

Spirale VZ

n°54



Val d'Azergues, du 1^{er} janvier au 31 décembre 2020 **N°54**

Bulletin de la Section Paléontologique de l'Usine Lafarge-Val d'Azergues et de
l'Association Géologique et Paléontologique de la Carrière Lafarge de Belmont d'Azergues

35^{ème} année de parution de la Spirale



Dessin de Marcel FALQUE

Édito

Rédiger un éditorial pour la Spirale n'est pas cette année chose facile. Une pirouette n'y suffira pas. La raison principale n'en est pas la richesse du contenu, encore que ce numéro soit peut-être le plus copieux que notre bulletin ait jamais connu.

Deux articles sont centrés sur notre région : l'un de géologie par le spécialiste Bruno ROUSSELLE, l'autre de paléontologie, par Vianney GADIOLET, concernant un site proche mais extérieur à la carrière, il faut le souligner. La paléontologie est aussi le domaine de deux autres articles, l'un de Louis RULLEAU, l'autre de Guillaume GELIN, concernant tous deux, intéressante coïncidence, les *Boulericeratinae*. Jean ARBAULT fait le bilan de la frustrante année 2020, tandis que Jean-Marc DUPUIS espère détendre un peu l'ambiance en relatant une sortie exceptionnelle puisqu'elle a pu avoir lieu entre deux confinements. Merci à ces auteurs, ainsi qu'aux fidèles coupeurs de presse qui participent à leur manière à l'enrichissement de notre culture.

Et puis, il y a le dernier, le définitivement dernier article de Marcel FALQUE, notre grand conteur d'excursions, qui a tiré sa révérence en ayant, c'est sûr, des images de fossiles plein la tête.

Marcel n'est pas la seule perte que nous ayons à déplorer cette année. Marc DUPOIZAT a vu partir sa compagne Michelle qui était pour l'ensemble de la Section une sorte de figure maternelle. Anne TRUCHE et Jean-Pierre CLOCHER ont partagé avec la France entière un émouvant au-revoir à Pierre TRUCHE.

Si vous le voulez, c'est avec ces trois belles personnes que nous commencerons notre lecture.

Il nous faut, de surcroît, partager un quatrième deuil, celui de Jacques IGOLEN, notre Président-fondateur, dont la mère est décédée récemment. Sans l'avoir connue, je me souviens d'avoir écrit une chanson pour elle mais je l'ai oubliée, pardon à elle. Elle était bien entourée. Salut, Jacques.

Jean-Pierre PRANDINI



Cyanotrichite...
page 36



Perroudite...
page 36



Requiena...
page 49

Sommaire de ce numéro 54

Éditorial

par Jean-Pierre PRANDINI, page 3

Hommage à Michelle DUPOIZAT page 5

Hommage à Pierre TRUCHE page 6

Hommage à Marcel FALQUE page 7

De la Durance à la Méditerranée,

par Marcel FALQUE, page 11

Le Domérien de Dalbepierre (69)

par Vianney GADIOLET, page 53

Les Bouleiceratinae,

par Louis RULLEAU, page 69

À la recherche des *Nedjias* en Arabie,

par Guillaume GELIN, page 93

Les étranges blocs rocheux de La Tour Bourdon à Régnié-Durette : un mystère géologique résolu,

par Bruno ROUSSELLE, page 107

Sortie en Poitou les 24 et 25 octobre,

par J.M. DUPUIS, page 111

Bilan 2020,

par Jean ARBAULT, page 113

Revue de presse, page 115



Amaltheus margaritatus...
page 62



Frechiella subcarinata...
page 83



Nejdia furnishi...
page 105

Hommages

Michelle DUPOIZAT



Michelle DUPOIZAT nous a quittés, Marc et nous tous, cet été. Elle avait 84 ans. Sa présence discrète, attentive, bienveillante, avait accompagné la Section depuis ses débuts et contribuait à sa façon à l'ambiance chaleureusement amicale qui a caractérisé toutes les réunions, rencontres, sorties en carrière, à la Vieille ferme et sous divers horizons lointains.

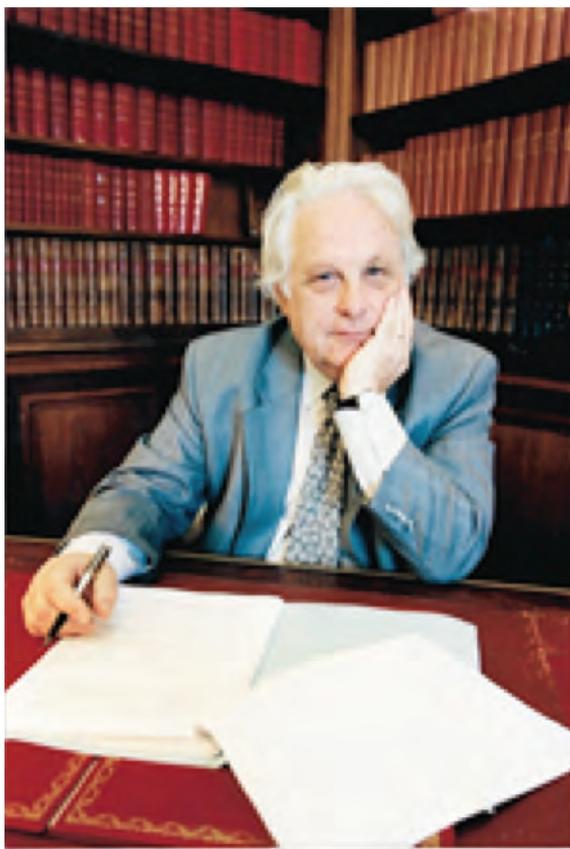
Qui n'a pas reçu le réconfort de son café durant les froids matins d'hiver au pied d'une carrière givrée, et parfois pendant les angoissantes soirées de garde lors des expositions, après quelques verres d'autres breuvages non identifiés et entre deux chansons ?

Partageant avec Marc un indéfectible esprit de dévouement et de solidarité, elle avait fondé tout naturellement une sorte de restau du cœur 3 étoiles familial pour paléontologues en mission, connu sous le nom de « Cornucopiae Gourmand » et méritant bien cette appellation, surtout si l'on se réfère à l'étymologie du mot « cornucopiae ». L'une de ses spécialités était la Langouste du Pauvre, saucisson chaud dont la succulence était bien supérieure à celle des crustacés auquel son nom faisait référence.

Michelle nous laisse un message de confiance en l'humanité.

Jean-Pierre PRANDINI

Pierre TRUCHE



La Section peut être fière d'avoir compté Pierre TRUCHE parmi ses membres. Le père d'Anne et beau-père de Jean-Pierre CLOCHER montrait une ouverture d'esprit et une curiosité qui gardaient la diversité et la richesse du monde présentes dans une conscience confrontée en permanence à la complexité humaine.

Nous n'avons pas oublié ce « lion à crinière blanche » dont la presse et les journaux télévisés ont diffusé l'image dans le monde entier lorsqu'il exerçait ses fonctions de procureur général dans le procès Barbie.

« Je vous livrerai les éléments du dossier. Après moi, il y aura la défense et vous l'écoutez attentivement. Sans elle, il n'y aurait pas de justice et la contester serait revenir au temps où Goering refusait la défense à ceux qu'il considérait comme les ennemis du peuple allemand et parlait de chinoiserie d'avocats. »

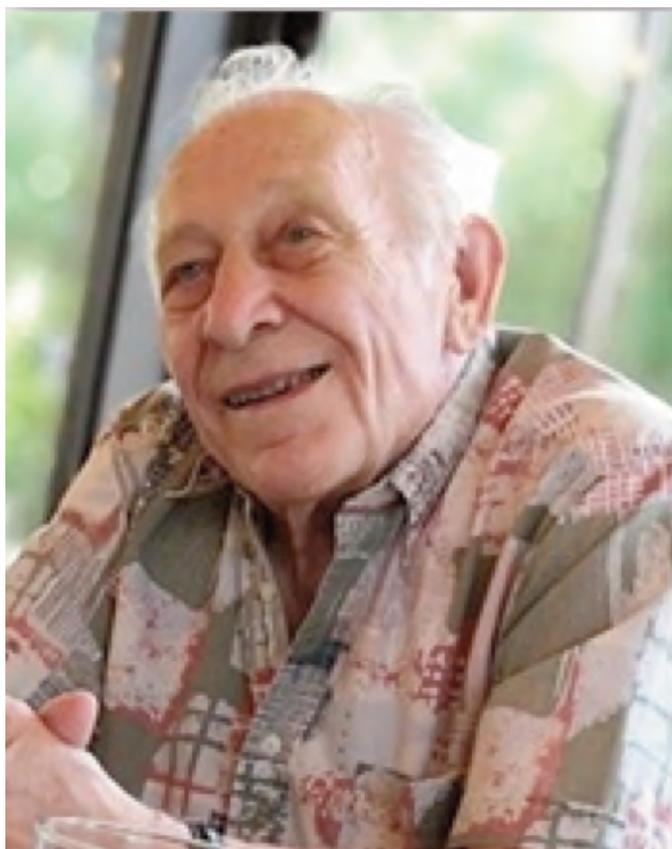
Celui qui a demandé que le bourreau nazi « à vie soit reclus » était aussi celui qui disait : « Pour juger et condamner un homme, il faut d'abord le considérer comme un homme », et pour qui le rôle de la justice était de réduire la violence, principal problème des rapports humains. Sa parole était aussi simple et humaniste que directe et rigoureuse.

Ces qualités ont fait de lui un exemple aux yeux de beaucoup pendant toute sa carrière jusqu'à la Présidence de la Cour de Cassation.

Sa fille Anne le décrit ainsi : « Intelligent, juste et bon, empli d'humilité et de simplicité, amateur de Beau, avide de lecture, toujours friand de jeux de mots, goûtant les bonnes choses naturelles... ». Qui ne voudrait laisser un tel souvenir ?

Jean-Pierre PRANDINI

Marcel FALQUE



Derrière les Brotteaux, entre Lyon et Villeurbanne, subsistent encore beaucoup de maisons centenaires, donc relativement basses, qui ménagent de très enviables panoramas aux occupants des étages les plus élevés des constructions plus récentes. C'est ainsi que chez Marcel et Paulette, côté sud-ouest, à travers les larges baies vitrées, la vue pouvait porter jusqu'au Pilat, et l'imagination bien au-delà. Le visiteur appréciait. Mais, généralement, il ne s'éternisait pas dans cette contemplation. Car pour peu que l'on s'écartât de cette vision de la terre, grandiose, mais superficielle, on se retrouvait inmanquablement et immédiatement nez à nez avec la fascinante diversité des trésors que recèlent (ou plutôt avaient recelés, pour ce qui concerne précisément ceux-ci) ses profondeurs.

Il y en avait partout.

Petit retour en arrière : vous sortez de l'ascenseur, vous sonnez, une clé cliquette dans la porte, celle-ci s'ouvre, Marcel vous attendait. Votre visite lui fait plaisir, surtout depuis qu'il ne se déplace plus guère. Vous êtes vous aussi content de le voir, l'esprit toujours aussi vif, toujours aussi créatif, d'ailleurs il était justement occupé à redessiner une carte dans le but de permettre aux nouvelles générations de retrouver un gisement plus ou moins occulté par la modernisation. Vous êtes content de le voir, mais il vous est très difficile de retenir votre regard qui se met à dérapier dès que vous avez franchi le seuil. Forcément. Où que vous soyez, déjà, le moindre caillou, le moindre morceau de fossile suffisent à capter votre attention. Alors ici !

À gauche de la porte, des étagères supportent divers spécimens d'assez grandes tailles. Les spirales dominent mais les pyramides et les cubes ne manquent pas non plus et bien d'autres formes encore. Il faudra revenir voir cela de plus près car une lumière vous attire avec insistance vers le mur d'en face où une vitrine contient une multitude de minéraux et fossiles plus petits aux provenances tout aussi variées. Vous entreprenez de les examiner un à un mais évidemment après avoir adopté la position accroupie vous finissez par renoncer, ce sera pour tout à l'heure. Vous vous relevez pour reposer vos mollets et presque aussitôt vous êtes happé sur la droite où la vaste et coquette pièce de séjour (ouverte au sud-ouest) vous propose plusieurs nouvelles vitrines dont la diversité des contenus est encore plus frappante et où préside un splendide crabe de pierre argentin.

Telle était la stratégie d'exposition de Marcel : plutôt qu'une présentation systématique, la diversité. La diversité qui n'en finit pas de piquer et repiquer la curiosité, de susciter et re-susciter l'étonnement, de provoquer et reprovoquer l'admiration pour le monde minéral qui en nous ne sommeille jamais tout-à-fait. Un plaisir qui n'occulte en rien le savoir, les commentaires du guide étaient là pour vous empêcher d'en douter.

Cet appartement était un microcosme minéral où la science de la terre était omniprésente, mais réorganisée par la fantaisie (dont ne manquait pas cet homme méthodique et persévérant aux apparences stoïciennes). Quoi de mieux, pour apprivoiser la dureté acérée du quartz, que le velouté de la malachite ? Pourquoi ne pas faire rimer « trilobite » avec « sidérite », puisque aussi bien « nautilite » rime avec « rutile » et « spirifer » avec « rose de fer » ? Succession toujours renouvelée de révélations en rapprochements et contrastes. Variations de reliefs chaque fois réinventés par la nature, de couleurs déclinées, ranimées, parfois lumineuses, exceptionnellement fulgurantes. Le lyrisme se faufile à travers les cailloux.

Le couloir était bordé d'étagères, le bureau en était tapissé, la chambre recelait des cristallisations secrètes dans des recoins secrets. La cuisine donnait l'impression que des fruits de mer (ô combien coriaces, à y regarder de près) étaient au menu de chaque jour.

Pour autant, les riches articles rédigés et illustrés par Marcel pour la Spirale témoignent du sérieux avec lequel il abordait les sujets touchant à la paléontologie et à la minéralogie. Les spécimens qu'il prenait tant de plaisir à exposer (à recontempler, réexaminer, réétudier, réessayer de présenter sous un meilleur angle ou dans un contexte plus favorable – le nombre de supports et de boîtes confectionnés par ses soins dans ce but est plus proche du millier que de la centaine), qu'il prenait plaisir à re-nettoyer jusqu'à en communiquer le goût à ses aides-ménagères, ces spécimens étaient en grande majorité les fruits de ses recherches sur le terrain.

À l'origine de tout cela, il y a le virus-bleu-de-Chessy contracté par sa fille Martine qui l'a aussitôt transmis à ses parents chez lesquels il s'est définitivement installé. C'est donc d'abord dans le Beaujolais que Marcel a pris l'habitude de se déplacer en gardant les yeux rivés au sol, puis de stationner pour creuser armé de différents outils. Chessy, puis Lantignié, Chénelette, et bientôt des excursions plus lointaines. En paléontologie, la carrière de Belmont a été pour lui comme pour nous le lieu privilégié de ses recherches, mais il s'est aussi particulièrement intéressé au Callovien des Deux-Sèvres et plus encore à l'Ordovicien de la presqu'île de Crozon où nos amis Lenoir ont été ses émules. L'appartement hébergeait une importante population (dispersée et même un peu nomade) de trilobites. Ils étaient presque aussi nombreux que les ammonites.

Quand Marcel prospectait, ce n'était pas au hasard. Longtemps responsable de la bibliothèque de la Société Linnéenne riche en publications devenues introuvables ailleurs, il a beaucoup lu et a pris de nombreuses notes, dont il a d'ailleurs nourri les articles qu'il a rédigés pour la Spirale. Bien sûr, une actualisation est souvent nécessaire, mais que de pistes ! Il a légué à la Section de nombreux documents certainement prometteurs de périple où il ne nous guidera plus mais restera présent à nos côtés.

En compagnie de Paulette, il a participé activement à la vie de la Linnéenne, à celle de l'A.M.A. et, bien sûr, à celle de la Section. Mais à partir de 2006, la maladie qui a entraîné son épouse d'hôpital en maison de repos a monopolisé l'essentiel de ses forces et de son temps. Durant toute leur vie commune, il a beaucoup donné à Paulette. À la mort de celle-ci, en 2010, il avait 83 ans et ses amis les plus proches éprouaient quelque inquiétude. Leur fille Martine, quant à elle, connaissait bien ses ressources mentales et n'a guère été surprise de le voir se procurer un ordinateur et commencer à s'initier à l'informatique, au traitement de texte et à la photo numérique dans le but principal de rédiger pour la Spirale un article dont nous savons qu'il allait être copieux et suivi de beaucoup d'autres. Il a aussi ravivé à cette fin ses talents de dessinateur qui lui avaient déjà permis d'illustrer les divers panneaux confectionnés, notamment par la Section, pour des expositions.

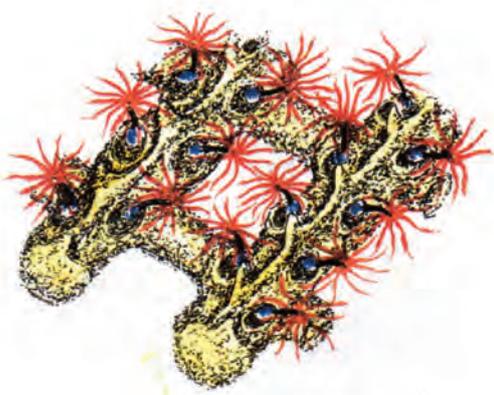
Ces articles sont vite devenus son activité principale. Nous savons tous l'énergie, la persévérance et le perfectionnisme qu'il y a investis. Nous savons aussi qu'il était serviable, extraverti, disponible, ce dont témoigne l'attachement que lui ont manifesté jusqu'au bout sa fille Martine, ses deux petites-filles et ses arrière-petits-enfants, ainsi que ses amis.

Il a vaillamment supporté (soutenu par son esprit méthodique et créatif) les longs moments de solitude que la vie lui a imposés ces dernières années, années qu'il a passées quasiment jusqu'à la fin dans l'appartement aux merveilles. Il était cependant chaleureux et convivial, n'hésitant pas à imposer à sa voiture de fréquentes sorties dominicales jusqu'à Saint-Chamond pour y retrouver sa fille et sa famille, ainsi que dans quelques périphéries lyonnaises où l'attendaient ses amis. Épris d'équité et d'échange, il tenait, c'était d'ailleurs un réel plaisir pour lui et pour eux, à « rendre » ces invitations. Avec la contribution de quelques traiteurs, certes, mais aussi en y mettant personnellement la main, il a ainsi offert de mémorables dégustations dont les fruits de mer (frais) n'étaient évidemment pas absents (il avait également quelques compétences en arrosage, trait de caractère assez répandu dans la Section).

À 93 ans, il était notre doyen. Son caractère est resté égal jusqu'à la fin. Sa vision du monde et des choses (surtout les choses en pierre) est restée la même. C'était un homme fort.

Jean-Pierre PRANDINI

Selon la volonté de Marcel, ses fossiles bretons ont été portés à l'Université de Rennes, et le Musée de Pierres Folles recevra les spécimens de Belmont les plus intéressants. Sa fille Martine PASCAL a fait don à la Section d'une très copieuse partie du reste de la collection. Nous lui en sommes particulièrement reconnaissants.



Dessins de Marcel FALQUE extraits de sa publication
Presqu'île de Crozon et rade de Brest - Approches géologique et paléontologique. 2015

De la Durance à la Méditerranée sud et ouest

par Marcel FALQUE

L'Est de la Provence montre une certaine unité, avec ses sols calcaires essentiellement du Secondaire, réhaussés fortement, au cours des Ma, lors de la formation des Alpes. Ils offrent des massifs aux sommets élevés, aux vallées encaissées, aux routes sinueuses. Mais ils sont riches en fossiles protégés par plusieurs Réserves Géologiques.

Au Sud et à l'Ouest, dans les départements du Var et des Bouches-du-Rhône, le relief est bien différent. Plus éloignés, les effets de la formation des Alpes présentent une ampleur moindre. Les très hautes montagnes ont disparu. Et les reliefs, nés de ce plissement, s'achèvent près de chaînes montagneuses anciennes, datées du Primaire et du Trias. Fossiles rares, mais nombreux gisements de minéraux, fort exploités naguère.

