

LE CRÉTACE SUPÉRIEUR DE VILLAGRAINS, PRES DE DEUX SIECLES DE RECHERCHES GEOLOGIQUES

Par Frédéric BORDESSOULE

Le bassin d'Aquitaine forme une grande dépression bordée au Nord et à l'Est par les massifs anciens (vendéen et Massif central), au Sud par le massif pyrénéen et à l'Ouest par l'océan Atlantique. Dans la partie occidentale moyenne de ce bassin sédimentaire, de grandes plaines sableuses allant de la pointe de Grave au Nord, à Nérac à l'Est, en passant par l'embouchure de l'Adour au Sud marquent le plateau continental atlantique. Au sein de la plaine des Landes girondines, des niveaux géologiques datés de l'ère Secondaire se retrouvent à l'affleurement, alignés parallèlement à la chaîne des Pyrénées et définis sous le vocable d'anticlinaux ou de rides aquitaines. L'anticlinal de Villagrains est connu depuis 180 ans et ses niveaux du Crétacé supérieur ont fait l'objet de multiples observations, sans pour autant définir exactement l'appartenance de toute la continuité de la série sédimentaire.

Cette contribution a pour objet de dresser un historique assez large des travaux géologiques menés sur le site de Villagrains et d'apporter à la lumière des connaissances actuelles, quelques données nouvelles sur la paléofaune marine du site étudié.

1. Éléments sur le Crétacé supérieur d'Aquitaine

Le Crétacé supérieur représente la toute dernière partie de l'ère Secondaire. Il regroupe six étages du plus ancien au plus récent, dénommés Cénomanien, Turonien, Coniacien, Santonien, Campanien et Maastrichtien. Cette période s'étend de – 100 à – 66 millions d'années, soit sur environ 34 millions d'années. Durant cette époque, le Centre-Ouest de la France est recouvert par des mers profondes, pourvoyeuses de sédiments fins (boues carbonatées) qui forment aujourd'hui les falaises de calcaire crayeux de l'embouchure de la Gironde. L'importance des dépôts de cette période, ainsi que la diversité des fossiles ont permis de définir dans le bassin d'Aquitaine, trois étages historiques : le Coniacien situé à Cognac, le Santonien localisé à Saintes et le Campanien au cœur de la Champagne charentaise.

Les affleurements du Crétacé supérieur sont présents du Nord au Sud du bassin d'Aquitaine, sur les départements de la Charente et de la Charente-Maritime, de la Dordogne, de la Gironde, des Landes, du Gers, ainsi que des Pyrénées-Atlantiques, de la Haute-Garonne et de l'Ariège (Fig. 1).

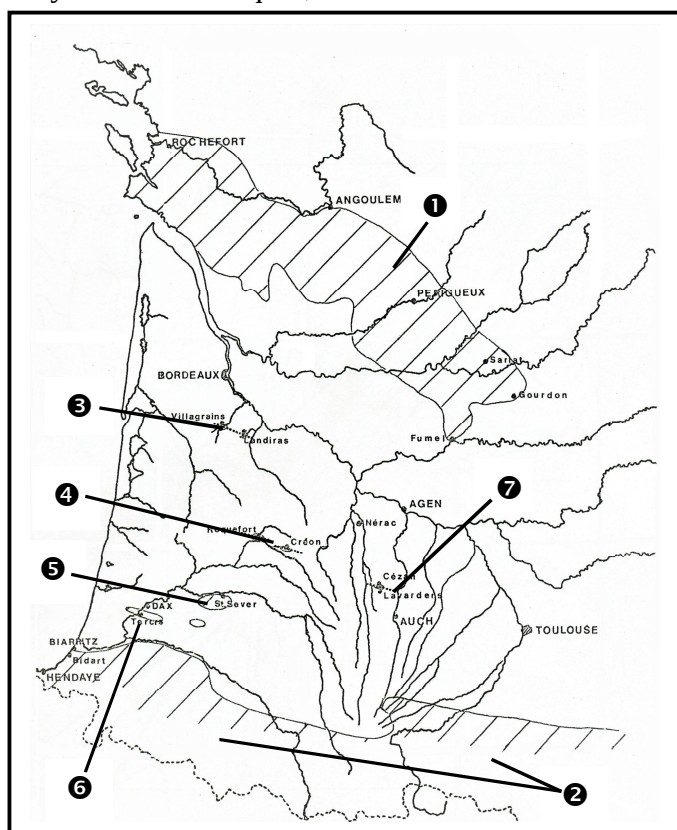


Fig. 1 : carte du bassin sédimentaire aquitain présentant les affleurements du Crétacé supérieur.

- 1 : affleurements de Charente, Charente Maritime et Dordogne (Nord et Est de l'Aquitaine)
- 2 : affleurements des Pyrénées et des Petites-Pyrénées (Sud de l'Aquitaine)
- 3 : ride de Villagrains - Landiras (Gironde)
- 4 : ride de Roquefort - Créon (Landes)
- 5 : ride d'Audignon - Saint-Sever (Landes)
- 6 : ride de Tercis-les-Bains (Landes)
- 7 : ride de Cézan - Lavardens (Gers)

(Carte extraite de la thèse de P.-L. Blanc, 1973, modifiée).

