérieur) du Bassin de l'Arc, considérées comme équivalentes du Maastrichtien (Cojan et Moreau, 2006). Garcia et Vianey-Liaud (2001) y citent *Megaloolithus mamillare*, une **ooespèce*** également présente dans la même formation de la **coupe-type*** de Rousset et caractéristique du Rognacien supérieur.

À Roques-Hautes, les dépôts terminaux du Rognacien du Bassin de l'Arc (formation du « Poudingue de la Galante ») ne sont pas représentés, soit qu'ils aient été érodés avant la mise en place des cônes alluviaux discordants des Costes Chaudes, soit qu'ils ne se soient pas déposés dans ce secteur.

3.1.6. Cônes alluviaux des Costes Chaudes (Rognacien terminal à Vitrollien)

Cette unité conglomératique repose en discordance cartographique : au nord sur le bâti jurassique des Costes Chaudes (auquel elle est superposée avec une forte discordance angulaire ; photo 12), au sud sur les dépôts silteux du Rognacien supérieur (Roques-Hautes, Baou Roux) ou sur les corps conglomératiques du Rognacien inférieur (Champ de tir) qu'elle recouvre en **dépôts progradants*** successifs à pendage sud (photo 13). On l'observe également à l'ouest sur le plateau des Espinades (« Brèches » du Tholonet, *auct.*) où elle est en contact faillé avec les systèmes de cônes alluviaux de Bimont et de la Crête du Marbre. L'ensemble est constitué de corps conglomératiques amalgamés, à galets ou blocs de calcaire jurassique encroûtés par des **Microcodium*** (photos 14 et 15), ces organismes prenant ici un important développement. Des niveaux de calcrètes ou de siltites rouges s'y intercalent régulièrement. Il a été signalé (Touraine 1964a, Cojan *et al.*, 2003 ; Leleu, 2005) à la base de la formation des bancs **graveleux*** rouges, mal cimentés, dans lesquels on trouverait encore des œufs de dinosauriens.

Les cônes alluviaux des Costes Chaudes appartiennent au **Système des cônes alluviaux supérieurs (SCAS), sous-système SCAS(ii)** de Leleu, 2005. Les données d'alignements de blocs dans les différents corps conglomératiques indiquent un écoulement nord-sud et une source au nord similaire à celle du SCAI (Leleu, 2005). Pour cette auteure, la présence de coquilles d'œufs de dinosauriens conduit à conférer un âge Rognacien terminal (Maastrichtien tardif) à la base des conglomérats des Costes Chaudes ; un âge Vitrollien (étage local mis en équivalence avec le Danien) est proposé pour le reste de la formation (voir chapitre 3, figure 2).



Photo 12 : Couches renversées vers le sud du Jurassique supérieur (JS) des Costes Chaudes vues du Pas de l'Escalette. En contrebas, conglomérats discordants du Vitrollien appartenant au Système des cônes alluviaux supérieurs SCAS (ii).



Photo 13 : Architecture en éventail des corps alluviaux du système des cônes alluviaux supérieurs SCAS (ii) des Costes Chaudes ; noter les différences de direction de pendage entre les couches conglomératiques du SCAS (ii) et celles du système des cônes alluviaux inférieurs (ii) du Champ de tir, d'âge Rognacien inférieur. Le sud est à gauche de la photographie.



Photo 15 : Détail des conglomérats du système des cônes alluviaux supérieurs SCAS (ii) des Espinades montrant l'encroûtement des galets par des couches successives rubanées de Microcodium.



Photo 14 : Alternances de siltites rouges et de bancs conglomératiques dans le système des cônes alluviaux supérieurs SCAS (ii) du Vitrollien des Espinades.

3. 2. MIOCÈNE

Sur le territoire de la réserve naturelle, le Miocène est représenté par une série marine peu épaisse, attribuée au Tortonien, reposant sur une surface plane d'érosion sous-marine avec perforations d'organismes *lithophages** (photos 16 et 17) créée lors de la transgression de la mer miocène sur la bordure ouest du massif de la Sainte-Victoire. Les premiers dépôts sont représentés par des grès molassiques jaunâtres qui remplissent des cavités d'érosion affectant la surface de transgression. Au-dessus se placent quelques mètres de calcaires bioclastiques en petits bancs (photo 17) renfermant des débris de coquilles de bivalves, d'échinodermes et d'algues mélobésiées. La série se termine par un banc de calcrète à traces racinaires, très *karstifié**.