Au Tertiaire, réveil de la faille d'Aix, avec accidents tectoniques et volcanisme. Venant des nouvelles Alpes, des cours d'eau impétueux, comme la Durance, arrachent au sol d'énormes quantités d'alluvions qui viennent s'ajouter à celles dues au Rhône et aux torrents du Massif Central. Ici naît une immense zone, parfois sèche, souvent marécageuse, qui sera souvent inondée par les crues de ces cours d'eau, crues emportant en Méditerranée une partie de ces dépôts, isolant des étangs littoraux, comme ceux de Berre et de Vaccarès.

Pendant des siècles, cette région intérieure sera peu habitée. Les Romains ne tenteront pas de la franchir aisément, et pour relier Rome à Narbonne, ils éviteront aussi les massifs primaires, au relief peu élevé mais d'accès difficile. La grande voie romaine Rome-Espagne passera par Nice, Antibes, Aix, Arles, Nîmes, avant de rejoindre Narbonne. Et c'est d'Arles que partira la grande route qui, passant par Lyon, se divisera ensuite pour aller rejoindre la Mer du Nord, soit vers Calais, soit vers Amsterdam. Marseille restera un port, desservi par voie maritime.

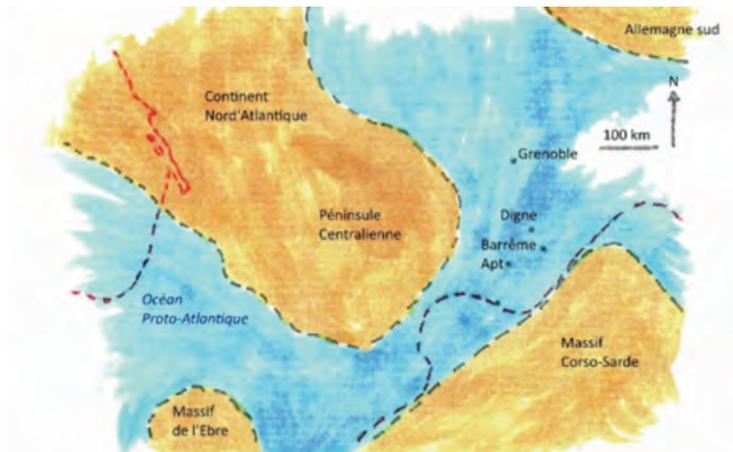
Plus tard, la même région sera peu fréquentée, sauf en zone Nord, vers Arles, Aignon, et Aix, ville principale de Provence. Sur la côte, Marseille deviendra un port actif, commerçant avec l'Orient, important soieries, épices, ... Tandis que se multiplient les ports de pêche, mal défendus, cibles et proies pour les navires des pirates barbaresques, venant surtout d'Alger.

Touristes et riches résidents étrangers du XIX^e siècle ne s'y intéressent guère. Mais, au milieu du XX^e siècle, la région devient attirante. Avec, en plus, un important développement d'infrastructures industrielles et portuaires accueillant des terminaux pétroliers. Et, aussi, minéraliers, ce qui va amener la fermeture de nombreuses exploitations locales, souvent coûteuses, devenues non rentables.

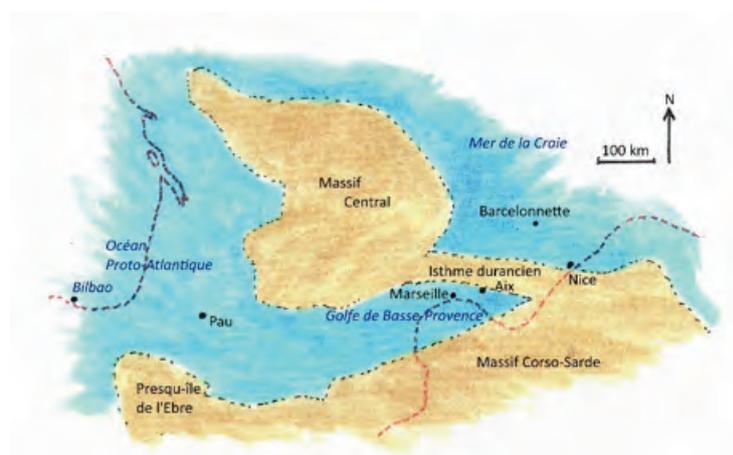
Au Primaire, partie émergée du vaste continent hercynien, cette région sera, dès le Secondaire, recouverte par des transgressions marines. Un important Continent Nord-Atlantique s'étendait de l'Amé-

rique du Nord au Massif Central. Et Au Sud-Est, s'élevait le Massif Corso-Sarde. Puis un seuil s'est ouvert entre Continent Nord-Atlantique et Massif Central, faisant communiquer Bassin-Anglo-Parisien et Océan Proto-Atlantique. Situation qui va durer, avec quelques modifications, pendant le Jurassique.

Arrive, de -135 à -100 Ma, **le Crétacé inférieur**. Les eaux réenvahissent les terres émergées. Le Continent Nord-Atlantique se soude au Massif Central. Le Massif Corso-Sarde émerge. Entre les deux, s'établit une sorte de seuil, semblable à celui qui, plus tard, apparaîtra en Bourgogne, seuils où s'accumulent de riches dépôts fossilifères. Ceci, sous un climat chaud.



Mais, **au Crétacé supérieur**, entre -100 et -65 Ma, dès le début de cette période, débute une grande transgression marine, recouvrant la majeure partie de l'Europe Occidentale. Le Continent Nord-Atlantique se scinde en archipels d'îles, comme Armorique, Massif Central... Le Massif Corso-Sarde devient plus important. Et, reliant ces deux masses terrestres, apparaît une bande de terre, le long **isthme durancien**.



Isthme qui, au cours des Ma, sera de temps à autre submergé. Au Nord, la Mer de la Craie va aller rejoindre la Mer du Nord. Pas très calmes. Au Sud, le Golfe de Basse-Provence prolonge l'Océan Proto-Atlantique, et offre des eaux peu agitées. Là, un climat chaud va favoriser une vie animale terrestre qui va laisser de nombreuses traces. Puis, à la fin du Crétacé, les mers se refroidissent et de nombreuses espèces régressent. Avant de disparaître lors d'un gigantesque cataclysme.

ERE QUATERNAIRE			
2		Holocène	
		Pléistocène	
ERE TERTIAIRE			
2	NEOGENE	Pliocène	Plaisancien
			Tortonien
		Miocène	Helvétien
			Burdigalien
			Aquitanien
25	PALEOGENE	Oligocène	Stampien
			Bartonien
		Eocène	Lutétien
			Yprésien
		Paléocène	Thanétien
65			Montien
ERE SECONDAIRE			
65	CRETACE	Supérieur	Sénonien
			Turonien
			Cénomanién
		Inférieur	Albien
			Aptien
			Barrémien
135	JURASSIQUE	Supérieur	Néocomien
			Portlandien
			Kimméridgien
		Moyen	Oxfordien
			Callovien
			Bathonien
			Bajocien
		Inférieur	Aalénien
			Toarcien
			Domérien
180	TRIAS		Rhétien
			Keuper
			Muschelkalk
			Buntsandstein
		225	
ERE PRIMAIRE			
225	PERMIEN		Thuringien
			Saxonien
			Autunien
280	CARBONIFERE		Stéphanien
			Westphalien
			Tournaisien
345	DEVONIEN		
400	SILURIEN		
440	ORDOVICIEN		
500	CAMBRIEN		
570			

La zone



Dans cette région, les limites entre les divers départements sont plutôt floues. Seul, au Nord, le canyon du Verdon sépare nettement les Alpes-de-Haute-Provence et le Var. Ailleurs, sur les côtes, dans les plaines, les plateaux, les montagnes, les frontières naturelles n'apparaissent pas. Souvent, un aspect du relief débutant dans le Var, se continue dans les Bouches-du-Rhône. Ce relief, peu élevé, facilite cette opération.

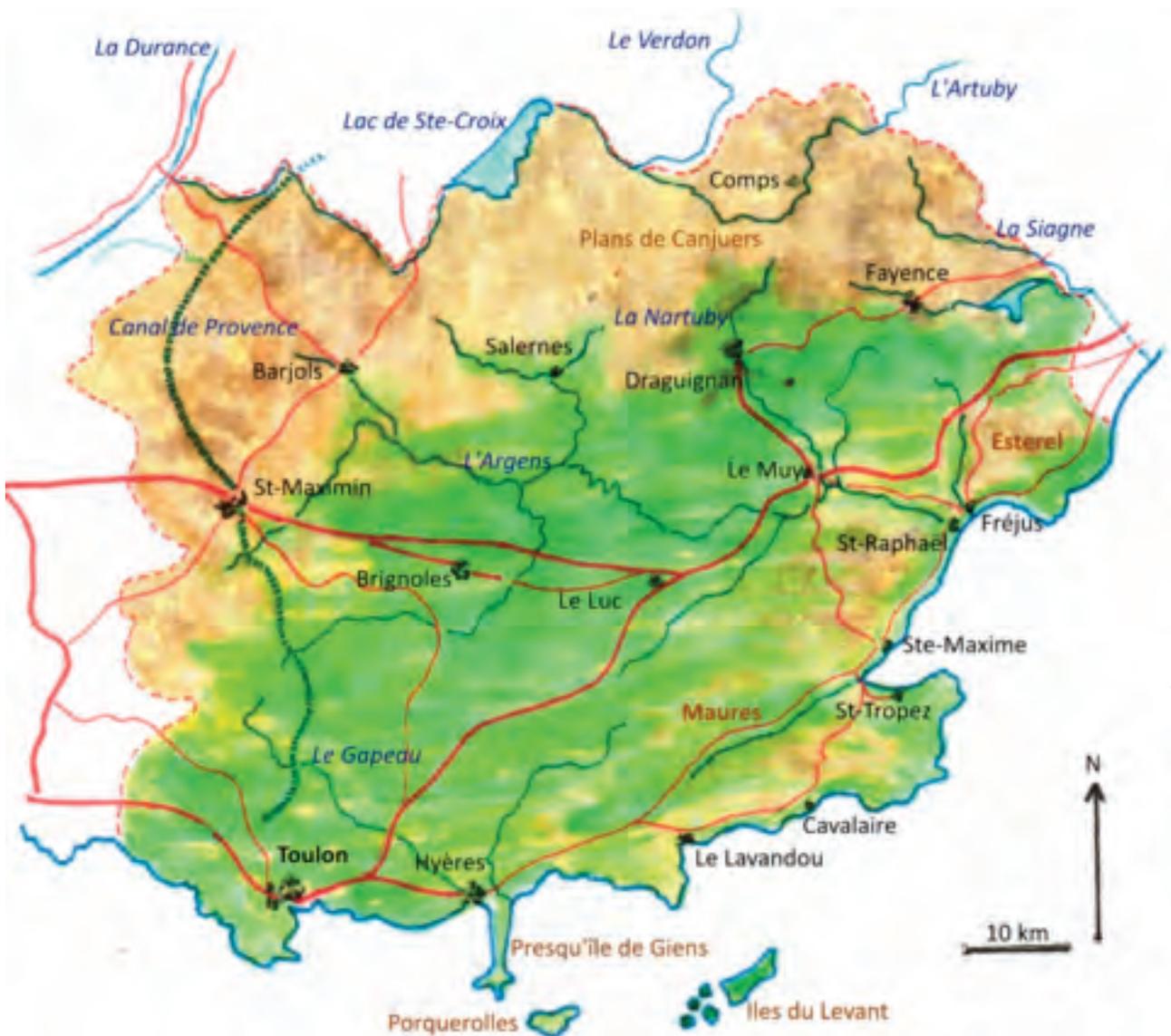
Certes, la géologie permet de distinguer deux départements très différents, nés à des époques différentes. Dans le Var, le Primaire et le début du Secondaire sont bien représentés. Tandis que, dans les Bouches-du-Rhône, les dépôts du Tertiaire et du Quaternaire sont très abondants. Mais ces deux départements se partagent le Massif de la Sainte-Baume et les plaines fertiles situées au Sud de la Durance.

Jadis, les cours d'eau formaient des frontières. La Durance, difficile à franchir, et le Rhône ont gardé ce rôle. Mais, le Var... ne coule plus dans le département du Var ! En 1792, au moment du remplacement des provinces par des départements, celui du Var était limité, à l'Est, par la rive droite du Var, né dans les montagnes du Nord. En 1815, l'Empire français s'écroule, le Comté de Nice retourne dans l'Empire autrichien. Avant de redevenir français en 1860.

Mais, à ce moment, c'est un département avec surface et population peu importantes, les Alpes-Maritimes. À l'Ouest, c'est celui du Var, plus vaste, plus prospère. Alors, on lui enlève l'arrondissement de Grasse, où coulait le fleuve, pour l'ajouter aux Alpes-Maritimes. Et maintenant, le département Var porte le nom d'un fleuve qui ne le concerne pas. Belle anomalie...

La côte de Camargue n'a guère intéressé les pirates barbaresques. Marseille était une ville trop importante pour eux. D'autant plus, qu'à peu de distance se trouvait le port de guerre de Toulon. Par contre, Maures et Esterel fournissaient des cibles recherchées pour s'enrichir, en pillant des villages, en capturant des esclaves. Car, pendant longtemps, c'était la main-d'œuvre la moins chère et la plus facile à se procurer.

A – VAR



Les 5 973 km² de ce département présentent des paysages très différents, où vivent environ 900 000 habitants. Au Nord, le Verdon borde la plupart des chaînons et des plateaux calcaires aux nombreux avens. Au centre, s'étale une vaste dépression, devenue une importante voie de passage. Irriguée par l'Argens et ses affluents, dotée d'un climat favorable, elle a su développer vignobles et arbres fruitiers.

Vers la côte, surgissent de très vieux massifs primaires, bien érodés. Emergés au Carbonifère, puis recouverts par les mers du Jurassique, ils réapparaissent dès le Crétacé. Maures, Tanneron, Esterel ont une histoire géologique compliquée. Mais offrent de nombreux minéraux, très variés, étudiés en 1863 par A. Falsan, étude publiée dans les Annales de la Société d'Agriculture de Lyon, la même année. Étude détaillée, complétée ensuite par celle de la région d'Hyères.

Au Sud du Parc Régional de la Sainte-Baume, Toulon, ville principale et vieux port de guerre, recueille 50% de la population. Le reste de la zone côtière en héberge près de 30%. Draguignan, ville surtout militaire, abrite 40 000 habitants. La dépression centrale a vu surgir de gros bourgs. Mais, les plateaux et les massifs anciens ne sont pas des lieux très attirants pour s'y fixer !

1 – AU NORD

Là, dominant Jurassique et Crétacé, mais Pliocène et Eocène ont laissé quelques traces. Restes d'une faune variée, ayant peuplé ces régions où mers et terres voisinaient bien souvent.



Vers l'Ouest

À 700 m à l'Est de Montmeyan, des Cerithes ornent les calcaires d'une petite butte (1). La route menant à Gréoux longe, au départ, ces mêmes calcaires (2). Puis, après La Roquette, elle atteint les calcaires marneux et jaunes, très fossilifères (3), à Ammonites, Oursins, Bivalves, Brachiopodes. Terrains que l'on retrouve à Esparron-sur-Verdon (4). Tandis qu'au Sud de Montmeyan, près de la plaine centrale, ont été découverts, parfois proches, œufs de Dinosaures et Bauxite.

Les Bauxites, minerais d'aluminium, viennent de l'altération des marnes du Crétacé inférieur. Marnes émergeant au Crétacé moyen, pour être partiellement modifiées, sous un climat tropical contrasté. Composé surtout de kaolinite, d'hématite, de boehmite, de gibbsite, le minerai doit subir un traitement électro-chimique. Exploitation naguère active, mais pratiquement abandonnée avec l'arrivée des Bauxites australiennes. Quant aux Dinosaures, ils ont laissé bien des œufs, près d'Aix, au Mont Sainte-Victoire. Ce n'est pas loin. Pour eux, simple promenade !

À proximité de Salernes, on retrouve des traces d'exploitation de Bauxite au sud de Villecroze (5). Et, sur la route de Draguignan, un petit tertre (6) s'orne de fragments de coquilles d'œufs. Tandis qu'à l'Ouest, sur la route d'Aups, à 2 300 m, se montrent marnes et grès à Reptiles (7), avec œufs surtout dans les marnes et débris d'os dans les grès. Reprendre la route de Sillans, où, avant le village, une carrière (8) a livré maints Gastéropodes. Arrive la Cascade et ses 40 m de chute. Traverser la localité, et à 1 500 m, les vignes (9) recouvrent marnes et grès à Reptiles. Un peu plus loin, à 2 km, des poches de Bauxite (10), au Nord de la route, ont été abandonnées. D'autres traces de Dinosaures ont été signalées à Fox-Amphoux (11), à Rians...

Au centre : Canjuers

À la fin du Jurassique, des mers de très faibles profondeurs venaient baigner les rivages d'un archipel au relief peu élevé. Mers trop calmes, peu favorables aux organismes vivants, sauf quand l'agitation de l'eau, en provoquant son oxygénation, permettait la vie. Sur les rives plus ou moins végétalisées, vivait une faune de Reptiles. Et, en 1971, au Petit Plan de Canjuers, dans des sédiments marins à Poissons, Echinodermes, Mollusques..., on a découvert le squelette d'un *Comprognathus*, petit Dinosaur carnivore d'un mètre de long, très rapide avec ses longues pattes postérieures, chassant petits vertébrés, insectes, et ne dédaignant probablement pas quelques ressources de la mer.



Puis, tout s'est modifié, dès le début du plissement alpin. Des montagnes ont surgi, des plateaux se sont soulevés, créant des Plans, un Petit, vers le confluent Verdon et Artuby, un Grand, bien plus vaste, une centaine de mètres au-dessus. D'après le romancier Jean Giono, « on entre dans le désert d'un haut plateau, à l'altitude moyenne de 1 000 mètres, sur 40 kilomètres de long et 15 kilomètres de large... Les montagnes, en place sur tout le pourtour de l'horizon ne vont pas bouger, le piéton continuant sa marche a l'impression d'être immobile. L'air y est d'une pureté exquise ».

De nombreux avens percent son calcaire, et il recouvre un immense réseau hydraulique souterrain alimentant maintes communes du Var, entre autres, Draguignan, Fayence, Saint-Raphaël, Fréjus... En surface, apparaît un riche milieu naturel avec ses oiseaux, ses insectes abondants, ses serpents, ses grands mammifères comme sanglier, cerf, chamois, redoutant les grands prédateurs que sont loup et lynx. Peu habité, il a vu pourtant, pendant des siècles, querelles et rivalités entre agriculteurs, chasseurs... Il a connu une exploitation minière importante, à la Montagne de Beau-Soleil, où, fin XIX^e et début XX^e siècles, ont été extraites 300 000 tonnes de minerai de fer.

Mais, en 1970, va naître le Camp de Canjuers, avec ses 35 000 ha, soit 6% de la superficie du Var. Il supprime les pressions agricoles, touristiques, économiques. Plus grand champ de tir de l'Europe occidentale, il a vu s'agiter des centaines de milliers de soldats et circuler des milliers de chars d'assaut. Sur son terrain. Les restrictions d'accès aux personnes et aux chasseurs et la rareté des routes ouvertes aux civils ont été favorables à la faune. Et, sans agriculture utilisant herbicides et insecticides, la flore, redevenue naturelle, a pu se développer d'une manière également très favorable.

Évidemment, la multiplication des pistes militaires débouchant à l'extérieur du camp facilite les pénétrations illégales. Mais il convient de se rappeler que l'on se trouve dans un champ de tir, où, depuis 50 ans, des millions d'obus et de missiles se sont abattus. Et que d'autres suivront...



Vers l'Est

Les sites intéressants, recherchés naguère, sont maintenant sur le sol de la Réserve Géologique de Haute-Provence, ou sur celui du Camp Militaire de Canjuers.