Au cours de cette époque, de nombreux invertébrés marins ont vécu sur la plate-forme carbonatée. Certains d'entre eux ont même caractérisé des niveaux précis, comme les foraminifères, les rudistes ou encore les ammonites, devenant ainsi des fossiles stratigraphiques, précieux pour la chronologie des terrains.

2. Aperçu historique des recherches sur Villagrains

En Gironde, les dépôts du Crétacé supérieur sont très rares. Pourtant, il existe deux zones où affleurent ces niveaux. La première est située à une trentaine de kilomètres au Sud de Bordeaux, et présente un intérêt géologique tout particulier : un anticlinal orienté Ouest-Est, résultant de la compression des terrains, sous l'effet de la tectonique pyrénéenne. Ce soulèvement a entraîné la mise au jour des couches du Crétacé supérieur dans le lit du Gât-Mort (petit affluent de la Garonne) sur la commune de Villagrains. A quinze kilomètres plus à l'Est se situe une deuxième zone, dans la vallée du Tursan, sur la commune de Landiras, qui forme avec la première, le célèbre anticlinal de Villagrains-Landiras. Ce second affleurement fera l'objet d'une étude ultérieure.

La découverte du Crétacé supérieur de Villagrains a été portée à connaissance pour la première fois en 1841, dans les Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux, par une note infrapaginale annexée à une publication de Charles Des Moulins. C'est à Gabriel Pigeon, ingénieur des Mines, chargé par le Conseil général de la Gironde de lever une carte du département, que nous devons cette trouvaille en 1840. Dès 1845, Paul-Michel Pedroni publie dans les Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux, ses observations sur la craie de Villagrains, deux ans avant Joseph Delbos, qui publiera les siennes en 1847, dans le Bulletin de la Société Géologique de France, en notant que « *la craie de Villagrains et celle de Tercis paraissent analogues à la craie grise de la Saintonge et du Périgord* ». Il associa à cette description, quelques déterminations de fossiles découverts par ses soins, comme *Ananchytes ovata*, *Asterias stratisfera*, *Tragos pisiformis*, *Inoceramus regularis*.

Entre 1846 et 1849, Victor Raulin entreprit une exploration systématique de la plaine des Landes, confirmant les observations de Pigeon sur la présence du Crétacé supérieur à Villagrains, en précisant toutefois que « *cette craie, qui est à l'état de calcaire compact jaunâtre, représente aussi la craie blanche supérieure du bassin de Paris* », appuyant ses propos avec deux nouveaux taxons prélevés *Ananchytes striata* et *A. Gravesii* présents à Villagrains et dans l'Oise. Raulin confiera les échinides découverts à Villagrains, à deux spécialistes de l'époque (Alcide d'Orbigny et Gustave Cotteau) qui détermineront ces restes fossiles et les décriront dans la *Paléontologie française*. C'est cependant en 1862, que Raulin publiera toutes ses observations réalisées sur Villagrains, après avoir avec Eugène Jacquot, élaboré la carte géologique du département des Landes. Il en sortira une liste de fossiles avec les taxons suivants : *Salenia heberti*, *Echinoconus raulini*, *E. subconicus*, *E. minimus*, *Ananchytes ovata*, *A. striata*, *A. conica*, *Offaster pilula*, *Hemiaster nasutulus*, *Spondylus striatus*, *Ostrea vesicularis*, *Terebralia carnea*, *Orbitoides media*, *Inoceramus* sp. indiquant clairement une appartenance au Crétacé supérieur.

Suite à ces travaux, Raoul Tournouër visitera à son tour le site de Villagrains et y découvrira les niveaux de calcaires lacustres aquitaniens directement transgressifs sur le Crétacé supérieur. En 1866, c'est au tour de Edmond Hébert d'effectuer une reconnaissance géologique le long du Gât-Mort et de prélever des échantillons, qu'il décrira vingt ans plus tard, dans une note publiée à la Société Géologique de France. Parmi les fossiles les plus abondants observés, il liste *Echinoconus gigas*, *Lima marrotiana*, *Salenia scutigera*, *Ananchytes ovata*, *Terebratula* sp. et *T. carnea* et *Offaster* cf. *pilula*. Ces vestiges fossiles poussent Hébert à donner un âge Danien aux couches de Villagrains.

En 1872, Oscar Linder publie la carte géologique n°191 de La-Teste-de-Buch, sur laquelle les affleurements de Villagrains sont portés de façon erronée. Néanmoins, il précise que « *les couches supérieures de Villagrains rappellent les couches les plus élevées du Crétacé de Mirambeau et celles de Talmont-sur-Gironde dans la Charente-Maritime* ».

L'année de la publication d'Hébert (1886) coïncidera avec l'excursion organisée par la Société Linnéenne de Bordeaux sur l'anticlinal de Villagrains, qui conduira l'un des participants (Emmanuel Fallot) à examiner en détail ces niveaux. C'est à cet auteur, que nous devons les travaux les plus complets parus en 1892 sur le Crétacé supérieur de Villagrains, avec en particulier l'ébauche de la première succession stratigraphique (Fig. 2) qui sera détaillé plus loin. A partir de la fin des années 1890, la région de Villagrains entre dans une longue période d'oubli. Durant près d'un demi-siècle, il n'y aura plus d'études géologiques menées sur cette localité.