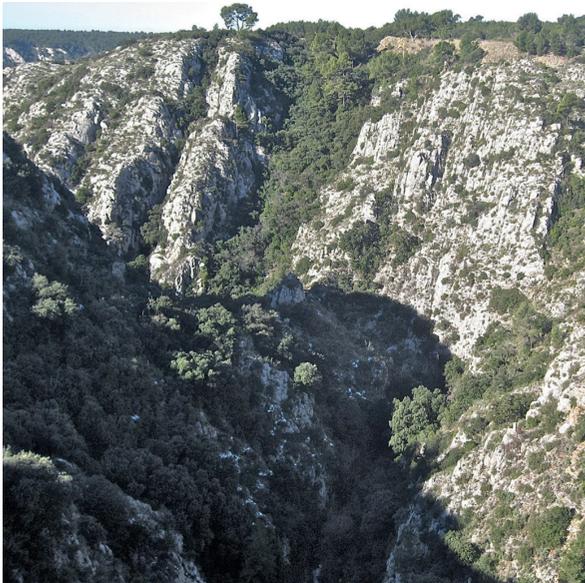


Photo 16 : Couches verticales du Jurassique supérieur de Bimont tronquées par la paléosurface plane d'abrasion sous-marine du Miocène.



Photo 17 : Bancs de molasse tortonienne reposant sur la paléosurface d'abrasion* sous-marine (S) tronquant les conglomérats vitrolliens (sentier ouest du Barrage de Bimont).

Esput *et al.* (2012), confèrent à ce chevauchement une ampleur importante et le raccordent en profondeur à un accident cisailant plat à vergence sud passant sous le synclinal interne de Roques-Hautes décollé et transporté vers le sud sur le synclinal de l'Arc.

Au vallon de l'Infernet, les conglomérats du Système des cônes alluviaux supérieurs (SCAS) reposent en discordance angulaire sur le pli-faille affectant les conglomérats du SCAL, ce qui apporte la preuve d'une mise en place **syndé debate*** de ce pli, du chevauchement de la Crête du Marbre et des replis des Harmelins, lors d'une phase tectonique ayant affecté la Montagne Sainte-Victoire avant le dépôt du SCAS. Pour Leleu (2005), le chevauchement de la Crête du Marbre est actif durant l'intervalle entre le dépôt du SCAL(i) de la Crête du Marbre et le dépôt du SCAL(ii) de Bimont et durant toute la durée de ce dernier comme l'attestent les discordances angulaires internes qui l'affectent. Selon l'auteure, le chevauchement est un accident de surface non enraciné qui prend naissance au front du pli de Bimont en activité pendant la sédimentation des cônes alluviaux. Le chevauchement aurait joué puis se serait redressé lors du serrage éocène.

4.2. LES FAILLES

4.2.1. Faille de Roques-Hautes

Il s'agit d'une faille de direction subméridienne (Nord 15) à pendage sub-vertical, affectant les terrains du Bégudien et du Rognacien de Roques-Hautes (photo 18), du Danien et du Jurassique supérieur des Costes Chaudes. Pour Leleu (2005) cet accident se prolongerait au sud jusque dans les terrains éocènes du Bassin de l'Arc.

La faille de Roques-Hautes (photos 18 et 19) a joué en faille normale (photo 20) avec effondrement du compartiment ouest de quelques dizaines de mètres, consécutivement à la distension oligocène (Esput *et al.*, 2012).



Photo 19 : Faille normale de Roques-Hautes dans les conglomérats du système des cônes alluviaux inférieurs SCAL (ii) Rognacien inférieur du Champ de tir.



Photo 20 : Plan strié de direction N 170° et pendage 65° O dans la zone de faille normale de Roques-Hautes (Champ de tir).

Elle a également joué en décrochement comme l'indique à Roques-Hautes dans les conglomérats du Champ de tir l'existence de stries peu inclinées sur certains plans de friction (photo 21) et le décalage horizontal de la barre du Jurassique supérieur des Costes Chaudes. Ce jeu décrochant pourrait être lié aux mouvements de compression de la phase pyrénéo provençale qui ont affecté en plusieurs épisodes la Montagne Sainte-Victoire entre le Campanien et l'Eocène (Lacombe *et al.* 1992), et/ou plus tardivement au Miocène. Pour Leleu (2005), la faille de Roques-Hautes a probablement influencé le dépôt et l'espace d'accommodation des cônes alluviaux SCAI(ii) du Champ de tir dont l'extension vers l'ouest est limitée par l'accident. Elle pourrait aussi avoir joué un rôle de découplage en termes de déformation entre le compartiment chevauché des Harmelins (photo 18) d'une part et celui du Vallon du marbre d'autre part.