Bargème

Avant le village, en face d'un vieux château, se dressent quelques maisons. Peu après, parking possible. Ensuite, en partant de ce parking, sur la droite, se présente un sentier. À suivre sur 200 m, pour découvrir Gryphées et fossiles divers (12). Sites plus favorables, plus au Sud. La route, venant de La Bastide, pénètre dans le Camp de Canjuers. Dès son entrée, elle franchit le cours de la Bruyère, affluent de l'Artuby. En longeant ce ruisseau, sur 800 m, vers l'Ouest, on atteint des roches grises (13), à Marccassite et Ammonites pyriteuses. Casser les blocs, des « déroulées » paraissent. Elles reposent, aussi, dans le lit du ruisseau. Vers l'Est, au carrefour avec la route de La Roque, dans le talus (14), ont été découverts Bivalves et Gastéropodes (*Pleurotomaria*, *Helix*...).

La Martre

Ici, les marnes renferment des couches de calcaire hauterivien abritant des Ammonites verdâtres (*Leopoldia*). Du hameau, part, vers le Sud-Ouest, un chemin plus ou moins carrossable. À emprunter jusqu'à une petite clairière pouvant servir de parking. De là, prendre, sur la gauche, un chemin menant à une bergerie, passant devant une paroi verticale. Et, 100 m plus loin, éboulis (15), avec « déroulées » et autres. On peut, aussi, longer le ruisseau sur 100 m, atteindre des ravinements marneux à suivre sur 2 200 m. À droite, les marnes dissimulent Brachiopodes, Bivalves, nombreux Oursins. Quant aux Ammonites, elles résident au sommet des marnes.

Comps

En direction du Verdon, à 3 km du bourg, au Nord de la route, des ravinements marneux, dans l'Albien (16), cachent Nautilus et Ammonites. À rechercher en bordure des ravinements, En dessous du niveau actuel.

2 – AU CENTRE



Entre -100 et -65 Ma, au Crétacé supérieur, au Sud du Massif Central, s'étendait un grand Massif Corso-Sarde, s'étirant jusqu'au milieu des Pyrénées actuelles. Un isthme « durancien » les reliait. Isthme bordé au Nord par la Mer de la Craie, vaste mer ouverte. Et, au Sud, par la fin d'un long « Golfe de Basse Provence », prolongeant un océan qui deviendra, plus tard, l'Atlantique. D'où, au fond de ce golfe, des mers calmes, peu profondes. Et, proche, une vie terrestre active.

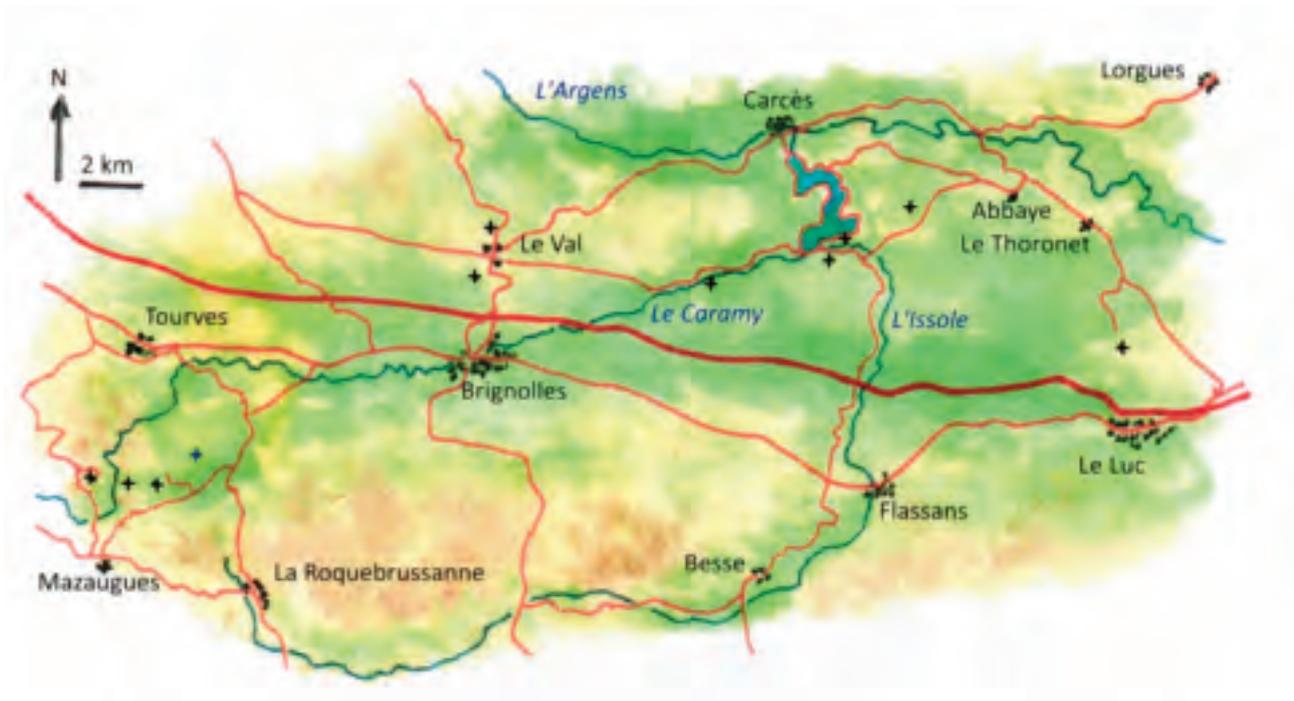
À l'Éocène, Massifs Central et Corso-Sarde forment un seul continent, longé, à l'Est, par un large sillon. Puis, le plissement alpin modifie le relief, relève les plateaux au nord, butte contre les massifs anciens. Et, entre les deux, se forme une dépression, limitée à l'Ouest par le massif peu élevé de la Sainte-Baume. Au Miocène, la mer revient. Et, au Pliocène, place à la Méditerranée. Dans cette dépression coule l'Argens, alimenté par ses affluents venus du Nord, comme la Nartuby, l'Endre, ou nés vers la Sainte-Baume, au Sud, comme l'Issole. Longeant les Maures, l'Aille le rejoint au Muy.

Cette zone, sans grand relief, permet de joindre Marseille à Fréjus, en évitant les Maures. Plus directe, ce sera, vite, une zone de transit. Voies romaines, routes royales, puis nationales, fréquentées.

Et surchargées dès 1970, avec la multiplication des automobiles, sources de « bouchons » célèbres, à Tourves, Brignolles... Doubles depuis, par des autoroutes à circulation intense. Sans oublier, que, depuis la fin du XIX^e siècle, passe sur des voies remaniées de temps à autre, le Paris-Nice-Vintimille.

Le sol riche, le climat agréable parfois un peu sec, ont favorisé cultures, arbres fruitiers, élevage des ovins. Les marnes, déposées au Secondaire, ont donné naissance à de nombreux sites de bauxite, en particulier vers Brignolles. D'autres minéraux ont été exploités. Sites intéressants naguère, mais devenus peu rentables, et soumis à une vive concurrence étrangère, ils ont, peu à peu, cessé leurs activités.

Brignolles



En France, le Var possède les plus importantes ressources de bauxite, surtout aux environs de Brignolles. La bauxite peut être blanche (influence de la kaolinite), ou rouge (influence de l'hématite). Parfois, quelques fossiles ont été rencontrés. Ce qui peut suggérer un démantèlement des couches de bauxite primitives, un déplacement peu important, et une nouvelle sédimentation dans un milieu aquatique. Sur la carte IGN 68, Toulon-Nice, de nombreux lieux d'exploitation sont indiqués.

Beaucoup se situent vers Mazaugues, au Sud de Tourves. De petites routes y conduisent. Et celle, allant de Mazaugues à Brignolles, traverse, à 400 m du village, des calcaires renfermant des Rudistes. Dans la même région, à proximité de Le Val, d'autres sites ont été signalés, surtout au Nord de ce village, où la bauxite affleure entre des bancs marno-calcaires d'aspect fluvio-lacustres. Plus à l'Est, au Sud de Carcès, près du lac de retenue de l'Issole et du Caramy, ils sont présents et forment le « Gisement de la Basse-Issole ».

Qu'en reste-t-il maintenant ? Mais, on peut également se diriger vers l'ancienne Abbaye du Thoronet, vraiment très proche, et de là, gagner le village, où une carrière, peu éloignée, a livré de beaux échantillons de calcite.



Plus à l'Est



Le Muy : bois silicifié

En direction de Fréjus, près du bourg, une grande carrière a fourni Calamites, Cordaïtes, Annularia... silicifiés. Plus loin, peu après le pont sur l'Endre, une vaste carrière, au Nord de la route, a donné de nombreux bois silicifiés. Passer le pont de l'Endre, celui de l'autoroute, et immédiatement après, emprunter la petite route menant aux Vergers et aux Fourques. Au premier virage, laisser la voiture et chercher. Sites en pointillés sur le plan.

Naguère, affleurements visibles, à troncs de plusieurs mètres et de 20 à 80 cm de diamètre. Sciés et polis, ces bois sombres s'ornaient de lignes rougeâtres montrant l'alternance des bois d'été et des bois d'hiver. Et s'ornaient, parfois, de cavités à fluorite violette ou barytine blanche.

Les Porres : fluorite, barytine...

La mine proposait fluorite avec des géodes de cristaux, barytine blanche à brune, calcite en scalénoèdres, chalcopryrite, quartz laiteux... À 1 km à l'Est de l'embranchement avec la route des Arcs, prendre, vers le Sud, le chemin passant sous l'autoroute, menant au Domain de Ribière. Après 3 km, laisser à l'Est, la route conduisant au lotissement, puis négliger, à l'Ouest, la piste rejoignant les cimes. Continuer jusqu'à une petite carrière en bord de route. Plus loin, à 1 500 m, on arrive au carreau de la mine et à ses haldes.

3 – AU SUD-OUEST



La Sainte-Baume

Ce massif calcaire doit son nom à une grotte (baumo en provençal) où, pendant plus de 30 ans, a vécu Sainte Marie-Madeleine. Lieu de pèlerinage important. Ses 35 km de long et ses 15 km de large sont bordés par une longue crête rocheuse de 13 km, où plusieurs sommets culminent à plus de 1 000 m. Ses forêts de hêtres, chênes, pins... abritent sangliers, chevreuils... que l'Homme de Néandertal a dû apprécier, 130 000 ans avant notre époque.

Il y a 120 Ma, l'Espagne a commencé à se séparer de la plaque européenne, en amorçant un mouvement de rotation. À la fin du Crétacé, soit -65 Ma, ce mouvement s'inverse et provoque une collision de plaques, à l'origine des Pyrénées et de la déformation du Sud-Est de la France. Ainsi, on peut voir le vieux Jurassique surmonter le jeune Crétacé. Fossiles signalés : des Rudistes, au Sud de St-Zacharie (1), et au Nord de Camp de Castellet (2) et de La Cadière d'Azur (3).

Sol calcaire, pluies importantes, d'où avens et fortes réserves d'eau. Là, sont nés Camary, Issole, Gapeau... Dans le sous-sol, se sont formées des « glacières ». Une vingtaine à Signe (4). Bien connues des Anciens, elles ont fourni de la glace à Marseille et à Toulon pendant des siècles. L'une d'elles, restaurée en 1990, à Mazaugues (5), encore visitable, a fonctionné durant 2 ans.

Toulon

Dès les temps antiques, dans cette rade bien abritée, un port de commerce s'installe. Il devient port de guerre au XVI^e siècle. Et, au XVII^e, Vauban le fortifie, car Louis XIV y veut une flotte de galères. Comme il faut des rameurs, les condamnés sont, très souvent, envoyés « aux galères » ! Mais celles-ci, peu armées, ne peuvent résister aux nombreux canons des navires de guerre. En 1748, Louis XV supprime cette peine, mais crée, à Toulon, un bagne qui durera jusqu'en 1873.

Révolution française, les Anglais occupent Toulon. En 1793, la ville est reprise grâce à un jeune officier corse, Napoléon Bonaparte. Qui, plus tard, devenu général, en partira avec ses troupes, pour l'Égypte, pour menacer les intérêts anglais proches. Mais, dans l'histoire de la ville, l'événement majeur, c'est, en 1942 le sabordage de la flotte de guerre française, échappant ainsi aux Nazis.

De nos jours, 170 000 Toulonnais font partie d'une unité urbaine de plus de 550 000 habitants. Soit 40% de la population du Var, comprenant les bourgs voisins, devenus villes. Le port abrite 60% des navires de guerre, d'où forte activité maritime. Naguère, on exploitait la bauxite aux Olivières, à l'Est de Revest (6). Les carrières de la corniche du Mont Faron (7) offraient des Térébratules. Mais il faut aller à Broussan (8) pour découvrir des Ammonites bajociennes (*Sonninia*, *Witchellia*...). Que l'on peut retrouver, vers Solliès-Toucas, au vallon de Valaury (9), bien plus fossilifère.

4 – AU NORD-EST

Près des Alpes-Maritimes, le Nord-Est du Var présente deux vieux massifs primaires, le Tanneron et l'Esterel, proches, mais peu semblables ! Séparés, en grande partie, par « la Provençale », l'autoroute du soleil, ils montrent sols et reliefs caractéristiques. Sur 30 000 ha, de vastes forêts les recouvrent, forêts ayant subi bien des incendies.



Le Tanneron

Les roches formant son sol ont connu, dans des temps très, très anciens, de très importantes pressions, provoquant la cristallisation de leurs minéraux. Puis, des mouvements tectoniques ont amené la structure finale du socle cristallin. Une chaîne de « collision » naît, d'abord à l'Ouest, dès le Carbonifère, et, plus tard, à l'Est, entre -320 et -310 Ma.

Chaînes que couvrent des forêts. Mais arrivent séismes, fractures du sol, qui créent un fossé où s'accumulent détritiques divers et bois, bois qui deviendront houille, où apparaissent des *Pecopteris*. Ailleurs, gneiss et micaschistes voisinent, ces derniers offrant, en surface, des grenats, des staurotides, de la tourmaline, du disthène... Le sous-sol recèle fluorite, barytine, pyrite, galène...

L'érosion n'en a laissé qu'une succession de collines granitiques de moins de 500 m d'altitude, que couronnent des forêts de chênes-lièges, de chênes verts, de pins sylvestres, et où fleurissent d'innombrables mimosas.

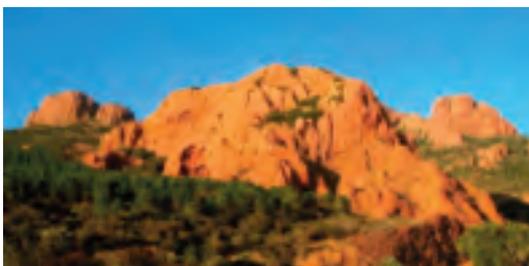


L'Esterel

Massif très connu pour ses bords de mer, où les rochers rouges pénètrent dans les flots bleus. Culminant à 618 m, au Mont Vinaigre, il possède, aussi, des pics proches de 400 m, en bord de mer. Une forêt domaniale le couvre. Là, malheureusement, naissent des incendies, difficiles à maîtriser, car les routes étroites, sinueuses, forestières, ne facilitent pas la circulation.

Au Permien, entre -280 et -250 Ma, un volcanisme extensif a créé ce massif avec ses belles « rhyolites » rouge orangé, teintées par l'hématite, appelées encore « porphyre amarante ». elles ont recouvert tout le territoire, vers -272 Ma. Un peu plus tard, vers -253 Ma, des écoulements de lave ont laissé leurs marques au sommet du Mont Vinaigre.

Pendant des millions d'années, ce volcanisme disparaîtra, mais le magma se manifestera de nouveau à l'Oligocène. Près d'Agay, subsistent de nombreuses traces de cette activité, avec cheminées et roches volcaniques. Très proche, au Dramont, des carrières exploitent une roche plutonique, « l'esterelite », porphyre bleu de l'Esterel, très résistante, utilisée pour le ballast des voies ferrées.



Les richesses du sous-sol



Fluorite et divers

De part et d'autre de l'autoroute, les mines de Fonsante (1) ont été activement exploitées, jusqu'à la fin du XX^e siècle. Elles ont livré de la fluorite de couleurs très variées, de bonne qualité, aux cristaux atteignant parfois 10 cm d'arête, de la barytine en cristaux tabulaires ou en rosettes, de la pyrite aux cristaux proches de 5 cm par endroits, de la marcassite... Plus à l'Est, les flancs du Mont Marsaou (2) s'ornent de filons de fluorite.

À l'Ouest de l'autoroute, les mines de Garrot (3), exploitées jusqu'en 1972, ont fourni quartz, fluorite, barytine, et, plus rares, pyrite, blende, galène. Plus au Sud, situation analogue aux mines de La Madeleine (4), aux haldes intéressantes. Et, à l'Est de l'autoroute, à Maraval (5), restent galeries et dépilages de chaque côté du ruisseau.

Près des Adrets, si la fluorite est présente à Planestel (6), ainsi qu'aux Trois Vallons (7), elle montre des traces de sulfures. La Baisse (8) recèle de petits minéraux peu courants, comme sphène, mispickel, apatite, scheelite. Enfin, au Sud-Ouest, le filon d'Avellan (9), sur la rive droite du vallon, cache des cristaux de fluorite de 2 à 15 cm d'arête, et de beaux octaèdres.

Le Charbon

Le Reyran suit un sillon houiller où se mêlent débris arrachés au sol et charbon. Au début du XX^e siècle, un barrage de retenue, installé à Malpasset, alimentait Fréjus, Saint-Raphaël... Las, en 1959, ce barrage a cédé, et les eaux ont ravagé la vallée et Fréjus, faisant des centaines de victimes.

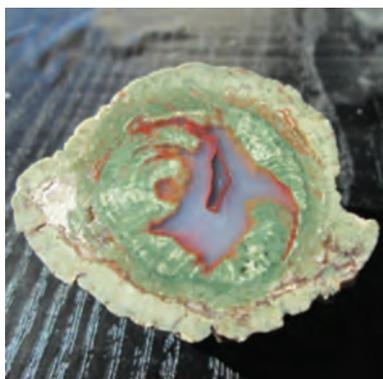
Les mines de Charbon se trouvent à Boson (10), sur la colline au-dessus du Reyran, et plus au Sud. Ainsi qu'à Auriasque (11), au bout d'un ravin dans lequel gisent quelques septarias.

Les litophyses

Elles se sont formées, il y a 250 Ma, au cours de la mise en place des verres volcaniques, en milieu lacustre. Lorsqu'un petit cristal de feldspath se prend dans le verre encore malléable, il expulse, vers la périphérie, les gaz qu'il renferme. Cette expulsion décolle le cristal de la lave, forme une « bulle », ayant l'aspect d'un croissant. Puis, cristallisation interne, et transformation particulière, à feldspath fibreux, se formant autour de cette « bulle », et l'englobant.

On peut y voir calcédoine mamelonnée translucide, agate zonée aux multiples couleurs, jaspe vert ou brun, quartz laiteux, améthyste... Les géodes de quartz cachent hématite, en rosettes ou en globules, calcite, argiles colorées, chlorite, fluorite... Les litophyses se terrent vers le Mont Vinaigre, à l'Est de La Tour de Marle, au Nord-Est de Saint Raphaël... Mais le site le plus célèbre et le plus recherché c'est...

La Colle de La Motte (12) ! En partant de Fréjus, avant le péage de l'autoroute, prendre, sur la droite, la route longeant le Reyran. À 500 m, au niveau des serres, à droite, un chemin traverse les champs, monte, pendant 400 m vers la station de pompage. Et, en arrière de cette station, un sentier permet d'atteindre la crête. Le suivre sur 250 m pour arriver au site. Il faut creuser un peu, bien examiner des boules pas très attrayantes, ne rien casser. À scier, avec lame diamant, car c'est du quartz. Autre site très proche, en bordure de la N7, au Nord de la Tour de Mare. Sites entourés en pointillés sur la carte.



5 – AU SUD-EST



Le Massif des Maures

Sur 60 km d'Est en Ouest et 30 km du Nord au Sud, de Hyères à Fréjus, le massif des Maures offre, aux yeux des visiteurs, d'anciennes collines aux formes douces. Limitées au Nord par le Réal Martin, l'Aille et l'Argens, elles s'élèvent, entre Gonfaron et Collobrières, à plus de 700 m. Puis, en allant vers la Méditerranée, elles perdent de l'altitude, et leurs chaînons, s'enfonçant sous la mer, vont donner naissance aux îles d'Hyères.