Il faudra donc attendre les années 1940 pour voir réapparaître quelques études nouvelles et complémentaires sur ce sujet.

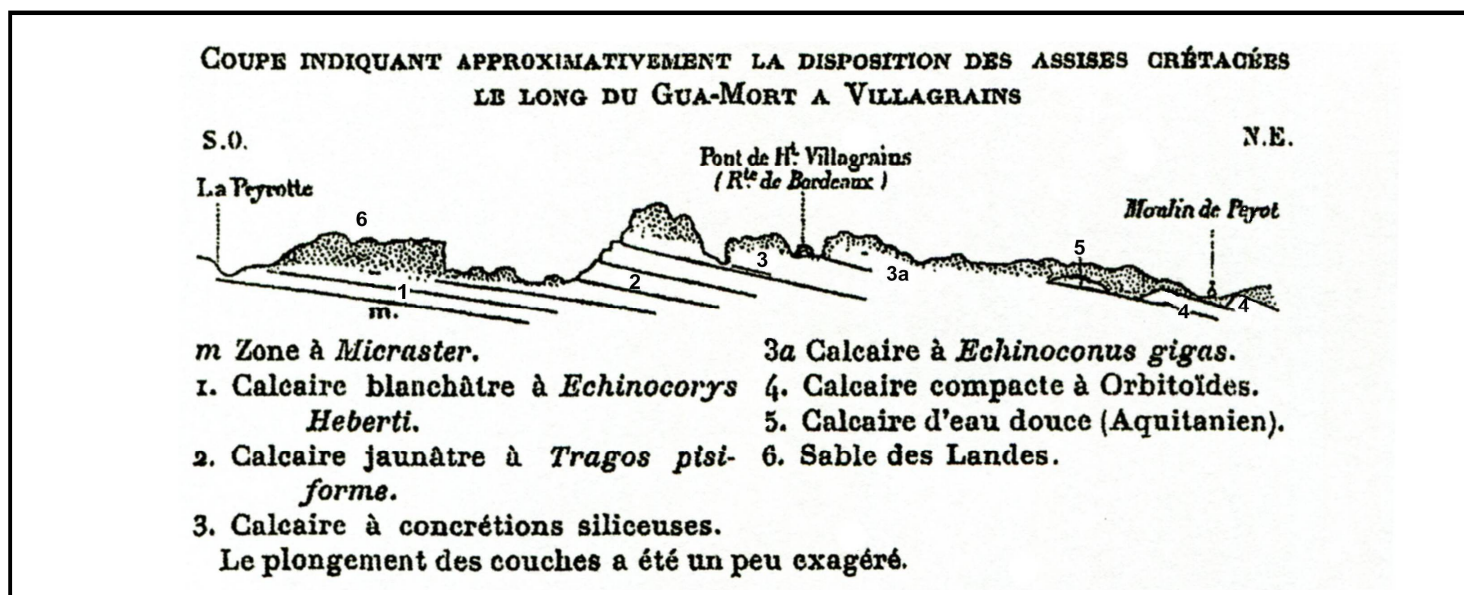


Fig. 2 : schéma d'après E. Fallot, montrant l'ensemble des affleurements du Crétacé supérieur situés dans la vallée du Gât-Mort, sur environ trois kilomètres et publié dans le Bulletin de la Société Géologique de France en 1892. Notons que les affleurements observables à Villagrains ne constituent que la coupe transversale du flanc Nord de l'anticlinal.

C'est en 1941, que Fernand Daguin publie *Les rides et les accidents anticlinaux du centre de L'Aquitaine occidentale*, en abordant le cas de Villagrains et en précisant que « l'examen des fossiles prélevés montre qu'il s'agit de Crétacé très élevé dans la série stratigraphique » puis poursuit en 1948, dans son célèbre ouvrage *L'Aquitaine occidentale*, où il relate les principales observations et découvertes des naturalistes du 19^e siècle, en précisant que « L'ensemble de ce Crétacé supérieur peut être rapporté à l'Aturien du Bassin de l'Adour » et en ajoutant que « Les séries d'échinides, réunies autrefois à Villagrains par Hébert et Raulin, ces dernières conservées au Laboratoire de Géologie de Bordeaux, ont permis de définir le Campanien et le Maastrichtien, certains fossiles rappelant des formes de Tercis dans le Sud des Landes ».