Photo 21 : Plan strié de direction N 70° et pendage sub-vertical dans la zone de faille de Roques-Hautes (Champ de tir) et indiquant un mouvement de décrochement orienté sensiblement ouest-est.

4.2.2. Le faisceau d'accidents des Espinades

Le principal d'entre eux est un accident subméridien qui met en contact à l'est le Jurassique supérieur de Bimont, les conglomérats rognaciens de Bimont et ceux de la Crête du Marbre avec les conglomérats daniens des Espinades à l'ouest. D'autres failles, affectant la formation conglomératique de la Crête du Marbre et les terrains des Grands-Creux s'observent à l'est de cet accident majeur (photo 22). Le faisceau de failles des Espinades est reconnu comme le prolongement vers le nord de la faille de Meyreuil dans le bassin de l'Arc (Gaviglio et Gonzalès, 1987). Ces failles ont joué en failles normales sans doute au cours de la distension oligocène (Espurt *et al.*, 2012). Elles ont aussi joué en décrochement, vraisemblablement au cours de la phase compressive pyrénéo-provençale, à l'instar de la faille de Meyreuil dont elles sont le prolongement (Gaviglio et Gonzalès, 1987 ; Lacombe *et al.*, 1992). Pour Leleu (2005), la faille méridienne des Espinades aurait eu un jeu synsédimentaire et provoqué la déformation des cônes alluviaux de la Crête du Marbre avant le dépôt de ceux du Tholonet.



Photo 22 : Faille normale des Grands-Creux affectant la partie supérieure des conglomérats du système des cônes alluviaux inférieurs SCAI (ii) bégudiens de la Crête du Marbre.

4.2.3. Les failles post-miocènes

Il s'agit d'accidents mineurs de très faible rejet (de l'ordre du mètre) et de faible extension, qui affectent les terrains miocènes au sud du barrage de Bimont. Les accidents subméridiens pourraient correspondre au rejeu des failles qui affectent la Crête du Marbre. Les accidents est-ouest (photo 23) ou sud-ouest/nord-est sont des failles normales dont les deux principales délimitent les affleurements de Miocène du plateau de Bimont préservés ainsi dans une sorte de cuvette. Ce dispositif structural indique qu'une distension de direction sensiblement nord/sud a affecté le massif de Sainte-Victoire après le Tortonien.



Photo 23 : Faille normale de direction sensiblement ouest-est à regard nord affectant les molasses du Tortonien (sud du Barrage de Bimont).

5. CONCLUSIONS

A l'instar de ses gisements d'œufs fossilisés de dinosauriens, la Réserve Naturelle de Sainte-Victoire recèle également des formations et des structures géologiques qui s'avèrent d'un intérêt majeur. L'historique des recherches a montré que de nombreux problèmes inhérents à la stratigraphie et à la tectonique du massif de Sainte-Victoire ont été résolus grâce à des observations effectuées sur le site de la réserve naturelle ou ses environs immédiats. Grâce au lever d'une carte géologique détaillée à 1/12.500 et à de nombreuses coupes, il a été possible de décrire avec précision les formations géologiques et les accidents structuraux qui les affectent.

Ces formations fournissent des clés importantes pour la connaissance de l'évolution paléogéographique et structurale du massif de Sainte-Victoire de la fin du Crétacé au début du Tertiaire.

La qualité des affleurements, des coupes géologiques, des objets sédimentaires (particulièrement les systèmes de cônes alluviaux) et structuraux (failles, chevauchements) justifie amplement leur préservation et leur mise en valeur au sein de la réserve naturelle.

Des recherches plus approfondies devraient permettre à l'avenir de préciser certaines questions, notamment d'ordre stratigraphique et d'étendre les levés cartographiques à d'autres secteurs du massif de Sainte-Victoire.