Pins maritimes et chênes-lièges leur procurent, sur 75 000 ha, un épais manteau boisé. Zone peu habitée, d'accès difficile, ayant subi maints incendies, qui domine une pittoresque zone côtière, où de belles plages de sable, plus ou moins étendues, ont vu apparaître de très nombreuses stations balnéaires, fort recherchées.

Massif primaire, présent au Carbonifère et au Permien, qu'un sillon houiller Nord-Sud, allant de Grimaud jusqu'au Muy, passant près de Plan de la Tour, sépare en 2 régions. À l'Est, granit et gneiss, avec traces volcaniques vers Grimaud, La Mole, St-Tropez. À l'Ouest, schistes à minéraux, avec quelques gneiss vers Collobrières. Et, au Tertiaire et au Quaternaire, se forment des plaines. Au Nord, vers Fréjus, les alluvions de l'Argens et du Reyran séparent Maures et Esterel. Au Sud, celles du Gapeau, entourant quelques restes primaires, aux rares dépôts secondaires, séparent Maures et Sainte-Baume.

L'Est



Dans cette région, au climat agréable, la Mole coule entre deux reliefs assez semblables. Au Nord, les sommets sont proches de 400 m, mais, au Sud, très rares sont ceux dont l'altitude dépasse 200 m. Sol d'origine primaire, imperméable, sur lequel ruissellent de nombreux petits fleuves côtiers, dont les alluvions, déposées pendant de très longues périodes, ont, vraisemblablement, re façonné la zone côtière.

On peut supposer qu'il y a bien longtemps, le Golfe de Saint-Tropez s'enfonçait bien plus profondément à l'intérieur des terres et que, peut-être, la presqu'île de Saint-Tropez était... une île. Et, qu'ensuite, toute cette zone a été partiellement comblée par les dépôts de tous les petits cours d'eau de cette zone : la Mole, la Gisle, la Garde, le Bourrian...

Sur une côte rocheuse, dans granit et gneiss, entre Fréjus et Hyères, depuis bien des siècles, des ports de pêche ou de commerce se sont installés. Abris et plages sableuses attendaient les bateaux. Tandis que l'intérieur, presque désert, proposait de rares travaux miniers. Zone peu recherchée pendant longtemps. Qui a vu débarquer, en 1944, sur la longue plage de sable de Cavalaire, les troupes alliées, venues

d'Afrique du Nord pour libérer la France. Plus tard, le tourisme s'est dirigé vers Cannes, Antibes, Monaco, Nice. Saint-Tropez est resté un simple port, seulement un peu plus grand que ses voisins.

Mais, aux environs de 1970, plusieurs acteurs de cinéma, très attirés par le calme, le climat, les paysages, sont venus résider ici, en particulier à Ramatuelle. Leurs « fans » ont suivi, le calme est devenu rare, les promoteurs immobiliers ont utilisé terres et... mer. Ainsi, Grimaud et Cogolin se sont dotés de villages sur l'eau, Port-Grimaud et Marines de Cogolin. Cavalaire a grandi, grandi. Saint-Tropez est devenue une ville très recherchée. Et les sites, malgré leur beauté, ont été dénaturés par boutiques, parkings et... horodateurs.

La population vit sur la côte. Seuls, quelques gros bourgs demeurent à l'intérieur des terres. Tournés vers un tourisme plus calme, plus reposant. Certains ont gardé des traces d'exploitations minières. Car le sol offre des minéraux, pas très faciles à découvrir, dans des lieux presque déserts, parmi une végétation un peu exubérante.

Jadis, le sillon houiller a été activement exploité vers Plan de la Tour (1), à l'Ouest du bourg, à Langastoua, Camp Long, les Roussillons. Lieux indiqués sur la carte IGN 68. Ailleurs, près de la Garde-Freinet, au Pic Martin (2), vieilles galeries et haldes rappellent l'extraction de fluorite, blende, plomb... Au Sud-Ouest du bourg, les micaschistes, où serpentent des routes étroites, dissimulent grenats, staurotides, disthène, andalousite. Quant au plomb, plus ou moins argentifère, on l'a cherché à Cogolin (3), où l'on trouve aussi du disthène, blanc rosé à bleu, en cristaux pouvant atteindre plusieurs centimètres.

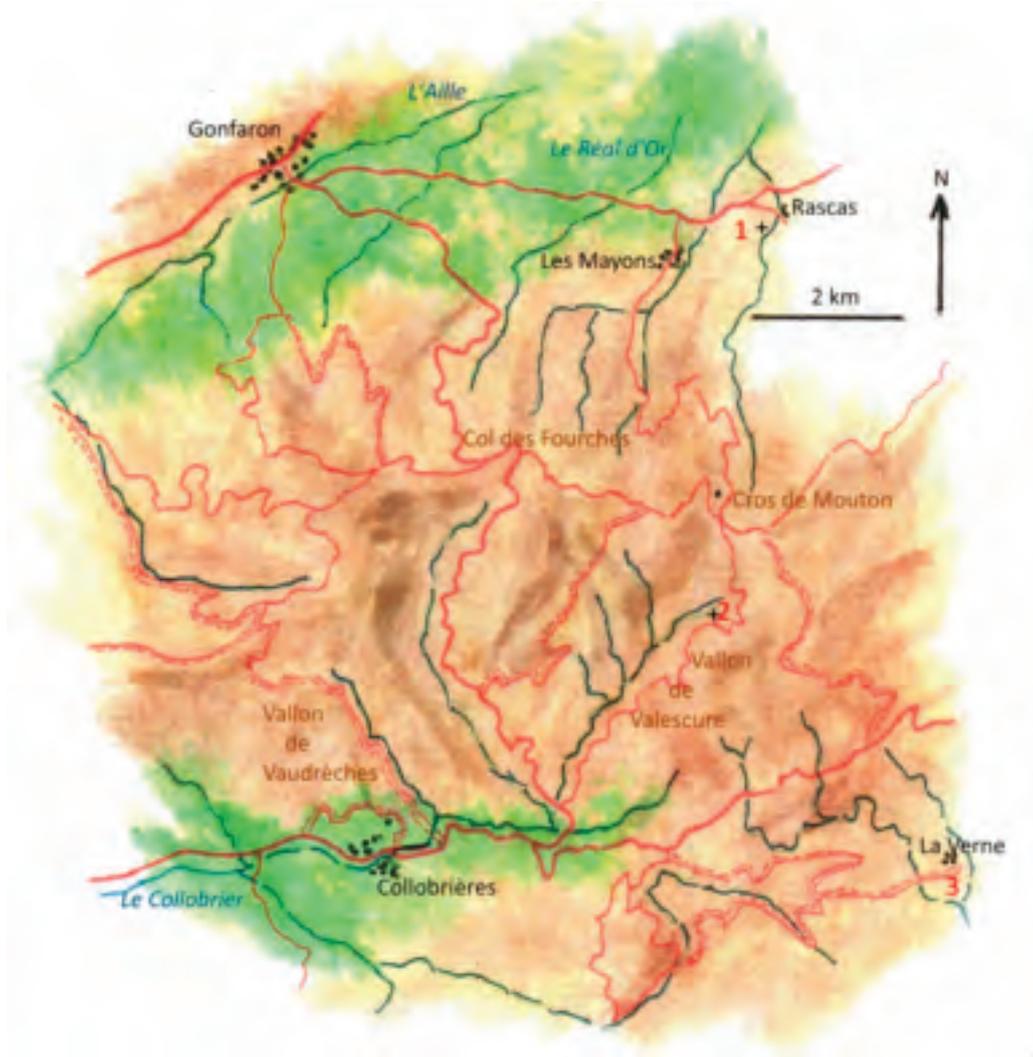
À Saint-Tropez, le volcanisme a laissé quelques traces. Ainsi, la Chapelle Sainte-Anne (4), à 2 km au Sud du port, est bâtie sur du basalte. Plusieurs minéraux se présentent en divers endroits. À l'Est du port, à 1 km, la carrière du Moulin Blanc (5), très proche de la mer, renferme cordiérite et sillimanite. Comme celle de la plage des Salins (6).

Du Cap Lardier (7) à Croix-Valmer (8), revient le volcanisme du Permien. En se dirigeant vers l'Ouest, avant Cavalaire, la carrière de L'Arbre (9) a fourni clinocllore vert foncé, actinolite... Pour s'y rendre, il fallait prendre, 2 km avant Cavalaire, une petite route montant vers le Nord. Et, après la traversée d'un hameau, sur la gauche, à 500 m, s'ouvrait la carrière.

Plus au Sud, le plomb a été recherché à La Mole (10). De ce village, une route se dirige vers la mer, et la rejoint à Canadel-sur-Mer. Elle passe au Col de Canadel (11), encore bien sauvage. En remontant la ligne de crête qui s'étire à l'Ouest du Col, des micaschistes cachent grenats, disthène blanc rosé à bleu, staurotides en cristaux brun-rouge de plusieurs centimètres, souvent maclés à 60°, mais jamais à 90°.

Le long de la route reliant Canadel au Cap Nègre (12), on retrouve aussi staurotides et disthène. À l'Ouest de la plage de Pramoussiers (13), le disthène n'est pas rare. De plus, en fouillant le sol de la plage, peuvent se rencontrer des minéraux lourds, en particulier du titane, concentrés en ces lieux par des coups de mer.

Vers l'Ouest



De nombreux petits cours d'eau entaillent les collines. Dans divers vallons, se trouve une roche particulière, la « collobriérite », à pyrite, magnétite, grenats... Vers Les Mayons, au hameau de Rascas (1), elle a été exploitée car très riche en fer. Du hameau, franchir le gué proche, à 200 m, et sur la rive gauche du ruisseau, s'ouvre une galerie abandonnée. On peut trouver de beaux échantillons à grenats, dans le lit du ruisseau.

Grenats que les chloritoschistes de Collobrières fournissent au Vallon de Valescure (2). Du bourg, aller prendre la route de Gonfaron, et, à 200 m, sur la droite, la petite route menant aux Mayons remonte ce vallon. La suivre sur 7 km, et, sur la gauche, un chemin mène à une carrière où les grenats abondent. En dodécaèdres bien formés, ils peuvent atteindre 7 cm. Staurotides, disthène, tourmaline les accompagnent. On peut les retrouver, à l'Est du bourg, dans les micaschistes de la Chartreuse de La Verne (3).



La région d'Hyères

Elle présente, à très peu de distance les uns des autres, des sols d'anciennetés très différentes. Le Silurien, avec ses 400 à 440 Ma, voisine avec des conglomérats siliceux du Permien, bien plus jeunes, et avec des dépôts calcaires du début du Jurassique, encore plus jeunes. Et tous côtoient les alluvions modernes recouvrant la majeure partie de la zone.



Hyères

La ville a bien changé, depuis l'étude faite par Falsan en 1863. Les Salins des Pasquiers s'étendaient plus au Nord, et, à cette place, se situe actuellement l'aérodrome (1). La petite ville a grandi et accueille plus de 50 000 habitants. Des lieux, peu habités jadis, ont cédé la place à des lotissements. Une voie rapide, reliant Toulon à Saint-Tropez la traverse.

Au Nord, entre Hyères et La Crau, le Fenouillet offre, vers la Chapelle Notre-Dame (2), des schistes abritant des Graptolites du Silurien. Et 200 Ma les séparent du Permien de Carqueiranne. Ce qui laisse supposer d'anciens îlots sur lesquels, au début du Jurassique, les dépôts marins ont laissé, aux Oiseaux (3) et au Paradis (4), Nautilus, Ammonites, Bivalves, Térébratules, Encrines. Le Primaire réapparaît à la mine de cuivre de Cap Garonne (5).

Entre ces collines, se sont déposées les alluvions modernes du Gapeau, du Réal Martin et de leurs affluents. Créant, au Sud-Est de la ville, une zone plate, à l'importante irrigation, bordée par une zone de plages. Où, depuis longtemps, se sont installés les Salins d'Hyères, entre Gapeau et Pansard, et les Salins des Pasquiers, entre la Presqu'île de Giens et une digue.

Les Îles d'Hyères



Face au Cap Bénat et à Brégançon, résidence d'été du Président de la République, à quelques kilomètres de la côte, se présente un groupe d'îles. Deux d'entre elles bien connues des touristes, Levant et Porquerolles. Avec leurs « satellites ». Le Grand Ribaud pour Porquerolles, Port-Cros et Bagaud pour l'île du Levant. Si des lignes maritimes les relient à Toulon, Hyères, Le Lavandou, Cavalaire, aucune n'assure de liaison entre les îles de l'Ouest et celles de l'Est.

Au Primaire, ces îles, au sol analogue à celui des Maures, devaient faire partie du continent hercynien. Continent recouvert, ici, par les mers du Secondaire. Relevé ensuite par les mouvements tectoniques du Tertiaire pour former les Maures, au Nord, et ces îles, au Sud. Leur sol, situé par Falsan, au Silurien, soit environ 400 Ma, non fossilifère, laisse supposer une longue émergence.

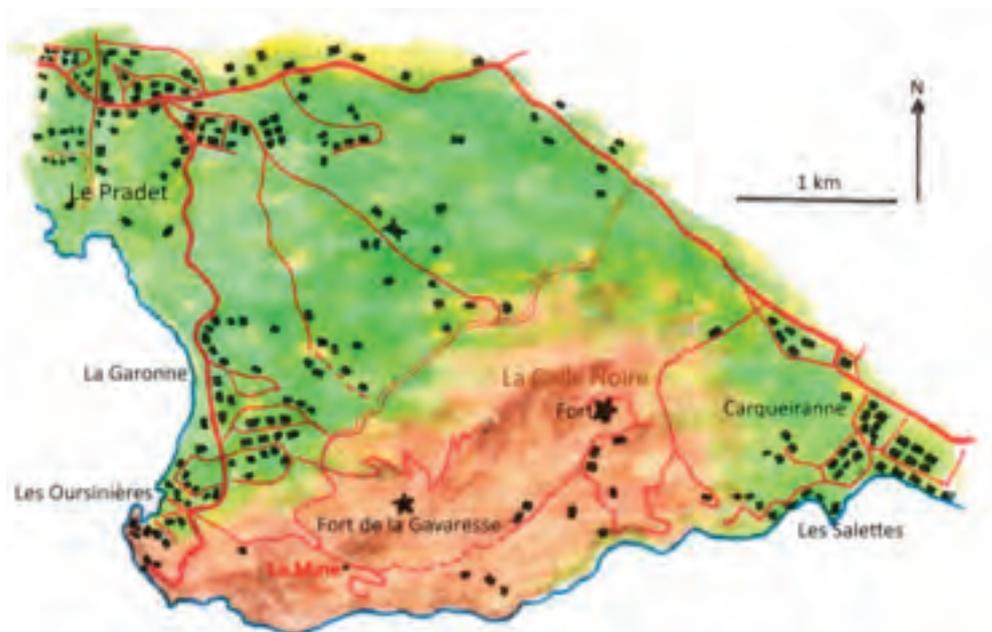
À l'Ouest, Porquerolles a connu, depuis longtemps, touristes et résidents étrangers. Car 5 km, seulement, séparent son port de celui de la Tour, au Sud de la Presqu'île. Son sol se compose de « phyllades », schistes argileux, très fissiles, du Silurien supérieur, à grenats, et aussi de quartzite très dur. Sol que l'on retrouve à l'île du Grand Ribaud.

À l'Est, ces « phyllades » se montrent aussi aux îles de Bagaud et de Port-Cros. Mais, l'île du Levant, que Falsan situe au Silurien inférieur, vers - 440 Ma, offre surtout des schistes à minéraux, en maints endroits. Présents au centre et sur la côte Est, bien plus représentés, à la pointe Nord-Est de l'île. Trois sites, en particulier, attirent les chercheurs.

- a : la Pointe de Castellias propose andalousite en cristaux rosâtres dans du quartz blanc, tourmaline noire, staurotides, disthène, titane...
- b : la Pointe de Callerosse, encore plus riche, montre non seulement ces mêmes minéraux, mais aussi des grenats. Grenats et disthène forment une couche allant de Callerosse à la pointe de l'ancien phare. Grenats que l'on peut retrouver, vers les ruines d'une pyramide, aux Pierres Blanches, à mi-chemin entre Callerosse et Héliopolis.
- c : la Plage de l'Ane, à 100 m au Sud de l'Anse du Liserot, procure grenats, disthène, tourmaline dans ses parois rocheuses. Titane à rechercher dans le sable de la plage.

Cap Garonne

Haut-lieu de la Provence minéralogique, la mine de Cap Garonne a attiré bien des chercheurs. Si sa pauvre teneur en cuivre n'a pas permis une exploitation durable, elle offre d'innombrables petits minéraux, fort recherchés par de nombreux amateurs.



C'est le domaine de l'histoire et de la légende ! La tradition attribue les premiers travaux aux Romains. Mais quand ? Où ? Que cherchaient-ils ? Cuivre ? Plomb ? Argent ? Or ? Et la légende naît, entre 1610 et 1615, au Nord-Ouest de Carqueiranne, sur la colline de la Colline Noire. Elle retrace l'aventure d'un chevrier récupérant un chevreau, tombé dans un trou très profond.

Cet homme, descendu dans ce trou, avec beaucoup de difficultés, y retrouve son chevreau. Et, aussi, d'abondantes pierres de couleur jaune laiton. Il remonte l'animal et un bloc de 3 à 4 kg. Qui, fondu, aurait donné 80% de son poids en or pur. D'où nouvelle expédition, nouveau bloc plus lourd récupéré, et dissimulation de l'entrée de la cavité. Heureux !... Mais le seigneur du lieu, vraiment très intéressé, veut le site et l'or ! Chevrier emprisonné. Comme, à cette époque, on n'était pas très tendre avec les « manants », il meurt de peur, le même jour, dans son cachot. Et le site, malgré maintes recherches, n'a pu être retrouvé.

Retour de l'histoire, sous le règne de Louis XIII, avec l'intervention du Sieur de Gasoard, ingénieur des Mines, et de son fils. Ils espèrent trouver un filon aurifère. Mais, échec... Puis, oubli, silence. Et la légende renaît en 1776, où, Robert de Lo-Looz, officier français, rédige pour Necker, ministre des Finances de Louis XVI, un rapport vantant les richesses fabuleuses, en or, de la mine de Carqueiranne. Rapport dû en réalité, à sa folle imagination.

Puis, Révolution, 1^{ère} République, Royauté, 2^{ème} République, 2^{ème} Empire, 3^{ème} République ! Et autres soucis. Quelques chercheurs explorent la Colline Noire, ne trouvent pas d'or, mais certains signalent la présence de cuivre et de plomb. Vers 1850, de nouvelles techniques amènent le départ d'une période d'expansion économique. Elle va demander beaucoup plus de minéraux, d'où nombreux travaux de recherches, vite abandonnés pour la plupart. Car le minerai se traite rarement sur place, il faut le transporter à l'endroit où on peut le traiter. Et ceci, c'est très onéreux !

À Cap Garonne, les travaux débutent en 1857, et, en 1862, la concession est attribuée à leur commanditaire, sous le règne de Napoléon III. Elle rapporte peu, car le minerai doit être traité à Swansea, au Pays de Galles, et le transport coûte cher. En 1873, un Anglais rachète la concession, et en 1877... l'exploitation rencontre une faille géologique. Travaux plus difficiles, rentabilité faible. En 1884, la mine ferme. Son activité reprend, en 1892, pour produire, sur place, du sulfate de cuivre, utilisé surtout par les vignerons. Travail non rentable.