En 1953, Michel Vigneaux publie un petit opuscule sur les forages profonds réalisés sur l'anticlinal de Villagrains et Landiras, mais ses conclusions sont d'ordre purement tectonique. En 1958, Madeleine Neumann apporte quelques renseignements nouveaux dans sa thèse, sur les faunes d'Orbitoididae présentes dans le Maastrichtien de Villagrains. Il faudra attendre l'année 1973, pour voir enfin l'édition de la carte géologique n°851 (Hostens) par Jacques Alvinerie et Jacques Gayet, qui figure les niveaux du Crétacé supérieur de Villagrains, en distinguant le Campanien noté C₆ et le Maastrichtien noté C₇. Ce dernier apparaît d'ailleurs beaucoup plus étendu que sur la carte de La Teste-de-Buch, sur laquelle il figurait à l'époque. Mais l'année 1973 est surtout marquée par la thèse de Paul-Louis Blanc, intitulée « *Le crétacé terminal des rides de Villagrains-Landiras (Gironde) et Roquefort-Créon (Landes) – Cézán-Lavardans (Gers)* ». Dans ce travail très conséquent, Blanc réétudie l'ensemble des niveaux de calcaires crayeux de la vallée du Gât-Mort, par les moyens que lui offre la micropaléontologie. Grâce aux foraminifères, il tente de caler au plus juste les différentes couches, en distinguant très clairement le Campanien supérieur dans la partie amont du cours d'eau, entre le ruisseau de la Nère et celui de Labadie, puis le Maastrichtien, en amont du pont de la route départementale 651 et jusqu'au moulin de Peyot. Dans ses conclusions, une zone demeure blanche, c'est-à-dire sans datation précise (entre le Campanien et le Maastrichtien) et une autre est notée Maastrichtien inférieur, un peu en amont du pont de la RD 651 et jusqu'à une cinquantaine de mètres en aval de la Fontaine Saint-Jean, avec un point d'interrogation, donc sans aucune certitude. Cette dernière zone nous intéressera plus tard, puisque c'est celle-ci que j'ai pu étudier avec le plus grand soin.

Enfin plus proche de nous, et pour clore cet historique de recherches, Jean-Pierre Platel réalise en 1989, une synthèse géologique complète sur le Crétacé supérieur du Nord de l'Aquitaine, en y intégrant les données relatives au site de Villagrains. Depuis ces travaux, peu d'investigations ont été menées au niveau géologique et paléontologique. Le site de Villagrains semblait tomber à nouveau dans l'oubli.

Notons toutefois l'étude du sous-sol profond par Jean-Pierre Platel et Olivier Serrano (2008) à partir des données sismiques et de forages.

3. Etat des connaissances aux 19^e et 20^e siècles sur le Crétacé supérieur de Villagrains

Comme nous l'avons vu précédemment, c'est en 1840 que Gabriel Pigeon découvre les niveaux du Crétacé supérieur de Villagrains, à l'occasion d'un relevé de terrain. Victor Raulin quant à lui, apportera une importante contribution à la connaissance de ces affleurements. Mais, c'est à Emmanuel Fallot (1892) que reviendra le mérite d'avoir esquissé une coupe stratigraphique, en indiquant des localisations précises (Fig. 2). Ce travail constitue encore aujourd'hui, un apport remarquable pour la science et peut être considéré comme la véritable première étude complète sur ce site. Fallot distingua dans ses recherches (entre le moulin de la Peyrotte et celui de Peyot, du Sud-Ouest au Nord-Ouest) dans la vallée du Gât-Mort (d'amont en aval) sur une distance d'environ trois kilomètres, une série d'affleurements qu'il décrit de la manière suivante :

- A l'emplacement du moulin de la Peyrotte et un peu en amont, se trouvent « *des calcaires usés, démantelés, sans fossiles* ».
- Dans les berges du ruisseau, à environ 150 mètres en aval de l'emplacement qu'occupait autrefois le moulin de la Peyrotte (ou de la Nère suivant les auteurs) s'observait un calcaire blanc et friable, un peu crayeux, dans lequel ont été découverts *Micraster aturicus* ou *coranguinum*, *Echinocorys heberti* ou *striatus*, *Conulus raulini*, *Spondylus lineatus*, *Terebralia carnea*, *Offaster pilula*, ainsi qu'un radiole de *Cidaris* et des débris d'*Inocéramus* du groupe *cuvieri-lamarcki*. Cet ensemble est noté 1 sur le schéma de la figure 2 et correspond d'après Fallot, à l'étage Campanien.
- Un peu plus en aval, dans un escarpement de la rive droite, au niveau du confluent du ruisseau de Labadie, Fallot a observé une roche jaunâtre d'aspect terreux, renfermant *Tragos pisiformis* (= *Porosphaera globularis*), *Salenia* sp., *Cidaris* sp., *Echinocorys* sp., ainsi que des débris de Nautilites et un morceau de *Pachydiscus*. Cette zone notée 2 sur la coupe, n'a pas d'âge attribué par Fallot.
- Sur la rive droite du Gât-Mort, un peu en amont du pont de la route de Bordeaux (aujourd'hui dénommée Route du Gât-Mort) avaient été signalés plusieurs *Echinocorys vulgaris* var. acuminée et des boules de silice pulvérulente, que Fallot rapprochait à des calcaires plus ou moins jaunâtres, en dalles minces, à texture rarement crayeuse, d'une carrière située à deux kilomètres au Sud du Haut-Villagrains. Cette assise notée 3 appartient d'après Fallot, à l'étage Maastrichtien.
- A environ 50 mètres en aval du pont de la D 651, près d'une source à 14 degrés (Fontaine Saint-Jean) décrite en 1862 par Raulin, s'ouvrait une petite carrière où Fallot y trouva *Echinocorys vulgaris* var. acuminée, *Conulus gigas*, des *Offaster*, *Pycnodonta vesicularis* et quelques *Porosphaera globularis*. Cet ensemble calcaire tantôt compact, dur, tantôt tendre, crayeux un peu grossier, jaune à blanc à stratification indistincte a été noté 3a par Fallot et considéré comme du Maastrichtien.
- Enfin, l'assise notée 4, au niveau du moulin de Peyot et à 200 mètres en aval est un calcaire jaune, compact, presque cristallin, à cassure à bords translucides, dans lequel *Orbitoides media*, *Lepidorbitoides socialis* et *Clypeorbis mamillata* ont été observés. Cette zone est aussi classée en Maastrichtien.