Bibliographie

- Billerey A., Dughi R. et Sirugue F. (1959). Les œufs de Dinosaures et la datation des brèches de Sainte-Victoire. *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris* 248 : 272-274.
- Chorowicz J. et Ruiz R. (1979). Observations nouvelles sur la structure des « brèches » de Sainte-Victoire (Provence). *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris* 268 : 207-210.
- Chorowicz J. et Ruiz R. (1984). La Sainte-Victoire (Provence) : observations et interprétations nouvelles. *Géologie de la France* 4, 41-55.
- Cojan I. et Moreau M.-G. (2006). Correlation of terrestrial climatic fluctuations with global signals during the Upper Cretaceous-Danian in a compressive setting. *Journal of Sedimentary Research* 76 : 589-604.
- Cojan I, Renard M. et Emmanuel L. (2003). Palaeoenvironmental reconstruction of dinosaur nesting sites based on a geochemical approach to eggshells and associated palaeosols (Maastrichtian, Provence Basin, France). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 191 : 111-138.
- Collot L. (1880). *Description géologique des environs d'Aix-en-Provence*. Typographie Grollier, Montpellier, 234 p.
- Corroy G. (1957). La Montagne Sainte-Victoire. *Bulletin de la carte géologique de la France* 251, LV : 1-46.
- Corroy G., Durand J.P. et Tempier C. (1964). Evolution tectonique de la Montagne Sainte-Victoire en Provence. *Bulletin de la Société géologique de France* (7) VI : 91-106.
- Dughi R. et Sirugue F. (1957). La limite supérieure des gisements de Dinosauriens dans le bassin d'Aix-en-Provence. *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris* 245 : 907-909.
- Dughi R., Rey R., et Sirugue F. (1959). La limite supérieure du Crétacé continental dans le bassin d'Aix-en-Provence. *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris* 249, 2370-2372.
- Durand J.-P. et Tempier C. (1962). Etude tectonique de la zone des brèches du massif de Sainte-Victoire dans la région du Tholonet. *Bulletin de la Société géologique de France* (7) IV : 97-101.
- Espurt N., Hippolyte J.-C., Saillard M. et Bellier O. (2012). Geometry and kinematic evolution of a long-living foreland structure inferred from field data and cross section balancing, the Sainte-Victoire System, Provence, France. *Tectonics* 31 (4), p. 937.
- Garcia G. et Vianey-Liaud M. (2001). Dinosaur eggshells as biochronological markers in Upper Cretaceous continental deposits. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 169 : 153-164.
- Gaviglio P. et Gonzalès J.-F. (1987). Fracturation et histoire tectonique du bassin de Gardanne. *Bulletin de la Société géologique de France* (8), III, 4 : 675-682.
- Gradstein F. M., Agterberg F. P., Ogg J. G., Hardenbol J., Van Veen P., Thierry J. et Huang Z. (1995). A triassic, jurassic and cretaceous time-scale. In : *Geochronology, time-scales and global stratigraphic correlation*, Berggren W. A., Kent D. V., Aubry M.P. et Hardenbol J. (Eds). *Society for Sedimentary Geology Special publication* 54, p. 95-126.

- Lacombe O., Angelier J. et Laurent P. (1992). Determining paleostress orientations from faults and calcite twins: a case study near the Sainte-Victoire Range (southern France). *Tectonophysics* 201 : 141-156.
- Leleu S. (2005). *Les cônes alluviaux Crétacé supérieur/Paléocène en Provence : traceurs de l'évolution morpho-tectonique des stades précoces de collision*. Thèse de doctorat de l'Université de Strasbourg, 222 p.
- Leleu S., Ghienne J.-F. et Manatschal G. (2009). Alluvial fan development and morpho-tectonic evolution in response to contractional fault reactivation (Late Cretaceous-Paleocene), Provence, France. *Basin Research* 21 : 157-187.
- Philip J. (2012). *L'exploration géologique de la Provence : deux siècles et demi de débats et de controverses*. Presses des Mines. Histoire, sciences et sociétés, Paris. 366 p.
- Tortosa T. (2014). *Vertébrés continentaux du Crétacé supérieur de Provence (Sud-Est de la France)*. Thèse de doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie, 582 p.
- Touraine F. (1961). Nouveau gisement d'œufs de Dinosaures à Roques-Hautes (Bouches-du-Rhône). *Comptes rendus sommaires des séances de la société géologique de France*, p. 265-266.
- Touraine F. (1964a). Sur la datation des brèches de la montagne Sainte-Victoire près d'Aix-en-Provence. *Bulletin de la Société géologique de France* (7) VI : 127-133.
- Touraine F. (1964b). Les grands traits d'une structure nouvelle proposée pour le massif de Sainte-Victoire. *Bulletin de la Société géologique de France* (7) VI : 545-553.
- Touraine F. (1965). Phases terminales et tectogenèse de la montagne Sainte-Victoire. *Bulletin de la Société géologique de France* (7) VII : 59-63.