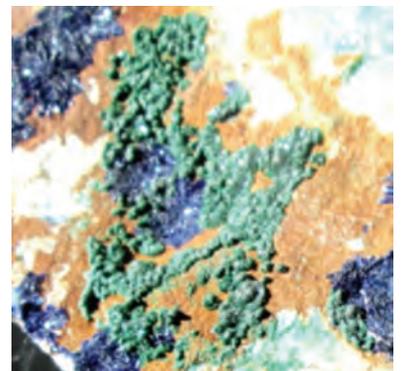
Ventes et rachats vont se succéder, avec quelques travaux, recherches, arrêts, de 1907 à 1916. Avec fermeture définitive en 1917. Entre 1933 et 1956, on y installe une champignonnière. Puis, on découvre l'extraordinaire variété des minéraux rencontrés. Attrait incontestable pour les amateurs de belles choses et pour les scientifiques. Mais, souvent, recherches sauvages.

En 1984, Le Pradet, La Garde, Carqueiranne forment un syndicat intercommunal pour tenter de sauvegarder ce site. Des travaux de consolidation vont permettre d'organiser visites et recherches dans les anciennes galeries. En 1994, s'ouvre le Musée de la Mine de Cap Garonne. Mais, récemment, les entrées ont été murées, et les merveilles de cette mine sont devenues images et souvenirs.

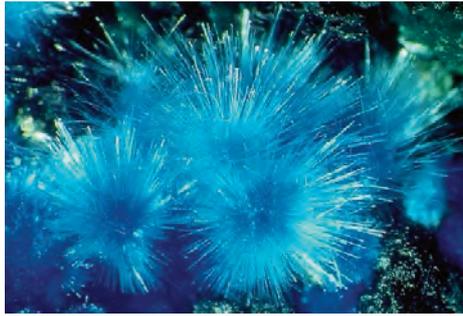
Naguère, le Club minéralogique de Cap Garonne accompagnait ses invités dans les galeries principales, vers des lieux intéressants. Et les aidait dans leurs recherches. Essentiellement placages sur un grès dur, dur. À l'extérieur, haldes abondantes, restes des 10 000 tonnes de minerai pauvre déposé sur le carreau de la mine, et galeries proches de part et d'autre de la route, ont reçu la visite des chercheurs. Qu'en reste-t-il ? Car, depuis des dizaines d'années, on condamne les galeries, et on utilise les déblais pour l'entretien des routes.

Certes, ces encroûtements colorés ont une faible valeur marchande, mais quelle variété ! Un paradis pour les amateurs de petits minéraux, car environ 150 les attendent ! Et leur nombre augmente sans cesse, avec la découverte de minéraux peu connus ou inconnus. Le minerai extrait renfermait surtout de la chalcosine vert sombre, mais elle était bien accompagnée.

Courantes sont l'azurite en belles rosettes brillantes, la malachite vert vif, l'olivénite verdâtre. Plus rares sont cyanotrichite, agardite, en fines aiguilles bleu pâle, brochantite, bayldonite aux cristaux verts, mimétite jaune, carminite rouge, wulfénite orange, cérusite et anglésite blanches...



Azurite



Cyanotrichite



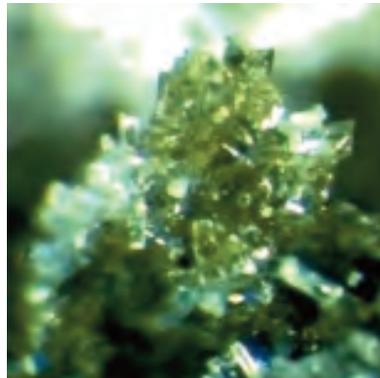
Smithsonite



Céruleite



Perroudite



Weillerite



Carminite



Bayldonite



Cornwallite

B – BOUCHES-DU-RHÔNE



Sous un climat doux et agréable, les Bouches-du-Rhône offrent des paysages différents. À l'Est, des montagnes calcaires, peu élevées, forment des chaînes parallèles, de la mer à la Durance : fin de la Sainte-Baume, vers Aubagne, l'Étoile entre Aubagne et Aix, Sainte-Victoire et ses 1 000 m de haut, à l'Est d'Aix. Au Nord, entre Aix et Arles, Trévaresse et Alpilles ne dépassent pas 500 m. Et, à l'Ouest de Marseille, l'Estaque, appelée aussi la Nerthe, domine la mer de ses 200 m.

Au Nord-Ouest, vers la Durance, s'étale une plaine fertile, irriguée par de nombreux canaux, où on cultive arbres fruitiers et primeurs. Le chaînon calcaire des Alpilles la sépare de la plaine de la Crau, peu fertile, peu habitée, bordant l'étang de Berre. Enfin, entre les bras du Rhône, apparaît la Camargue sauvage, où, à proximité d'Arles et de l'étang de Vaccarès, les « gardians » surveillent leurs troupeaux de chevaux et de taureaux.

Reliefs fort différents, dus, peut-être, à la grande faille d'Aix, qui, née au Nord de Sisteron, s'achève, sur la terre ferme, vers le village de l'Estaque, au Nord de Marseille. Sur son côté Est, les calcaires jurassiques s'élèvent. Tandis qu'à l'Ouest, s'étendent des plaines, formées par des alluvions tertiaires et quaternaires, où surgissent quelques collines calcaires.

Près de 2 millions d'habitants peuplent les 5 000 km² du département. Naguère, des nombreux petits ports de la côte, on partait pêcher thons et maints poissons. Dans les terres, on récoltait fruits, primeurs, olives... De ces ressources, naissaient conserves, huile, savon, ... Les mines de Fuveau et de Gardanne fournissaient les $\frac{3}{4}$ du lignite français. Plus tard, la bauxite, extraite près des Baux et dans le Var, était traitée à Gardanne. Et quelle activité aux chantiers navals de la Ciotat ! Maintenant, ces chantiers navals montrent encore une forte activité. Mais, les installations industrielles se serrent au Nord-Ouest de Marseille, jadis port de commerce avec le Levant.

1 – MARSEILLE



Au Trias, les mers envahissant la région, amènent, selon leurs niveaux, des paysages marins, ou lagunaires. OÙ, pendant des millions d'années, vont s'accumuler des alluvions dues au démantèlement de massifs plus anciens. Au Crétacé, les terres émergent. À l'Oligocène, des mouvements tectoniques, déchirant le sol, créent un bassin d'effondrement vers Marseille, et d'autres bassins, plus ou moins isolés, bordés par les massifs de l'Étoile et de l'Estaque. Ensuite, Rhône et Durance vont former un vaste delta, où, sur une forte épaisseur, vont s'entasser grès, argiles, ... Plus tard, au Quaternaire, si les glaciations n'atteignent pas Marseille, les alluvions vont s'étendre, s'étendre, et modifier le tracé du rivage marin.

Sur celui-ci, le petit port de Marseille, fondé par les Grecs, va connaître bien des aventures. Les Romains s'en emparent, puis Burgondes, Francs s'y installent. Les Sarrasins le pillent en 735. Dès 879, il appartient au Roi d'Arles. Puis, en 1252, Charles d'Anjou prend la ville et celle-ci va demeurer possession angevine jusqu'en 1481, date à laquelle Louis XI, Roi de France, la récupère.

Arrivent guerres de religion, peste en 1580, déclin du commerce maritime. Suivent guerres entre France et Espagne, nouvelle épidémie de peste en 1720, mortelle pour la moitié des 80 000 habitants. Ensuite, calme... et Révolution. Guerres contre l'Europe, besoin de soldats volontaires. Et certains, venant de Marseille, remontent Rhône, Saône, et arrivent à Paris, aux accents de leur chanson de marche. Qui deviendra... la Marseillaise.

Retour de la Royauté, Empire, 3^{ème} République. Le port grandit, profitant de l'ouverture du Canal de Suez. Et de l'expansion de l'Empire colonial français. Commerce, industries se développent. Métallurgie, textiles, huileries, savonneries... occupent le Nord-Ouest de la ville. Et c'est là que vont s'implanter les activités liées à l'importation du pétrole, devenues très importantes.

Au Sud



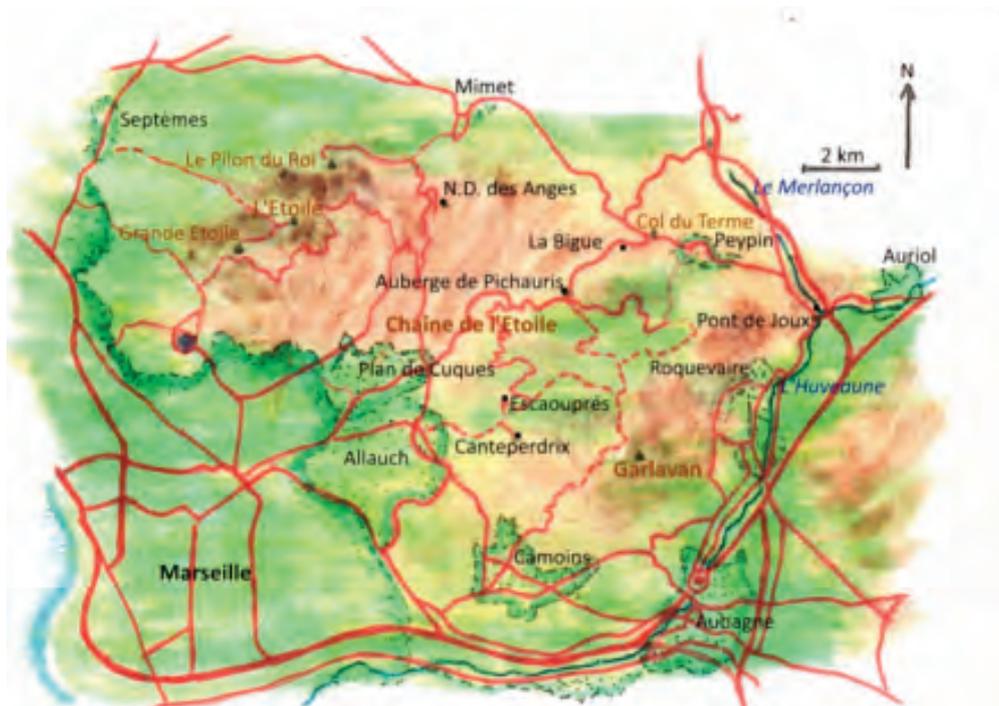
Zone pittoresque avec deux groupes d'îles bordant la côte. À l'Ouest, la plus petite, et la plus connue, c'est If, ancienne prison. Au Sud, après le Cap Croisette, le second groupe fait face à une côte rocheuse, entre Marseille et La Ciotat, où, dans les massifs calcaires, la mer a découpé des encoches aux parois abruptes, les « calanques », recherchées par résidents et touristes, dont l'accès, difficile par voie de terre, est réglementé du 1^{er} juin au 30 septembre.

Venant de Marseille, la route allant à Cassis rencontre l'Hauterivien de Redon, le Bathonien de Vaufrèges, et permet de contempler les hautes falaises jurassiques de la Chaîne de Carpiagne. À Logissson, partent des pistes menant aux Calanques d'En Vau et de Port-Pin, en traversant des calcaires à Rudistes, Spongiaires, Madrépores... À l'Ouest de Cassis, aux portes de la ville, on peut accéder facilement à la Calanque de Port-Miou. Tandis qu'à l'Est, part une route côtière passant par le Cap Canaille et ses falaises rouges dominant la mer de leurs 400 m. Puis une piste mène à La Ciotat, en longeant le Bec de l'Aigle et en coupant des calcaires récifaux fossilifères.

Au Nord, à La Bédoule, se rejoignent les routes de Cassis et de La Ciotat. Entre elles, se situe le massif corallien de La Marcouligne, avec ses calcaires à Rudistes au Pas d'Oullier. Les anciennes carrières de marnes de La Bédoule ont livré une riche faune pyriteuse du Gargasien, avec *Dufrenoya*, *Aconoceras*... Aux Fourniers, les calcaires marneux du Crétacé moyen ont caché *Ancyloceras*, *Parahoplites*... Tandis qu'aux Jeannots, les calcaires gréseux recélaient Brachiopodes et Oursins.



Au Nord



Au Nord-Est de Marseille, s'élève un massif calcaire de 20 000 ha, né, il y a des millions d'années, du plissement de roches, plissement dû au mouvement des plaques tectoniques. Zone rupestre, avec falaises, taillis, garrigues... La montagne de l'Étoile, au Nord, se prolonge par celle de Garlaban, au Sud-Est, formant la chaîne de l'Étoile, frontière naturelle, aux portes de Marseille, avec ses vallons aux fortes pentes, ses forêts... Pittoresque, l'Étoile attire les touristes. Ses calcaires prennent un aspect ruiniforme à Notre-Dame des Anges. Le Pilon du Roi se hausse à 710 m, et un peu moins élevée, l'Étoile domine un émetteur TV. Là, dans les calcaires blancs de la piste passant au Nord, se trouvent Foraminifères, *Cardium*, *Toxaster*.

Venant de Marseille, une route NNE/SSO sépare cette zone de la montagne de Garlaban. Où furent exploitées des mines de bauxite, vers Allauch, à Canteperdrix. Proche, se situe le gisement des Escaouprès, aux fossiles de l'Hauterivien. Puis, la route conduit à l'Auberge de Pichauris. Vers l'Est, un chemin mène à la ferme de Pichauris, en passant devant une carrière où le Domérien présente des bancs fossilifères. Ensuite, partant de l'Auberge, la route du Col du Terme recoupe des calcaires marneux du Bathonien, refuges de rares *Lytoceras*. Et, à 1 km du Col, dans le Domérien, s'ouvre la carrière de la Bigue, avec Gryphées, Térébratules, Bélemnites, Pseudopectens...

Du Col du Terme, gagner Peypin, prendre la route d'Aubagne. Pas l'autoroute. Arrêt à Pont-de-Joux. Au Sud-Ouest : Roquevaire. À l'Est : Auriol. Entre les deux, le confluent de l'Huveaune et du Merlançon, venu du Nord, entre route et autoroute. Là, poteries, os, silex... retracent une présence ancienne. Là, aussi, naguère, un obstacle - éboulement ou débris végétaux - a obstrué la vallée. Au cours des siècles, se sont formés des tufs, riches en végétaux : pin, noisetier, chêne, frêne, vigne... Tufs que l'on retrouve, sur la rive droite de l'Huveaune, 700 m en amont de Roquevaire.

Plus à l'Ouest, les argiles d'une carrière proche de l'Estaque ont livré divers Mollusques et Mammifères, avec, parmi ceux-ci, un *Elephas* du Villafranchien.

À l'Ouest



La Chaîne de l'Estaque, ou de la Nerthe - nom dû à un arbrisseau, le myrte (en provençal : nerto) - étire, sur 28 km de long et 8 km de large, ses calcaires du Jurassique et du Crétacé inférieur. Le versant Nord offre un paysage sauvage de collines sèches, aux vallons encaissés où poussent thym, romarin, myrte... souvent ravagés par des incendies. D'après É. Zola, « Rien n'égale la majesté sauvage de ces gorges percées entre les collines, de ces chemins étroits en lacis au fond d'un abîme, de ces pentes arides couvertes de pins et de murs couleur de rouille et de sang ».

Au Sud, c'est la « côte bleue », aux rivages encaissés où s'enfoncent des calanques. De Carry à Marseille, côte presque déserte. De Carry au Sausset, stations balnéaires fréquentées. Où, en suivant le bord de mer, on peut trouver Polypiers, Spongiaires, Mollusques dans des couches saumâtres. Les grès roses cachent *Scutella*, *Ostrea*, *Cerithium*. Près du Sausset, le Burdigalien renferme Pectens et Gryphées. Et, à 1 km à l'Ouest du Sausset, les grès verts de l'Albien livrent des *Hoplites*, tandis que, sur le chemin menant à la mer, se trouvent d'autres Ammonites : *Chelonicerias*, *Ancyloceras*... Plus loin, les anciennes carrières ont fourni Mollusques et Oursins du Burdigalien.

Au Nord de l'Estaque, **l'Étang de Berre** est relié à la mer par le canal de Caronte. Là, à Fos, s'est installée la zone industrielle de Marseille, avec ses terminaux pétroliers, gaziers, minéraliers. Ancien port de pêche, Martigues accueille industries chimiques, raffineries de pétrole. À Berre, base aéronavale et raffineries se côtoient. La métallurgie prospère à Vitrolles. Marignane sert d'aéroport pour Marseille. Mais, à 6 km à l'Est de Martigues, le Bédoulien cache encore *Rudistes*, *Exogira*...

Sur la rive Est de l'Étang de Berre, Bryozoaires, Madrépores, Rudistes... reposent dans le calcaire d'un lacet, au Nord de Calissane. À 5 km de ce hameau, des sables du Turonien cachent des Rudistes, mais livrent, près de St-Chamat, zircon, rutile, staurotide, disthène. Tandis qu'à l'Ouest, en bordure de l'Étang, avant Istres, *Pectens*, *Chlamys*, *Ostrea*... se terrent dans le Burdigalien. Plus loin, à St-Blaise, fouilles archéologiques et, vers la chapelle, sables bleutés à *Turritella*, *Pecten*...

Enfin, à l'Ouest, commence une vaste plaine stérile où se situe l'aérodrome d'Istres, **la Crau**.

2 – AIX-EN-PROVENCE



Au Jurassique, les mers recouvrent cette région, où émergent quelques terres près desquelles vivent Poissons, Mollusques, Echinodermes... Fin de cette période : les mers régressent, puis elles reviennent, et des Madrépores y édifient des récifs, où se logent des Rudistes. Au Crétacé, l'isthme durancien, un peu surélevé, relie, par épisodes, Massif Central et Massif Corso-Sarde. Il sépare la Mer de la Craie, au Nord, du futur Océan Atlantique, dont un prolongement, au Sud, le Golfe de Basse-Provence, vient baigner son rivage. Là, climat tropical, lacs, lieu apprécié par les Dinosaures !

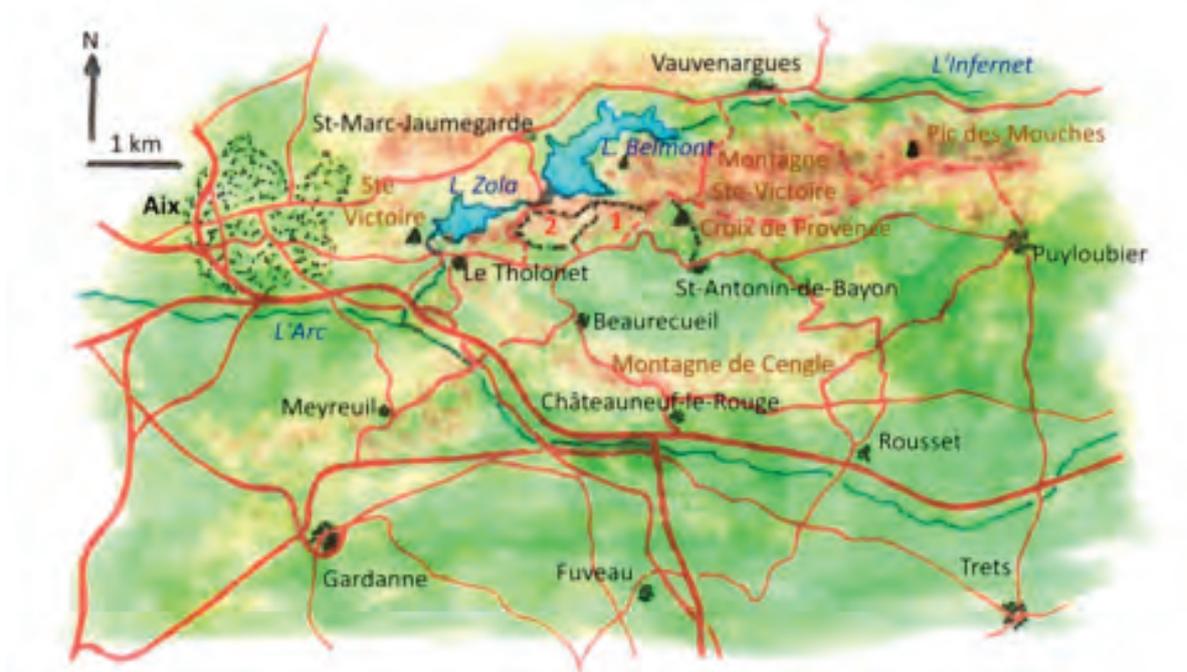
Au Tertiaire, plissement alpin et faille d'Aix modifient le paysage. Les calcaires secondaires, remaniés par des mouvements tectoniques, demeurent à l'Est de la faille, et se continuent, au Nord, par des massifs de faible hauteur. Tandis qu'au Sud-Ouest, des dépôts oligocènes et miocènes vont recouvrir, sur une forte épaisseur, un sol qui s'est effondré. En 1909, l'activité de cette faille, soi-disant peu active, a provoqué des dégâts importants dans la ville d'Aix.