Suite à ces travaux par Fallot, c'est à Paul-Louis Blanc que nous devons la révision complète de la série de la vallée du Gât-Mort à Villagrains, grâce à son étude sur les foraminifères, publiée dans sa thèse de 3^e cycle de doctorat, en 1973. Dans ce travail, Blanc précise que le Crétacé supérieur de Villagrains n'est représenté seulement que par le Campanien supérieur et le Maastrichtien. Il argumente cela en s'appuyant sur les différents échantillons qu'il a pu prélever tout le long du Gât-Mort, en distinguant cinq zones, qui vont, de la confluence du ruisseau de la Nère au Sud-Ouest, jusqu'au moulin de Peyot au Nord-Est (Fig. 3).

- Du moulin de la Peyrotte (ou de la Nère) jusqu'à une dizaine de mètres en amont de la confluence avec le ruisseau de Labadie, Blanc délimite le Campanien supérieur (1), avec la présence de nombreuses espèces de *Globotruncana* (*arca*, *caliciformis*, *rugosa*, *venticosa*).
- Une seconde petite zone est matérialisée à une dizaine de mètres de la confluence du ruisseau de Labadie et sur quelques mètres de long (2), où *Globotruncana calcarata* et *G. rosetta* caractéristiques du Campanien terminal sont identifiés.
- S'en suit une lacune totale d'affleurement sur au moins cinq cents mètres, jusqu'au confluent de la craste de Pillon avec le Gât-Mort (3). Cette dernière n'a pas permis de déterminer un âge géologique précis.



- A environ deux cents mètres en amont du pont de la départementale 651 (actuelle route du Gât-Mort), une quatrième zone débute et se poursuit jusqu'à une soixantaine de mètres en aval de la fontaine Saint-Jean (4). Il s'agirait d'après Blanc, du Maastrichtien inférieur, qu'il note cependant avec beaucoup de prudence et d'interrogation et que nous développerons plus loin. La présence de *Goupillaudina daguini*, foraminifère connu au Campanien, mais qui a pu migrer au Maastrichtien, le fait pencher vers cette hypothèse. Il renforce cette idée, également grâce à la présence de l'échinide *Conulus gigas*, présent dans différents niveaux maastrichtiens des Petites-Pyrénées.
- Enfin, une dernière série (5) qui démarre cinquante mètres plus bas, et qui va jusqu'à environ deux cents mètres après le moulin de Peyot est reconnue par Blanc, comme étant du Maastrichtien.

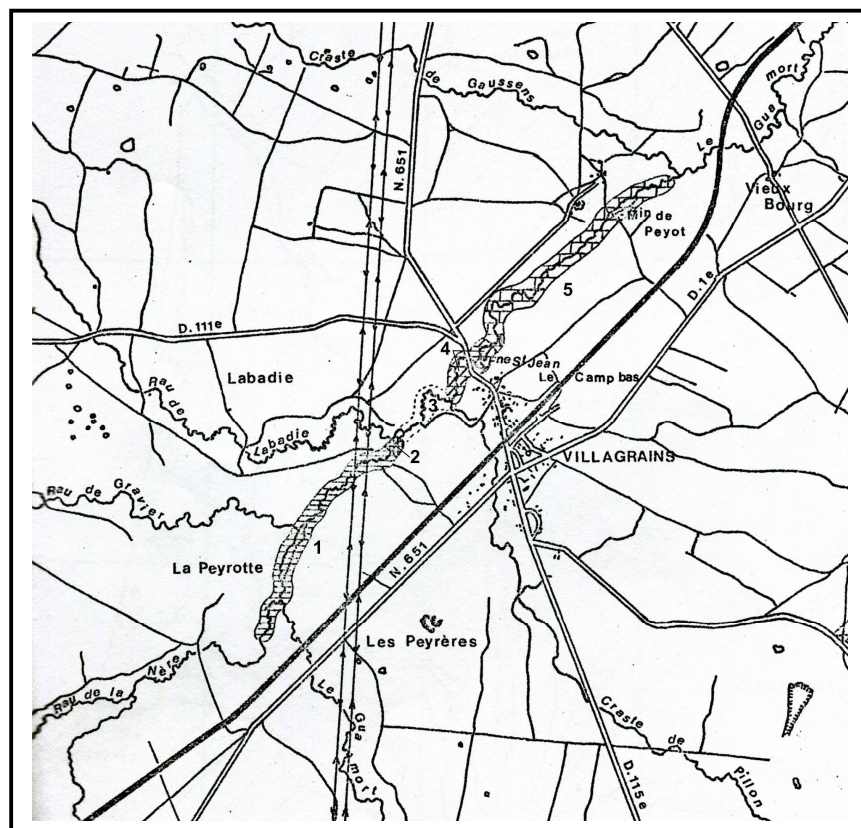


Fig. 3 : zones d'affleurements du Crétacé supérieur le long du lit du Gat-Mort à Villagrains. Les numéros de 1 à 5 correspondent aux zones délimitées par P.-L. Blanc.