Chapitre I par Joël BOURIDEYS & Michel BURRELLY

Nous souhaitons remercier Gwénola MICHEL pour la mise à disposition des archives du Conseil départemental relatives à la réserve naturelle, ainsi que Anne-Mélina BOURIDEYS pour la traduction.

Chapitre II par Jean PHILIP

Les travaux sur le terrain ont été facilités par l'aide financière et logistique fournie par la Direction de l'Environnement au Conseil départemental des Bouches-du-Rhône. Que Sauveur AMICO puis Michel BURRELLY, directeurs successifs de la Réserve Naturelle Nationale de Sainte-Victoire en soient vivement remerciés. Loïc VILLIER a participé avec efficacité aux premiers levés et à la rédaction du rapport préliminaire. J'exprime ma gratitude à Monique VIANEY-LIAUD, Thierry TORTOSA et Yves DUTOUR pour les fructueux échanges que nous avons eus sur la stratigraphie du secteur de Roques-Hautes.

Chapitre III par Isabelle COJAN

Tout d'abord je tiens à remercier les nombreux collègues, doctorants et étudiants qui ont contribué à ces restitutions paléoclimatiques et qui se reconnaîtront. Ces projets, fruits de collaborations avec l'Université de Paris VI, l'Institut de Physique du Globe de Paris et l'University of Southern California, ont été l'occasion de longues missions de terrain pendant lesquelles l'aide des techniciens des Mines et bénévoles ont été précieuses.

Je tiens également à remercier vivement Gilles CHEYLAN, conservateur du Musée d'Aix-en-Provence pour nos longs échanges sur le bassin d'Aix-en-Provence ; Monique VIANEY-LIAUD, Géraldine GARCIA et Thierry TORTOSA pour leur partage du monde des dinosauriens. Un remerciement spécial aux équipes de fouilleurs entraînées par Yves DUTOUR toujours passionné par nos études.

Chapitre IV par Gilles CHEYLAN

Je remercie l'équipe scientifique du Muséum d'Histoire Naturelle d'Aix-en-Provence, et particulièrement Eric TURINI, pour son aide dans les recherches bibliographiques et l'inventaire des collections, ainsi que Thierry TORTOSA, conservateur de la réserve naturelle, pour sa relecture d'une première version du manuscrit.

Chapitre V par Géraldine GARCIA et Monique VIANEY-LIAUD

Ces travaux n'auraient pu être menés à bien sans les nombreuses collaborations nouées tout au long de ce travail, collaborations internationales (déjà citées dans le chapitre) et nationales : Xavier VALENTIN (Université de Poitiers) qui a fortement participé à la prospection en Provence notamment depuis Vitrolles (Valentin *et al.*, 2012), Alain CABOT pour le bassin de Villeveyrac-Mèze (Musée Parc des Dinosauriens, Mèze, Hérault), Jean LE LOEUFF (Musée des dinosauriens d'Espéras, Aude).

Chapitre VI par Thierry TORTOSA & Eric BUFFETAUT

Nous remercions Annie et Patrick MÉCHIN qui ont eu l'amabilité de nous laisser accéder à leur collection le temps de cette étude et pour le prêt de plusieurs photographies des fouilles menées en 1989. Nous remercions également Frédéric DURELLO (CD13), Gwénola MICHEL (CD13), Yves DUTOUR (MHNAix) et Frédéric PAUVAREL (Service régional de l'Inventaire général du patrimoine culturel PACA) pour leur aide durant la recherche et la redécouverte d'images et documents d'archives (des informations qui ont également été utilisées pour illustrer les chapitres I et IV), ainsi que Anne-Lise CHARRUAULT (ISEM/UM) pour l'accès aux collections universitaires de Montpellier (photo utilisée pour le chapitre V). Les fouilles menées en 2010 et 2011 n'auraient pas pu être réalisées sans l'autorisation et l'accompagnement administratif du Conseil départemental des Bouches-du-Rhône et plus particulièrement grâce à Sauveur AMICO, Michel BURRELLY et Gwénola MICHEL.



DEPARTEMENT13.FR



ISBN : 978-2-9507010-1-5

Direction de l'Environnement, des Grands Projets et de la Recherche
52, avenue de Saint-Just 13256 Marseille Cedex 20

departement13.fr