Le site ne fut d'abord que la capitale d'une tribu celto-ligure, construite sur une petite colline, dont le consul romain Sextius s'empare en 123 av. J-C. Il installe son camp près des sources thermales, les Eaux de Sextius, d'où le nom d'Aquae Sextiae. Une ville naît, et son importance croît, car elle protège le passage terrestre entre Marseille et sa colonie, Nice. Puis, chute de l'Empire Romain. Alors, invasions des Barbares, des Arabes. Période bien trouble.

Dès 1189, les Comtes de Provence, liés aux Maisons d'Aragon et d'Anjou, y résident. Aix devient la capitale de la Provence et un centre culturel et universitaire renommé. Au milieu du XV^e siècle, c'est « la Cité du roi René », Roi d'Anjou et Comte de Provence. Peu après le décès de ce Roi, très populaire, la ville d'Aix, comme la Provence, sera rattachée à la France.

Pendant le XVII^e siècle et le XVIII^e, elle va s'enrichir d'un très important patrimoine architectural. Plus tard, au XIX^e siècle, ce sera la ville de Paul Cézanne, dont les nombreux tableaux représentent « sa » Provence et surtout, « sa » Montagne Sainte-Victoire. À la même période, Émile Zola y passera la majeure partie de ses jeunes années.

À l'Est d'Aix



Là, c'est la « Montagne Sainte-Victoire ». Mais, sur les cartes, si cette appellation s'applique à une montagne dominant Aix, près du Lac Zola, source de beaucoup d'œuvres de Paul Cézanne, elle est aussi employée pour désigner le massif où plusieurs sommets se nomment Ste-Victoire-le-...

Ce massif, lieu de rencontre entre domaine alpin et domaine méditerranéen, s'étire, d'Est en Ouest, sur 20 km. Relief assez escarpé, avec des sommets dépassant 900 m d'altitude et culminant à 1 011 m, au Pic des Mouches. Dans les vallées, sinuent de petits cours d'eau alimentant la ville. Sur l'un d'eux, l'Infernet, affluent de l'Arc, des barrages ont créé des lacs de retenue, lac Zola, hommage à un écrivain, lac de Bimont, dominé par la montagne du même nom.

Le massif Sainte-Victoire est doublé, au Sud, par une chaîne moins élevée, la Montagne de Cengle, qui vient heurter le massif de l'Étoile. Près de Fuveau et de Gardanne, le lignite a été exploité pendant longtemps. Charbon de qualité médiocre, certes. Mais les 600 000 T annuelles de Fuveau ont permis d'alimenter les centrales thermiques de Gardanne et de traiter la bauxite pour en extraire l'aluminium. Mais, maintenant, on achète la bauxite à l'étranger, et les mines de charbon françaises ont cessé leurs activités, depuis 1970 environ.



Il y a des millions d'années, au Crétacé supérieur, s'étalait, ici, un vaste lac recevant ruisseaux, rivières, torrents... et leurs sédiments détritiques. Terres plates autour, soumises aux débordements des eaux, au moment des crues, débordements souvent importants, modifiant provisoirement les limites des rivages. Paysage qui sera bousculé, à l'Oligocène, par le plissement alpin et le réveil de ce que l'on appelle maintenant la faille d'Aix.

Fin du Crétacé. Les plantes à fleurs sont apparues, et, sous un climat favorable, la végétation, devenue luxuriante, fournit une nourriture plus tendre, plus variée. Évidemment, cela va attirer maints Dinosaures herbivores. Et suivant leurs proies, des Dinosaures carnivores. De nos jours, les animaux ont changé, mais le processus est resté !

De même, pour se reproduire. Actuellement, les oiseaux façonnent des nids, pondent des œufs. Les Dinosaures le faisaient également. Mais l'œuf ne peut éclore qu'après un certain temps, et dans certaines conditions. D'où œufs enfouis dans le sable et abandonnés, œufs dans un nid couvert de feuilles, de branchages, qui, en se décomposant, vont produire la chaleur nécessaire pour l'éclosion des petits. Ou couvaion, avec parents se relayant pour chasser et se nourrir, technique de Carnivores.

Ici, les œufs, pondus dans des argiles rouges, se sont fossilisés. Les limons des inondations, recouvrant les nids, favorisaient leur éclosion. Mais, œufs qu'il fallait protéger des amateurs ! Puis, protection renforcée autour des petits Dinosaures, proies faciles. D'où, près des nids, présence des parents ou des prédateurs, ayant laissé traces et ossements permettant de les identifier.

On a trouvé, par ci, par là, des œufs souvent brisés. Mais, ils sont nombreux, à Roques Hautes, près du Champ de Tir (1). Depuis 1947, cette zone, dite « les Grands Creux », est interdite au public. Il n'y a que 10 sites semblables dans le monde. Ici, les restes découverts témoignent de la présence de *Rhabdodon*, herbivore de 3 à 4 m de long, de *Pyroraptor*, petit carnivore. Site classé en 1964, et Réserve Naturelle de Sainte-Victoire (2) en 1994.

En 1997, l'aménagement d'un quartier d'Aix, à l'emplacement d'une ancienne gare routière, a mis à jour environ 200 œufs. Site de pontes pour plusieurs espèces de Dinosaures, aux nids recouverts par végétaux et terre avec 3 à 8 œufs par nid. Puis, en 2012, des travaux des chercheurs de l'Université de Poitiers ont permis la découverte d'ossements datés du Crétacé supérieur, appartenant à Tortues, Crocodiles, Ankylosaures, ... Et, aussi, à un tout nouveau type de Tyranosaure, que l'on a nommé *Atsinganosaurus*. Faune variée pour ce territoire...

Au Nord et à l'Ouest d'Aix



En Provence, 30 km seulement séparent Aix et Salon. Jadis, au Crétacé, des transgressions marines ont, par épisodes, envahi la région. D'où, traces de vies marine et terrestre. Les Dinosaures ont fréquenté cette zone, mais y ont laissé moins de traces qu'à l'Est. Car, à l'Oligocène, avec faille d'Aix et plissement alpin, le sol s'est modifié. Si, à l'Est, Ste-Victoire s'est élevée, L'Ouest, effondré en partie, a vu arriver des dépôts tertiaires et quaternaires s'arrêtant contre les calcaires secondaires formant la Chaîne de Trévaresse, au Sud de la Durance. Et butant aussi contre ceux de l'Estaque. Deux villes principales, deux zones différentes.

Zone d'Aix

Zone la plus terrestre. D'Aix, prendre la route de Berre. Elle passe sous l'A8, et, peu après, une autre, plus petite, rejoint Ventabren (1). Naguère, au nord de ce village, des œufs de Dinosaures reposaient dans les ravinements des argiles. Œufs aussi découverts à Rognac, près de la gare, en 1922. Puis, de Ventabren à Coudoux, au Sud de l'A8, la route recoupe une zone à Mollusques et Végétaux fossilisés. Plus au Nord, dans Eguilles (2), des travaux immobiliers ont fait apparaître de nombreuses Turritelles.

Près d'Aix, à 100m à l'ouest de la Route des Alpes, de grosses Térébratules abondent dans une petite carrière (3). De là, après avoir coupé les routes conduisant à Aix, on arrive aux anciens bains romains des Pinchinats, à la sortie d'eaux chaudes, riches en bicarbonate. À 2 km au Nord-Nord-Est de ceux-ci, les marnes (4) recouvrent un riche banc calcaire dont le sommet abrite Poissons, Gastéropodes, Plantes.

Au Nord, à Meyrargues (5), passe un canal EDF. En rejoindre les berges, à 100 m de la gare. Sur la butte proche, les tufs renferment empreintes de Plantes et Gastéropodes. Ensuite, du bourg, gagner Saint-Estève-Janson (6). En partant du pont, longer, vers l'amont, la rive gauche du canal. Après une molasse un peu fossilifère, apparaît un important affleurement, de pendage N.N.E., riche en débris d'ossements de Dinosaures.

De St-Estève, aller à Rognes et prendre la route allant au Puy-Sainte-Réparate. Les champs gris, bordant la route, cachent des Huîtres. Dans d'anciennes carrières (7), des Squales ont laissé bien des dents. Puis, revenir à Rognes et aller au Château de Beaulieu (8). Ce domaine viticole est installé sur des collines basses, datées du Miocène, formées de basalte et autres formations volcaniques.

Zone de Salon

Les traces de Dinosaures ont disparu. Ce qui laisse supposer, vers la fin du Secondaire, un paysage marin, bordé par des collines calcaires du Jurassique et du Crétacé, démantelées ensuite, érodées par les vagues et le vent pendant des millions d'années. Paysage où la vie s'est raréfiée, avec la disparition des Ammonites, des grands Reptiles marins et terrestres. Avec, sur les rivages, des plages où reposent Gastéropodes, Bivalves, Oursins...

Au Tertiaire, invasion marine et dépôts surtout Oligocènes et Miocènes. Avec des mers peu profondes où affleurent des massifs coralliens et où nagent de nombreux poissons. Tandis que, sur les plages, s'échouent Mollusques et Echinodermes. Avec, à l'Ouest de ces dépôts tertiaires, une forte accumulation de dépôts quaternaires, apportés par le Rhône et la Durance.

La zone de Salon propose une faune variée, aux sites fort bien décrits et étudiés, dans le N°75 de Minéraux et Fossiles. Assez proches les uns des autres, ils demandent, le plus souvent, un accès pédestre assez long, pas toujours facile. Que ce soit vers Pélissanne ou à l'Est de l'A7.

Partant de Salon, la vieille route de Pélissanne franchit l'A7 par un pont. Peu après, tourner à gauche et suivre le chemin menant à plusieurs carrières abandonnées (9), où des dents de Squales se dissimulent dans des calcaires roux. Puis, du bourg, prendre la direction d'Aurons, et, à 400 m environ, suivre le chemin menant à une ferme et au sommet de la colline de Caronte (10). Au début, les champs, de chaque côté, livrent *Chlamys*, *Ostrea*, *Balanes*. Fossiles que l'on retrouve au sommet de Caronte, en compagnie de dents de Requins. Plus à l'Est, entre les routes de Lambesc et de Vernègues, les vignes (11) sont jonchées de coquilles. Ensuite, gagner Vernègues, monter à l'ancien village (12) où, sous les falaises le surplombant, gisent des dents de Squales.

À l'Est de l'A7, entre Salon et Senas, c'est le domaine des Echinodermes. Sur le plateau des Agassons (13), au Sud du ruisseau venant d'Aurons et se jetant dans un canal, les *Toxasters* sont fréquents. Sur le plateau des Gaussiers (14), un peu plus au Nord, gisent des *Scutellas* de 10 cm de diamètre. Pour s'y rendre, à la sortie Nord de Salon, prendre la direction de l'A7, mais, avant de la rejoindre, tourner sur la droite, prendre le chemin de Tallagard sur 500 m et, sur la gauche, un sentier grimpe jusqu'à une « borie ». Les Scutelles sont là.

Plus loin, à 3 km au Nord de salon, un chemin longe l'A7 sur son côté Est, et passe au pied de la colline de Roquerousse (15). Dans ses calcaires roux, se réfugient, là aussi, des *Toxasters*. Proches, près de Senas, des calcaires à patine blanche (16) renferment des Gastéropodes de la fin du Crétacé : *Bauxia*, *Cyclophorus*...

3 – À L'EST DU RHÔNE



En rive orientale du Rhône, apparaissent trois régions très différentes les unes des autres. Avec des activités, elles aussi, très différentes, selon les sols, l'irrigation, les ressources minières, le climat. Ici, peu de mines, et encore moins de fossiles. Faible population, surtout dans la zone Sud. Mais zone touristique et industrielle, avec des ports actifs comme Fos-sur-Mer et Port-Saint-Louis. Quant au Nord, il a connu une occupation romaine assez importante, ayant laissé de belles traces, à Glanum et vers Arles, ville à rattacher plutôt à la Camargue...

Au Sud, entre le fleuve et l'étang de Berre, les 70 000 ha de la Crau, plaine alluviale quaternaire, forment une vaste zone plate, marécageuse en certains points, mais surtout caillouteuse, avec de très

nombreuses alluvions apportées par la Durance. Pays peu peuplé, où le mistral profite d'une absence de relief pour souffler violemment. Peu d'agriculture, si ce n'est vers quelques petits canaux. Et, au bord des voies rapides la traversant pour joindre les terminaux pétroliers, on peut voir des moutons broutant une herbe... peu fournie !

Par contre, au Nord, entre Rhône et Durance, au Sud d'Avignon, les plaines fluviales, bien plus fertiles et moins ventées, permettent cultures maraîchères, arbres fruitiers, vignes... Destinés surtout à deux villes proches : Avignon dans le Vaucluse et Arles, plus axée vers la Camargue. Région active depuis des siècles, où l'on pouvait franchir le Rhône à Tarascon, pour se rendre, sur l'autre rive du fleuve, à la célèbre Foire de Beaucaire, très importante naguère.

Au centre, le massif montagneux des Alpilles élève ses calcaires blancs à... 498 m ! Avec ses escarpements, ses points surélevés facilitant la défense, il fut occupé dès la fin de la Préhistoire. Plus tard, près de la route reliant Nice, Aix, Arles, Nîmes, les Romains se sont installés, laissant des traces d'une vie sédentaire près de Saint-Rémy-de-Provence, à Glanum. Puis, suivent invasions, guerres seigneuriales. Et, évidemment, châteaux-forts, dont la pittoresque citadelle des Baux, surmontant un village aux rues étroites. Ensuite, Rois et Républiques ne se sont guère intéressés à cette région.

Elle attirera l'attention, au XIX^e siècle, quand Alphonse Daudet y situera Tartarin, le Moulin de Fontvieille et les personnages des *Lettres de mon Moulin*. Un peu plus tard, la découverte de bauxite, près de Maussane, va donner vie à la zone. Ces exploitations ne sont plus guère exploitées et n'attirent plus les curieux, qui préfèrent envahir les Baux. Où vivent maints artisans d'art.

Les sites fossilifères sont rares. Vers Eyguières (1), la route menant à Senas coupe des calcaires à *Toxasters* et *Gryphées*. À l'Ouest de celle menant à Orgon, les marnes jaunâtres ont livré de rares *Phylloceras* et *Berriasella*. Au Nord de Mouries (2), entre la route menant à Eygalières et celle passant par Aureille pour regagner Eyguières, Oursins et Phollades de l'Helvétien ont perforé les calcaires blancs de l'Eocène. Et, dans le village de Mouries, les calcaires argileux de l'Oxfordien dissimulent quelques *Sowerbyceras*.

Le site le plus connu et le plus fréquenté, c'est Orgon (3), au Sud de Cavaillon et à la limite Est des Alpilles. Là, le Crétacé inférieur a laissé au milieu d'autres fossiles, de bien curieux Bivalves, *Requièna* et *Toucasia*, dans deux carrières différentes : la première, abandonnée, dans le village, près de l'église Notre-Dame de Beauregard. L'autre, plus riche, aux roches plus tendres, sur le côté Sud de la route d'Eygalières, après une piste de moto-cross.



Requièna



Toucasia

4 – LA CAMARGUE



La Camargue ! Elle s'étend sur 150 000 ha de terres humides et marécageuses, sur le Gard et les Bouches-du-Rhône, départements séparés par le Petit Rhône. Vaste triangle entre Arles, au Nord, les installations de Fos-sur-Mer, à l'Est, le Grau du Roi, à l'Ouest. À 6 km au Nord-Est de cette ville, se trouve Aigues-Mortes, d'où partirent, en 1270, les navires de la 8^{ème} croisade, organisée par le Roi de France, Louis IX, le futur Saint-Louis.

Zone née, au Quaternaire, des alluvions venant du Massif Central primaire, déposées par le Rhône, et de celles de la Durance, arrachées au sol secondaire des Alpes. Pendant des millénaires, ces dépôts fluviaux ont pénétré dans la Méditerranée, modifiant la côte, créant une région souvent inondée, située surtout entre les deux bras du delta du Rhône : la Camargue. Et, à l'Ouest du Petit Rhône, s'étale la Petite Camargue.

Sous un climat méditerranéen, aux violents orages d'automne, aux hivers parfois rigoureux, le Nord présente un domaine fluvio-lacustre, aux eaux douces, permettant cultures maraîchères et rizières. Au Sud, la mer s'enfoncé dans les dépôts alluviaux, crée un sol laguno-marin, où, dès le XIV^e siècle, ont existé des marais salants. Au centre, ces deux influences s'interpénètrent. Vers l'Etang de Vaccarès, dominant les « roubines » marécageuses. Et des voies d'eau, les « graus » relient lagunes et mer.

Sol quaternaire. Ne pas chercher fossiles et minéraux. Et, de très longue date, très faible densité de population. Marécages, inondations dues à des cours d'eau qui ne seront maîtrisés qu'au XX^e siècle, côtes sableuses peu fertiles et changeantes, cela n'attire guère les habitants, qui vont, essentiellement, élever chevaux et taureaux. Le riz apparaîtra au XX^e siècle, culture déjà pratiquée dans les plaines inondées du Pô, en Italie. Près d'Arles, commune la plus étendue de France, cette culture donne des résultats très satisfaisants.

Mais, en Camargue, la faune, occupant étangs, marais, marécages, offre un spectacle vraiment magnifique. Paysage sauvage, naturel, aux rares routes, apprécié par les scientifiques. De nombreux oiseaux s'y arrêtent, d'autres y vivent. On y voit des grues cendrées, des hérons, des canards, des martins-pêcheurs, des aigrettes, ... Et, en très grand nombre, des flamants roses, se reflétant sur des eaux calmes, ou prenant, ensemble, leur envol. Ici, ils se sont multipliés, dans un espace naturel. Qui, agrandi de 40 000 ha entre 1944 et 1988, est devenu un Parc Régional en 1970, parc classé par l'UNESCO, attirant ornithologues et amateurs de beaux spectacles et de belles photographies.

Vers l'Étang de Vaccarès, c'est différent. Montés sur leurs chevaux blancs, les « Gardians » dirigent leurs « manades » de chevaux et de taureaux noirs, plus ou moins fougueux. Le soir, ils regagnent leurs chaumières aux murs blanchis, aux toits recouverts de roseaux, abondants dans ces régions. Vie traditionnelle, peu modifiée pendant des siècles. Avec, hélas, un inconvénient : les moustiques, dont on a identifié... 40 espèces !

Tradition et folklore demeurent. Près de l'embouchure du Petit Rhône, le village des Saintes-Maries-de-la-Mer accueille, depuis 1448, un pèlerinage aux Saintes Marie Salomé et Marie Jacobé. Pèlerinage doublé par celui des Gitans, en hommage à la servante noire des précédentes, Sainte Sara, leur patronne. Puis parmi les nombreuses fêtes d'Arles, le 1^{er} mai, c'est la Fête des Gardians. Après le défilé où Gardians et Arlésiennes arborent leurs habits traditionnels, messe en provençal, suivie de la bénédiction des chevaux. L'après-midi, dans les arènes, gardians et taureaux s'affrontent, dans des jeux spectaculaires, joyeux, dangereux. Très différents d'une corrida.



Au Crétacé, les Dinosaures ont élu demeure dans ce qui a été nommé isthme durancien. Isthme au relief peu élevé, que des transgressions marines vont recouvrir plus ou moins, de temps à autre. Les nombreux œufs de Dinosaures, trouvés vers Aix, suggèrent un important lieu de ponte. Pourquoi ici ? Peut-être climat favorable, nourriture abondante. Peut-être, aussi, groupes de Dinosaures piégés par la montée des eaux, obligés de vivre, en cet endroit, pendant des millions d'années.