- 1 : Campanien supérieur
- 2 : Campanien supérieur, zone à *Globotruncana calcarata* et *G. rosetta*
- 3 : lacune d'affleurement non datée
- 4 : Maastrichtien inférieur ?
- 5 : Maastrichtien

(Carte extraite de la thèse de P.-L. Blanc, 1973, modifiée).

4. Etat actuel des connaissances

Trente-et-un ans après les travaux de Blanc, l'Association Paléontologique du Bassin Aquitain, sous la direction de Frédéric Bordessoule a investi le terrain, pour tenter de mieux appréhender cet environnement du Crétacé supérieur. La reconnaissance de l'ensemble de la série, nous a permis de retrouver toutes les localités étudiées précédemment par Fallot, puis Blanc, bien qu'avec le temps, le sable des Landes ait masqué en grande partie les affleurements décrits. Notre intérêt s'est porté sur un point de la zone déterminée par Blanc en Maastrichtien inférieur, qui aujourd'hui encore fait débat. Il se situe précisément à une cinquantaine de mètres en aval du pont de la route du Gât-Mort et à une soixantaine de mètres en aval de la fontaine Saint-Jean, dans un coude en rive gauche, où affleure un calcaire crayeux blanc à silex.

Les fouilles dirigées entre 2004 et 2014 sont les premières du genre de cette ampleur et ont permis de révéler une faune fossile relativement plus importante que ce que l'on pouvait imaginer et que celle décrite à l'époque. Les différents lots de fossiles sont constitués d'embranchements d'invertébrés marins, avec d'une part une microfaune assez peu abondante représentée par les Foraminifères (benthiques - peu fréquents - et planctoniques - rares -) et les Crustacés (Ostracodes) et d'autre part, avec une macrofaune plus dominante et aisément reconnaissable, comme les Porifères (éponges calcaires et siliceuses), les Bryozoaires (encroûtants, branchus et libres), les Cnidaires (espèces solitaires et coloniales branchues), les Brachiopodes, les Mollusques (Bivalves, Gastéropodes et Céphalopodes) et les Echinodermes (Crinoïdes, Astérides et Echinides). D'une manière générale, cette faune fossile est dans un état de conservation assez variable : certains spécimens sont bien préservés, tandis que d'autres apparaissent déformés, usés, cassés et même recristallisés.

Plusieurs études ont été dirigées et publiées durant cette dernière décennie, avec entre autre la première découverte du genre *Baculites* (Cephalopoda) (Bordessoule, 2015) (Fig. 4), la description d'une espèce connue et d'une autre inédite (pour Villagrains) du genre *Porosphaera* (Porifera, calcarea) (Bordessoule, 2018) ou encore le premier signalement du genre *Hoploscaphites* (Cephalopoda) (Bordessoule, 2019) (Fig. 5). Ces travaux ont permis de mettre en évidence la présence de certains groupes, en l'occurrence les Ammonites hétéromorphes, totalement absents jusque-là dans les niveaux du Crétacé supérieur de Villagrains. L'examen de cette ammonitofaune tendrait plutôt à supposer que nous sommes en présence d'un niveau du Campanien supérieur, malgré la présence de *Conulus gigas* reconnu par Fallot et Blanc, qui plaiderait pour un âge Maastrichtien. De plus, Blanc y a trouvé un morceau de *Lepidorbitoides* très abîmé et non déterminable, ainsi que plusieurs spécimens de *Goupillaudina daguini*, nouvelle forme de foraminifères jamais découverte auparavant, le faisant classer ce faciès en Maastrichtien.

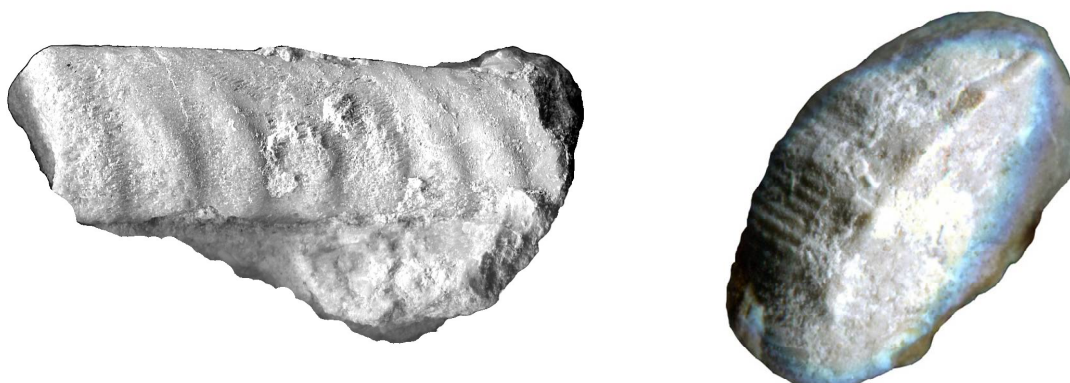


Fig. 4 : phragmocône de *Baculites* sp. ; longueur : 70 mm (photo de gauche).
 Fig. 5 : phragmocône d'*Hoploscaphites* sp. ; longueur : 21,29 mm (photo de droite).