La mer s'est retirée, laissant la place à la Provence. Les millions d'années ont passé et l'homme arrive, attiré par le climat, un sol souvent fertile, les ressources de la mer. Ce qui va lui permettre de supporter des périodes agitées. Puis, le XIX^e siècle, avec de nouvelles techniques, demande beaucoup plus de matières premières. Alors, on intensifie les recherches minières, on exploite charbon, plomb, cuivre, ... Et on découvre la bauxite. La population s'installe près de ces gisements. Jusqu'au milieu du XX^e siècle, où leur exploitation, souvent dangereuse, devenue non rentable, sera abandonnée.

Au cours des siècles, sur la côte, la vie a bien changé. Jadis, Marseille, port de commerce avec l'Orient, allait chercher, en Asie Mineure, les richesses venues de Chine, des Indes, du Japon, ... par voie terrestre. Le transport maritime devait passer au Sud de l'Afrique. Là, les tempêtes causaient bien des naufrages. Ce n'est qu'en 1497 que Vasco de Gama, navigateur portugais, découvrit la Route des Indes, en passant par le Cap de Bonne Espérance. Mais transport très long et très onéreux.

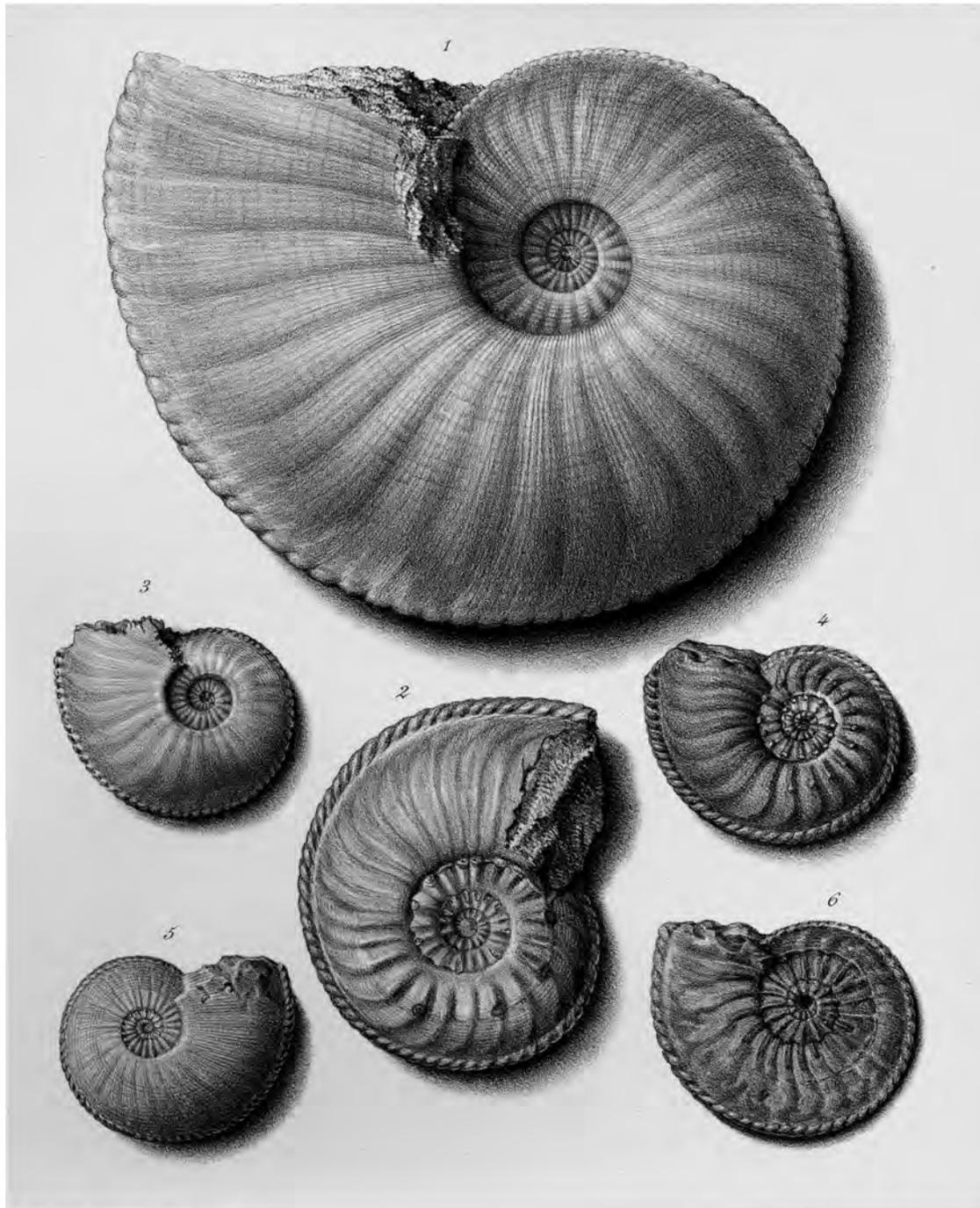
Vers 1870, l'ouverture du Canal de Suez offre un trajet plus court, plus sûr, moins coûteux. Marseille profite de tous ces avantages. De plus, la politique coloniale française, commencée par la conquête de l'Algérie, s'étend à l'Afrique du Nord. Puis à l'Afrique Noire, côte et intérieur, plus facile à atteindre en passant par Gibraltar. Marseille devient une énorme cité, qui grandira encore avec des terminaux pétroliers, minéraliers, et des annexes industrielles et commerciales au XX^e siècle. Et remplace Aix comme capitale de la Provence.

En Camargue, la vie a peu changée depuis des siècles. Certes les rizières sont là. Mais étangs, marais demeurent avec végétation et faune particulières. Subsistent de vieilles traditions, comme aux Saintes-Maries où voisinent pèlerinage gitan et coutumes locales. Ou à Arles avec ses nombreuses fêtes dont la plus connue rassemble Gardians et Arlésiennes en costumes traditionnels.

À Tarascon, c'est la fête de la Tarasque. Monstre fabuleux, très complexe, au grand corps massif protégé par une carapace de tortue hérissée de piquants, avec une tête rappelant celle d'un lion, et une queue imitant celle d'un scorpion. Cette Tarasque aurait terrorisé la région entre Arles et Avignon au début de l'ère chrétienne. Et même avant, selon histoire et légende.

En l'an 58, S^{te} Marthe, débarquée aux Saintes-Maries pour évangéliser la Provence, découvre cette Tarasque, sous un rocher, et l'apprivoise. Fête chez les habitants, rassurés. Sur le rocher, se bâtit Tarascon, où, depuis des siècles on célèbre cet événement, en costumes médiévaux. Fête qui sera encore renforcée, quand, en 1474, le Roi René créera l'Ordre de la Tarasque, avec emblème la représentant. Telle qu'on la voit encore en statues, images, ...

Les plages de sable des massifs anciens, Maures et Esterel, qu'elles soient petites et bien abritées, ou très longues comme celle de Cavalaire ou celle de Pampelone à Saint-Tropez, attirent maintenant beaucoup d'estivants, de résidents, de touristes. L'urbanisme s'y est développé et les villages de naguère sont devenus de grandes villes. Il reste encore quelques endroits sauvegardés, mais, trop souvent, les paysages ont perdu leur aspect primitif, un peu sauvage, et ont été dénaturés par des constructions, des parkings et beaucoup trop d'horodateurs !



Dessiné d'ap. nat. et lith par N.H. Jacob.

Imp. Lemercier et C^{ie} Paris

Planche XCIII : *Amaltheus Margaritatus* - Planche extraite de l'ouvrage
Explication de la Carte Géologique de la France par E. Bayle - Réédition Dédale Édition

Le Domérien de Dalbepierre (69)

par Vianney GADIOLET



Introduction

La tuilerie d'Oingt (lieu-dit Dalbepierre – figure n°1) est une petite exploitation familiale en friche. Elle exploitait les marnes du Domérien. La notice de la carte géologique¹ au 1/50 000 d'Amplepuis précise : « Marnes grises très finement micacées, coupées de niveaux de marno-calcaires noduleux ». Ces derniers ne sont pas visibles dans la tuilerie. La coupe actuelle des couches n'excède pas 10 mètres (figure n°1). La marne est riche en *nuclei* pyritisés d'ammonites. Le lieu étant connu, il est cependant peu documenté. Quelques mots dans la notice de la carte géologique y indiquent la présence des ammonites *Protogrammoceras instabile*, *Amaltheus margaritatus* et des Bélemnites *Belemnites umbilicatus* et *Hastites clavatus*. Rulleau, dans « Biostratigraphie et paléontologie de la région Lyonnaise. Tome II : du socle au Lias moyen », cite l'exploitation sans lister la faune ni figurer aucune pièce. Il faut dire que la conservation locale est mauvaise. Les *nuclei* pyriteux sont les seuls à offrir une préservation correcte. Les autres pièces calcaires sont écrasées, déformées et parcellaires.

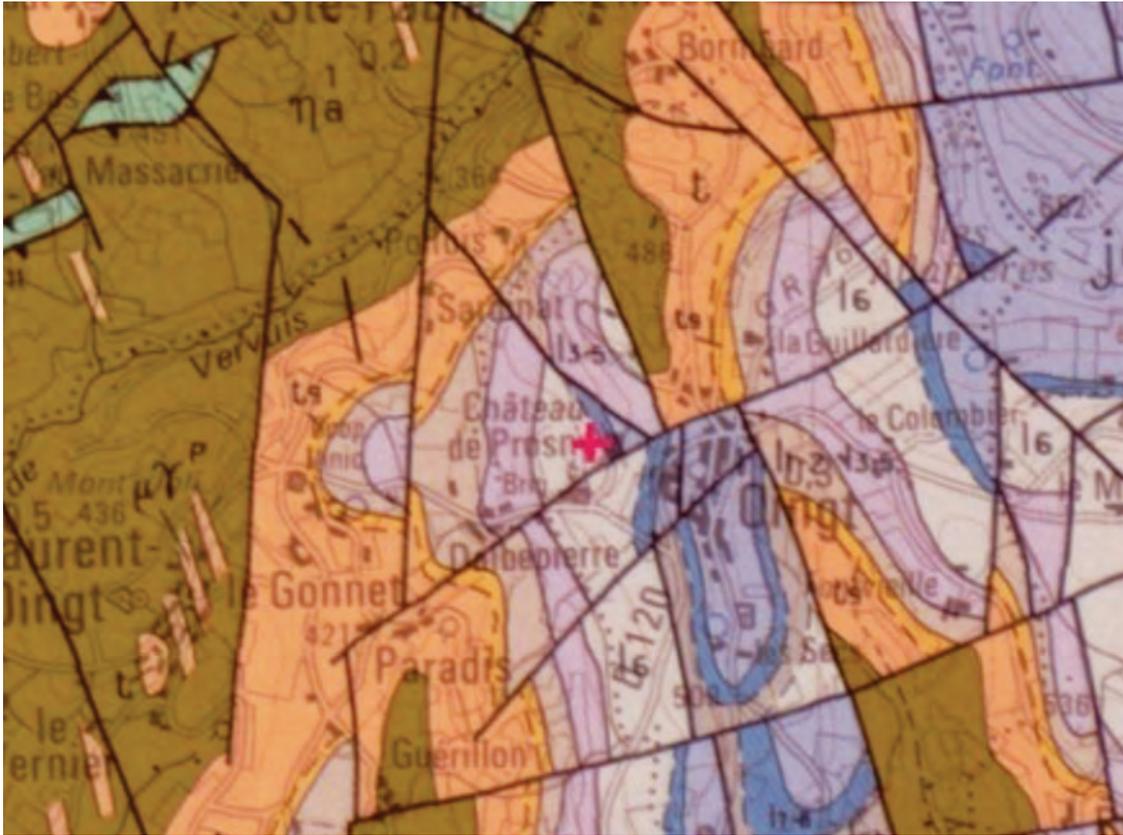


Figure 1 : La tuilerie d'Oingt (lieu-dit Dalbepierre)



Figure 2 : Front de taille actuel

1. LA FAUNE

La faune recueillie est peu diversifiée. L'immense majorité des pièces se trouve être constituée d'ammonites se rapportant à l'espèce *Amaltheus margaritatus*. Quelques autres genres sont présents (Planche n°2), mais notre récolte ne présente aucun individu même fragmentaire de *Protogrammoceras instabile* désigné dans la notice de la carte géologique. On trouve aussi quelques bivalves et oursins (Planches n°3 et 4) et une palette typique de rostrés de Bélemnites (Planche n°4).

Céphalopodes ammonoïdes

La détermination de la faune ammonoïde est complexe. La conservation sous forme de *nuclei* dont le diamètre n'excède pour la majorité pas le centimètre et demi ne permet pas une identification fine du matériel. Nous avons dû pour cela utiliser une loupe binoculaire et comparer toutes les sutures.

Le lot d'ammonites contient 143 individus (environ 2/3 des pièces ramassées après nettoyage). Seulement 17 spécimens s'avèrent ne pas être du genre *Amaltheus*, soit 11,89% (figure n°2).

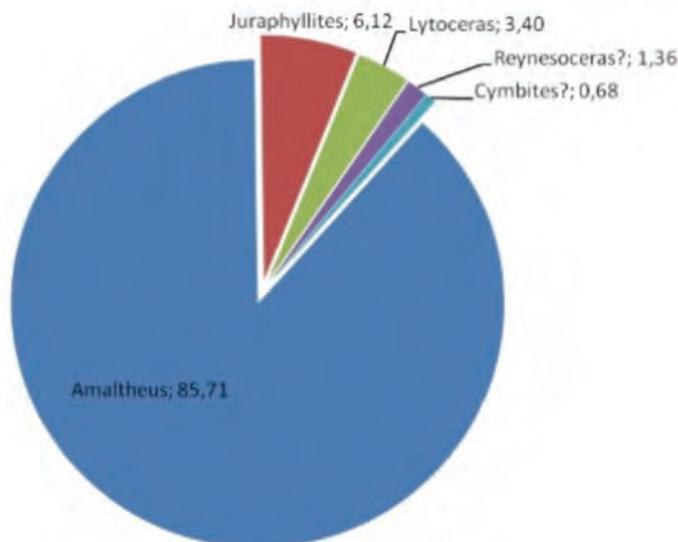


Figure 2 : Répartition des genres d'Ammonoïdés

Genre : *Amaltheus*.

Matériel : 126 individus.

Discussion : L'analyse des sutures (figure n°3) de ce lot ne permet pas d'y faire des discriminations nettes. Le genre est particulièrement polymorphe et les sutures semblent suivre un même schéma. Celui-ci serait lié à l'ontogénèse. En effet, les plus petits individus présentent une suture plus simple, lissée, ne présentant que les principaux traits distinctifs (figure n°3 – *Suture plus simple*). D'autre part, les plus grands individus du lot présentent une suture plus complexe ; plus marquée et avec plus de ramifications sur le même schéma (figure n°3 – *Suture exprimée*). Il semblerait donc que la suture se complexifie/s'exprime avec la croissance de l'individu. Quelques individus atypiques présentent, quant à eux, une suture bien plus marquée et échancrée que les autres individus, et cela malgré leur diamètre (figure n°3 – *Cas particulier*), il ne s'agirait que d'une variation puisque le schéma sutural est identique. On se trouve à notre sens devant une seule et même espèce avec ses variations intraspécifique : *Amaltheus margaritatus*.

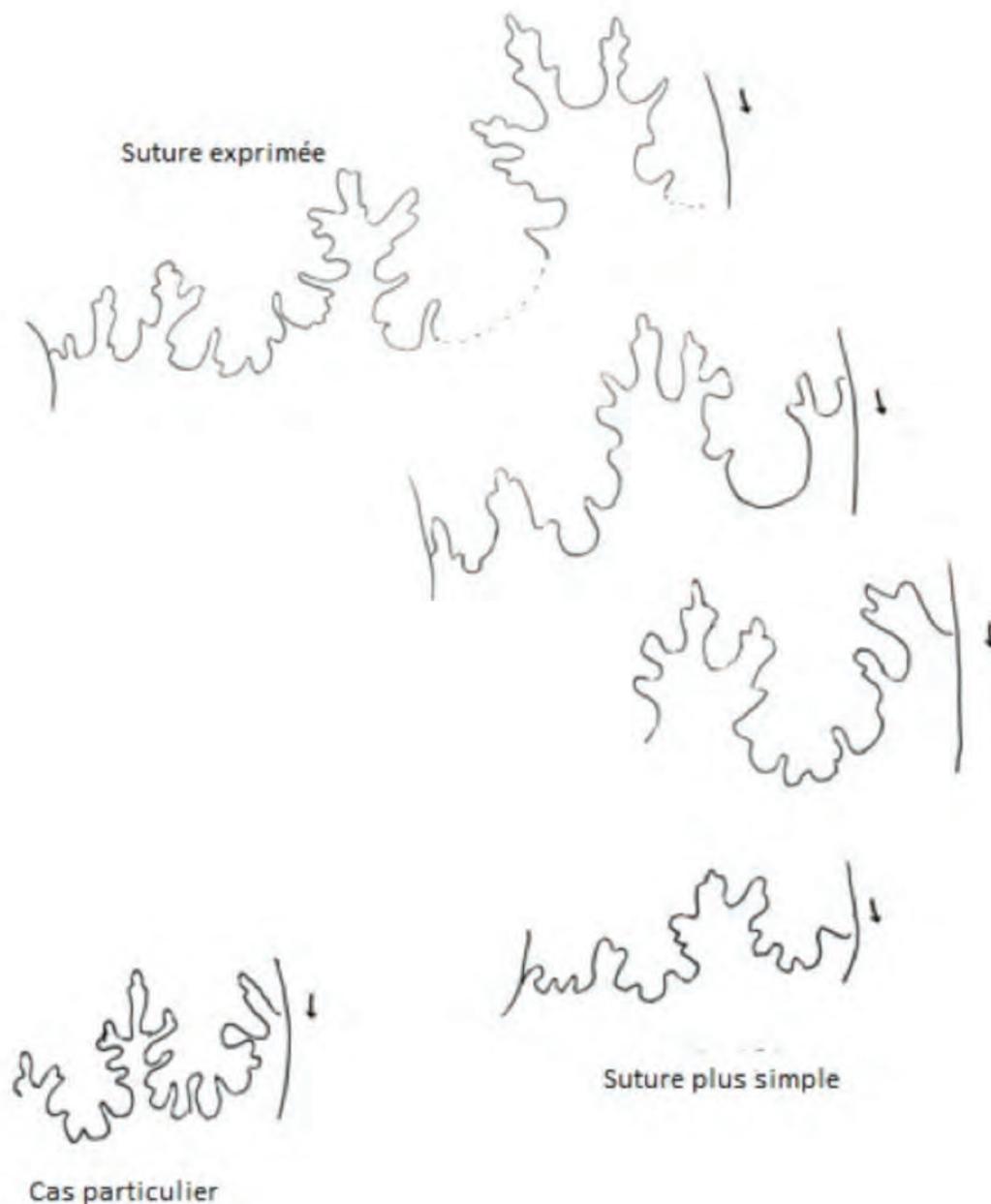


Figure 3 : Tracés suturaux relevés chez *Amaltheus margaritatus*

L'analyse des rapports de l'échantillon permet de mettre en évidence une certaine variabilité qui pourrait se traduire par des morphotypes au sein de l'espèce. Néanmoins, l'état de *nuclei* dont les tours adultes ne sont pas préservés ne nous permet pas d'avancer des certitudes sur ce terrain. Quelques individus sortent du lot. Leur rapport H/D est nettement sous la moyenne (figure n°4), traduisant donc des individus plus évolués que leurs congénères. Visuellement, on peut clairement faire la différence entre ces pièces et le commun du lot. De plus, ces individus ont une section moins comprimée, proche d'une section circulaire pour les pièces les plus atypiques. Sur ces dernières, la carène est nettement différente de celle du lectotype. En effet, en place d'une carène cordée bien individualisée, on se retrouve avec des chevrons liant les côtes primaires. Ces dernières sont fortes, voire tuberculées pour le spécimen n°102 (Planche n°1). Pour les spécimens les plus prononcés (102 et 98) l'absence de sillons péricarénaux permet d'écarter l'hypothèse du genre *Pleuroceras* qui de toute manière n'est, dans la littérature, pas présent dans les marnes mais dans la succession lithologique associée à une bande de calcaire jaune sus-jacente. On est

bien en présence d'un morphotype de l'espèce *A. margaritatus*... forme *gibbosus* ? Ces individus ne se distinguent pas du lot pour le critère nombre de côtes au demi-tour (figure n°5).