Pourtant, des indices paléontologiques actuels confirment une appartenance claire de certains taxons (échinofaune) au Campanien, comme le petit échinide *Offaster pilula* (Halosteridae) ou encore au Campanien supérieur, avec le classique régulier *Pleurosalenia heberti* (Saleniidae) [Com. Perso. Didier Néraudeau], tous deux mis au jour sur la zone n° 4, notée « Maastrichtien inférieur ? » par Blanc (Fig. 3), qui correspond à la couche n° 3a de Fallot (Fig. 2), qu'il avait attribué déjà à l'époque au Maastrichtien. Notons que la présence d'*Offaster pilula* et de *Pleurosalenia heberti* est plutôt surprenante dans des couches rattachées au Maastrichtien et que *Goupillaudina daguini* est avant tout une forme campanienne.

En l'état actuel des connaissances, le matériel paléontologique disponible n'a pas encore été étudié dans sa totalité, ce qui ne permet donc pas de donner un âge avec certitude à ce niveau. Néanmoins, le faisceau d'indices fossiles nous conduit à penser que nous sommes bien dans le prolongement des niveaux du Campanien supérieur qui se situent en amont de notre zone de fouilles. Des études en cours sur des groupes comme les Dinoflagellés, les Bryozoaires, les Ostracodes, les Ammonites ou encore les Echinides devraient nous permettre de confirmer une datation plus précise.

5. Synthèse conclusive

La différenciation entre le Campanien supérieur et le Maastrichtien inférieur sur la zone étudiée à Villagrains fait aujourd'hui encore débat. En effet, l'attribution d'un âge géologique précis à cette zone est toujours discutée. Depuis la découverte par Pigeon de ces couches du Crétacé supérieur, jusqu'aux fouilles entreprises en 2004 par l'A.P.B.A., en passant par les premiers riches et précieux travaux des naturalistes du 19^e siècle, le site de Villagrains conserve encore aujourd'hui une partie de ses secrets, bien enfouis dans la roche crayeuse à silex. Mais, les récentes études (Bordessoule 2015, 2018, 2019) sur l'examen des lots de fossiles prélevés ont d'une part, permis de compléter l'inventaire paléontologique (nous en sommes qu'au début), et d'autre part, offert la possibilité d'affiner le cadre stratigraphique. A n'en pas douter, les prochaines années devraient nous permettre de trancher définitivement cette question, en attribuant clairement ces niveaux sédimentaires soit au Campanien supérieur, soit au Maastrichtien inférieur.

Bibliographie

- ABRARD R. (1924). Contribution à l'étude des étages Campanien et Maestrichtien aux environs de Royan. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 4^e série, T. 24, p. 642-653.
- ALVINERIE J., GAYET J. (1973). Carte géologique de la France (1/50 000). Feuille d'Hostens (851) et notice explicative 21 p., Orléans, BRGM.
- ARCHIAC A. d' (1837). Mémoire sur la formation crétacée du Sud-Ouest de la France. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 1^e série, T. 2.
- ARNAUD H. (1877). Mémoire sur le terrain crétacé du Sud-Ouest de la France. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 2^e série, T. 10, n° 4.
- BIGNOT G., NEUMANN M. (1991). Les "grands" foraminifères du Crétacé terminal et du Paléogène du Nord-Ouest européen. Recensement et extensions chronologiques. *Bull. Inf. Géol. Bassin Paris*, 28/2, p. 13-29.
- BIGNOT G., NEUMANN M. (1997). Les grands foraminifères du Campanien, indicateurs thermiques des eaux de la mer de la craie. *Bull. Trim. Soc. Géol. Normandie et Amis Muséum du Havre*, T. 84, fasc. 2, 9 p.
- BLANC P.-L. (1973). Le Crétacé terminal des rides de Villagrains - Landiras (Gironde) et Roquefort - Créon (Landes) – Cézán - Lavardens (Gers). Thèse de Doct. 3^e cycle, Univ. Paris, 192 p.
- BORDESSOULE F. (2015). Découverte inédite du genre *Baculites* (Cephalopoda) dans les calcaires crayeux du Crétacé supérieur de Villagrains (Gironde, SO France). *ATURIA* n° spécial, p. 4-18.
- BORDESSOULE F. (2018). Présence de deux espèces du genre *Porosphaera* Steinmann, 1878 (Porifera, Calcarea) du Campanien (Crétacé supérieur) de Villagrains (SO, France). *ATURIA*, n° 83, p. 13-18.
- BORDESSOULE F. (2019). A Villagrains, un site paléontologique remarquable au Crétacé supérieur. *Echo des Faluns*, n°45-46, p. 25-26.
- BORDESSOULE F. (2019). Première découverte du genre *Hoploscaphites* NOWAK, 1911 (Mollusca, Cephalopoda) dans le Campanien supérieur (Crétacé supérieur) de Villagrains (SO France). *ATURIA*, n° 87, p. 6-12.
- DAGUIN F. (1941). Les rides et les accidents anticlinaux du centre de l'Aquitaine occidentale. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, 43, 207, p. 21-84.
- DAGUIN F. (1948). L'Aquitaine occidentale. Collection géologie régionale de la France. Ed. Hermann & Cie, p. 41-42.
- DELBOS J. (1847). Sur la craie de Villagrains in Notice géologique sur les terrains du bassin de l'Adour. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (2), T. 4, p. 714.
- DELPEY G. (1939). Paléogéographie du Sud-Ouest de la France au Crétacé supérieur. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, T. 73, p. 250-266, 7 figs.
- FALLOT E. (1886). Compte-rendu d'excursion géologique à Villagrains (4 mars 1886). *P. V. Soc. Linn. Bordeaux*, T. 40, p. 34.
- FALLOT E. (1886). Note sur la craie de Villagrains. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (3), T. 14, p. 559-560.
- FALLOT E. (1892). Quelques observations sur le Crétacé supérieur dans l'intérieur du Bassin de l'Aquitaine et ses relations avec les terrains tertiaires. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (3), T. 20, p. 350-370.
- FALLOT E. (1893). Disposition des assises crétacées dans l'intérieur du Bassin de l'Aquitaine. *C. R. Ac. Sc.*, T. 116, p. 278-280.
- GLANGEAUD P. (1899). Etude sur les plissements du Crétacé du Bassin de l'Aquitaine. *Bull. Carte Géol. Fr.*, n° 70 ; T. 11, 48 p., 21 figs., 2 pls.
- HEBERT E. (1886). Remarques sur la faune des couches crétacées de Villagrains. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (3), T. 14, p. 586-587.
- LINDER O. (1870). A propos du Crétacé de Villagrains in Des dépôts lacustres du vallon de Saucats, *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, T. 27, p. 496.
- LINDER O. (1872). Présentation de la carte géologique du département de la Gironde par Pigeon. *P. V. Soc. Linn. Bordeaux*, T. 28, p. 73.
- MARIE P. (1957). *Goupillaudina*, nouveau genre du Crétacé supérieur. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 6^e série, T. 7, p. 861-876, pl. 63.
- NEUMANN M. (1958). Révision des Orbitoïdides du Crétacé et de l'Eocène en Aquitaine occidentale. Thèse d'Etat, Paris, *Mém. Soc. Géol. Fr.*, n°83.
- NEUMANN M., PLATEL J.-P. & al. (1983). Le Campanien stratotypique : étude lithologique et micropaléontologique. *Géol. Méditer., Marseille*, T. 10, n°3-4, p. 41-57.
- PEDRONI P.-M. (1845). Rapport sur une excursion à Villagrains. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, T. 14, p. 65.
- PIGEON G. (1841). Sur le Crétacé de Villagrains in Des Moulins. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, T. 11, p. 464.
- PIGEON G. (1860). Carte géologique du département de la Gironde au 1/320 000^e. Imprimerie impériale, Paris, 1 feuille.
- PLATEL J.-P. (1989). Le Crétacé supérieur de la plate-forme septentrionale du Bassin d'Aquitaine. Stratigraphie et évolution géodynamique. *Doc. B.R.G.M. n°164*, p. 1-572.
- PLATEL J.-P., SERRANO O. (2008). Structuration des formations du Tertiaire et du Crétacé dans le Sud-Gironde (Villagrains - Saint-Magne) après retraitement et interprétation de profils de sismique-réflexion ancienne. *Rapport B.R.G.M.*, 41 p.
- POMEROL Ch. (1975). Stratigraphie et paléogéographie. Ere Mésozoïque. Ed. Doin, p. 221-312.
- RAT P. (1959). Aquitaine et Pyrénées au Crétacé supérieur. *Coll. Crétacé sup. Français, 84^e Congr. Soc. Sav. Dijon*. Ed. Gauthier-Villars, p. 815-839.
- RAULIN V. (1848). A propos de la craie de Villagrains in Faits et considérations pour servir au classement du terrain à Nummulites. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (2), T. 5, p. 121.
- RAULIN V. (1862). Sur quelques protubérances crétacées de la partie occidentale de l'Aquitaine. *Actes Acad. Bordeaux*, T. 24, p. 199-222.
- SERONIE-VIVIEN M. (1972). Contribution à l'étude du Sénonien en Aquitaine Septentrionale. Ses stratotypes : Coniacien, Santonien, Campanien. Comité Français de Stratigraphie, les stratotypes français, vol. 2, Ed. CNRS, 195 p.
- TOURNOUER R. (1862). A propos du Crétacé de Landiras et de Villagrains in Note stratigraphique et paléontologique sur les faluns du département de la Gironde. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (2), T. 19, p. 1058-1059.
- VIGNEAUX M. (1953). L'anticlinal de Villagrains - Landiras (Gironde). *Publ. B.R.G.M.*, n°11. VIGNEAUX M. (1950). A propos de la ride de Villagrains - Landiras. *C. R. somm. Soc. Géol. Fr.*, fasc. 10, p. 173-174.