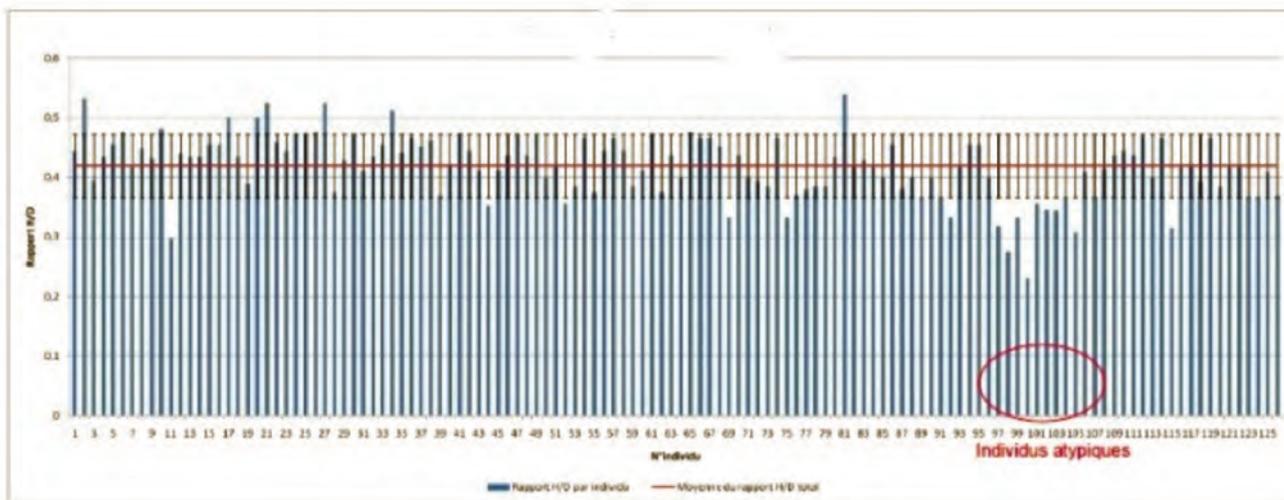


Figure 4 : Rapport Hauteur/Diamètre pour *Amaltheus margaritatus*

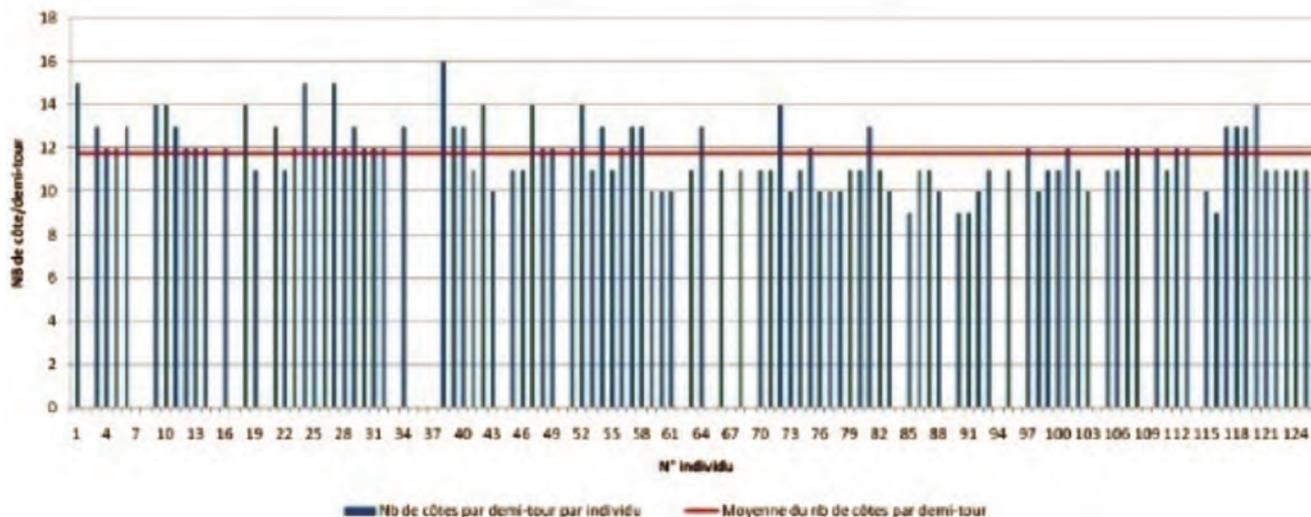


Figure 5 : Nombre de côtes par demi-tour pour *Amaltheus margaritatus*

La costulation du lot est particulièrement hétérogène. Le nombre de côtes varie de 16 à 8 par demi-tour avec une moyenne à 11.74. La costulation peut-être forte et légèrement projetée vers l'avant haut sur le flanc, et très régulière. *A contrario*, chez certains individus, la costulation est irrégulière. Certaines pièces présentent des côtes très fines, effacées sur la partie supérieure du flanc, parfois bifurquées (cf Planche n°1, figures 5 à 7).

Genre : *Lytoceras*

Matériel : 5 individus

Discussion : Le genre *Lytoceras* est représenté par 5 petits exemplaires. De sutures similaires (figure n°6) ils se rattachent visiblement à la même espèce, relativement évolutive, à section circulaire ou légèrement comprimée (ovoïde) – (Planche n°2, figures 7 à 9) ; La croissance est rapide et les tours non

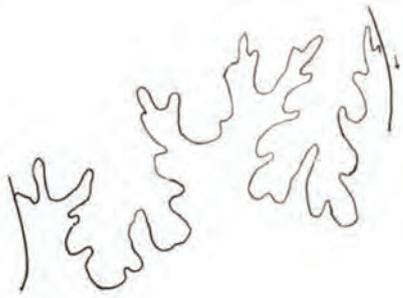


Figure 6 : Tracé sutural de Lytoceratidae de Dalbepierre



Figure 7 : Tracé sutural des *Juraphyllites* de Dalbepierre

ombilicale bien plus prononcée. Involutes, ils ont une section ovale comprimée, aux flancs presque subparallèles. Absence de carène. On se trouve possiblement devant l'espèce *Juraphyllites mimatensis*

recouvrants. Sur certains individus, la présence d'une costulation fine et régulière est visible. Il est impossible de déterminer l'espèce à laquelle peuvent se rapporter ces spécimens, du fait de leur petite taille : on sait que *Lytoceras furcicrenatum* possède une costulation bifurquée, mais le haut des flancs est ici trop petit pour qu'on puisse éventuellement voir cette bifurcation même à la binoculaire.

Genre : *Juraphyllites*.

Matériel : 9 individus.

Discussion : Neuf individus au même tracé sutural (figure n°7) appartiennent vraisemblablement au genre *Juraphyllites* (Planche n°2). En effet, ce tracé complexe n'est pas sans rappeler celui des *Phylloceratidae* (même Super-Famille). Néanmoins, ces petits individus se distinguent par une ouverture

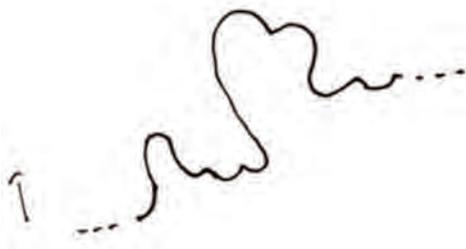


Figure 8 : Tracé sutural de *Cymbites* ?

Genre : *Cymbites*

Matériel : 1 individu

Discussion : Un exemplaire de petite taille très globuleux pourrait être rattaché au genre *Cymbites* et peut-être à l'espèce *C. centriglobus* (Planche n°2). Il est plutôt bien préservé et ne possède pas de carène. Costulation presque lisse sur les flancs et absente de l'aire ventrale. Suture simplifiée (figure n°8).



Figure 9 : Tracé sutural d'un fragment de *Reynesoceras*

(fragmentaire aussi) présente une trajectoire typique qui débute par un tronçon de pente nettement négative (figure n°9).

Genre : *Reynesoceras*.

Matériel : 2 exemplaires

Discussion : Deux exemplaires fragmentaires (Planche n°2) pourraient se rattacher au genre *Reynesoceras* sans que nous puissions préciser l'espèce. Ces deux fragments possèdent des côtes primaires droites et marquées. La section est nettement déprimée. La ligne suturale

BELEMNITES

La faune est typique du Pliensbachien et les rostrés sont nombreux. On peut noter la présence en grand nombre du genre bien identifiable *Hastites*.

ECHINODERMES

Aucun élément appartenant aux crinoïdes n'est découvert. Cependant, il est à noter la présence de deux oursins écrasés de petite taille et appartenant à la même espèce. Chose rare en Lyonnais, ils appartiennent sans certitude au genre *Eodiadema* dont Rulleau cite un unique individu en Lyonnais.

AUTRE FAUNE

Enfin, la récolte est complétée par 15 bivalves de 6 genres/espèces différents, de deux gastéropodes de genres/espèces différents et de 5 brachiopodes.

CONCLUSION

La tuilerie de Dalbepierre offre un bon aperçu du Domérien local. En effet, la faune variée et populeuse qui s'y trouve permet d'enrichir les données lacunaires sur un étage bien mal connu dans le département. Le présent rapport, sauf erreur de détermination, ajoute ainsi deux genres ammonitiques absents de la systématique locale : *Juraphyllites* (qui représente pourtant 6% de la récolte) et *Reynesoceras*. Le genre *Cymbites* est quand à lui uniquement cité dans le Carixien. *A contrario*, le genre *Protogrammoceras* cité dans la littérature n'est pas représenté. Enfin, il faut noter la présence de deux oursins (*Eodiadema* ?) qui sont très rares dans le département (seulement une occurrence en plus de la nôtre).

BIBLIOGRAPHIE

- ARENE J. *et al.*, 1982, *Beaujeu*. Carte géologique de la France à 1/50 000, BRGM. 1982, 42p.
- BARDIN J. *et al.*, 2013, *Late Pliensbachien (Early Jurassic) ammonites from Lac de Charmes (Haute-Marne, France) : Systematic, biostratigraphy and paleobiogeography*. Publications du MNHM. Geodiversitas, Paris. 2013, pp309-334.
- DAVID L., 1979, *Lyon*. Carte géologique de la France à 1/50 000, BRGM. 1979, 41p.
- DOMMERMES J-L. *et al.*, 2008, *Les ammonites du Pliensbachien et du Toarcien basal dans la carrière de la Roche Blain (Fresney-le-Puceux, Calvados, Basse-Normandie, France). Taxonomie, implications stratigraphiques et paléobiogéographiques*. Revue de Paléobiologie, Genève., pp 266-329.
- MEISTIER C., 1989, *Les ammonites du Domérien des Causses (France)*. Cahiers de paléontologie – Editions du CNRS. Gap, 80p.
- MONJUVENT G., 1966, *Villefranche sur Saône*. Carte géologique de la France à 1/50 000, BRGM, 40 p.
- ROUSSELLE B., RULLEAU L. *et al.*, 2005, *Le Mont d'Or.. une longue histoire inscrite dans la pierre*. Espace Pierres Folles et Société Linnéenne de Lyon, 251p.
- RULLEAU L., 2007, *Biostratigraphie et paléontologie de la région Lyonnaise Tome 2 : du socle au Lias moyen*. Section Géologie et Paléontologie du Comité d'Entreprise Lafarge Ciments, Lafarge ciments, 229p.
- SIDER H. *et al.*, 1989, *Amplepuis*. Carte géologique de la France à 1/50 000, BRGM, 85p.

PLANCHE I
Amalthées de Dalbepierre

Fig. 1a, b et c : *Amaltheus margaritatus*

Individu n°98

Individu atypique avec forte costulation et carène non/mal individualisée

D=20, H=5.5 (0.28), O=9 (0.45), n1=10

Fig. 2a, b et c : *Amaltheus margaritatus*

Individu n°102

Individu atypique avec forte costulation et carène non/mal individualisée

D=13, H=4.5 (0.35), O=5.5 (0.42), n1=11

Fig. 3a, b et c : *Amaltheus margaritatus*

Individu n°97

Individu atypique avec forte costulation

D=22, H=7 (0.32), O=8.5 (0.39), n1=12

Fig. 4a et b : *Amaltheus margaritatus*

Individu n°4

Individu aux côtes marquées sur la partie inférieure du flanc puis effacées sur la partie supérieure.

D=23, H=10 (0.43), O=6 (0.26), n1=12

Fig. 5a et b : *Amaltheus margaritatus*

Individu n°49

Individu aux côtes prononcées, bifurquées et effacées sur la partie supérieure du flanc

D=17, H=8 (0.47), O=5 (0.29), n1=12

Fig. 6a,b et c : *Amaltheus margaritatus*

Individu n°38

Individu aux côtes fortes jusqu'à la carène.

D=26, H=12 (0.46), O=6 (0.23), n1=16

Fig. 7a,b et c : *Amaltheus margaritatus*

Individu n°5

Individu aux côtes fines, bifurquées et effacées sur la partie supérieure du flanc.

D=22, H=10 (0.45), O=6 (0.27), n1=12

Fig. 8a et b : *Amaltheus margaritatus*

Individu n°35

Individu non pyritisé et écrasé.

D=34, H=15 (0.44), O=8 (0.24)



PLANCHE II
Ammonoides de Dalbepierre

- Fig. 1a et b :** *Juraphyllites mimatensis*
D=17, H=7.5 (0.44), O=4.5 (0.26)
- Fig. 2a et b :** *Juraphyllites mimatensis*
D=12, H=4.5 (0.38), O=3.5 (0.29)
- Fig. 3 et b :** *Juraphyllites mimatensis*
D=11, H=4 (0.36), O=2 (0.18)
- Fig. 4a et b :** *Reynesoceras sp*
15*7
- Fig. 5a et b :** *Reynesoceras sp*
17*9
- Fig. 6a,b, c et d :** *Cymbites sp*
D=12, H=5
- Fig. 7a et b :** *Lytoceras sp*
Individu à section un peu comprimée
D=11, H=4 (0.36), O=5 (0.45)
- Fig. 8a et b :** *Lytoceras sp*
D=10, H=4 (0.4), O=5 (0.5)
- Fig. 9 :** *Lytoceras sp*
D=7, H=2 (0.29), O=3 (0.43)

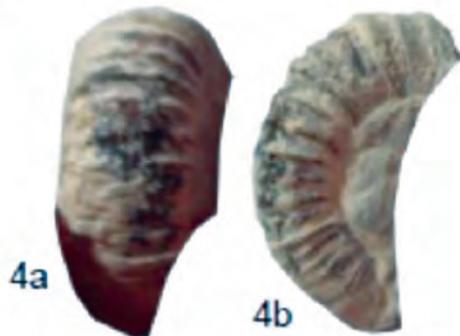
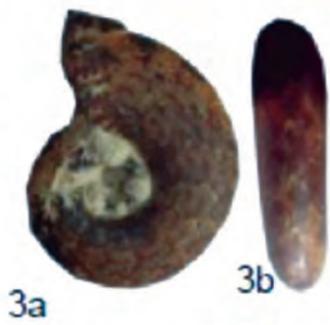
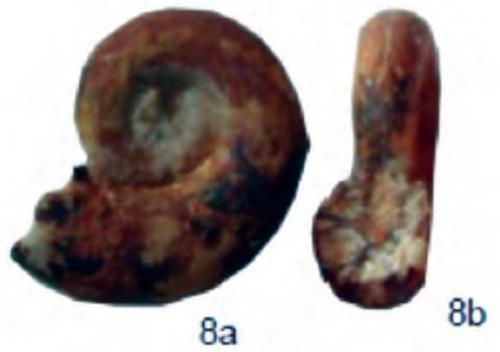
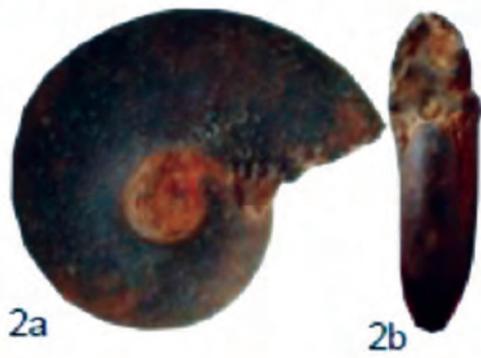


PLANCHE III
Bivalves, Brachiopodes, Gastéropodes de Dalbepierre

- Fig. 1 :** Bivalve indéterminé
13*9
- Fig. 2 :** Bivalve indéterminé
13.5*11
- Fig. 3 :** Brachiopode (Prob.)
12*12
- Fig. 4 :** Bivalve indéterminé
7*6
- Fig. 5 :** Gastéropode indéterminé
6,5*5
- Fig. 6 :** Gastéropode indéterminé
5,5*4
- Fig. 7 :** Brachiopodes indéterminés.
De gauche à droite et de haut en bas :
- 7*6
- 7*6,5
- 9*8
- 12*11
- Fig. 8 :** Bivalves indéterminés.
De gauche à droite et de haut en bas :
- 7*7
- 11*11 (photos faces A et B)



1



5



6



2



7



3



4



8



PLANCHE IV
Bélemnites, Échinodermes *et al.*

- Fig. 1 :** Oursin indéterminé
D=16
- Fig. 2 :** Oursin indéterminée
D=9.5
- Fig. 3 :** *Hastites sp*
De gauche à droite : -31*5 -35*4 -35*5
- Fig. 4 :** Bélemnite indéterminée
De gauche à droite : -47*9 -32*7
- Fig. 5 :** Bélemnite indéterminée
De gauche à droite : -45*15 -32*11
- Fig. 6 :** Rognon calcaire
À 21*20
- Fig. 7 :** Rognon pyriteux
À 26*15
- Fig. 8 :** Rognon pyriteux
À 27*16
- Fig. 9 :** Rognon pyriteux
À 38*15



1a

1b



2a

2b



3



4



5



6



8



7



9

Les Bouleiceratinae, ammonites d'ici ou d'ailleurs, rares ou peu connues.

par Louis RULLEAU

Introduction

Parmi les nombreux genres d'ammonites toarciennes reconnus dans la carrière Lafarge, il en est quelques-uns qui appartiennent à un ensemble relativement peu connu, quoique représenté dans la plupart des provinces paléogéographiques : la famille des Bouleiceratinae. Cet article ne vous en propose pas une étude détaillée, mais plutôt un simple inventaire.

Historique

Avant la création de la sous-famille des Bouleiceratinae par Arkell (1952), les différents genres qui la composent étaient rangés, aux côtés de nombreux autres, dans les Harpoceratidae (Roman, 1938) ou les Hildoceratidae. Schindewolf (1963) a scindé la sous-famille des Bouleiceratinae, en deux groupes : (1) *Bouleiceras*, *Nejdia* et *Leukadiella* rattachés aux Hildoceratidae et (2) *Frechiella* et *Paroniceras* considérés comme une nouvelle famille de la super-famille des Hammatocerataceae : les Paroniceratidae. Rulleau, Bécaud et Neige (2003) ont repris ce dernier terme en l'émendant en Paroceratinae, cette sous-famille étant également rattachée à la famille des Hildoceratidae. La nouvelle sous-famille comprend donc les genres *Frechiella*, *Paroniceras* et *Oxyparoniceras*, auxquels nous avons adjoint *Neoparoniceras* n. s/gen. Enfin, le genre *Leukadiella*, a été écarté de ces deux groupes par Macchioni et Venturi (2000) et rangé avec le genre *Renziceras* dans une troisième sous-famille : les Leukadiellinae. Pour être complet, citons aussi le genre *Kohaticeras*, très rare, que l'on peut adjoindre aux Bouleiceratinae *sensu stricto* (*Bouleiceras* et *Nejdia*).

Dans sa révision du *Treatise*, Howarth (2013), réintègre les Paroceratinae dans les Bouleiceratinae, mais conserve toutefois la sous-famille des Leukadiellinae. Enfin, dans leur étude cladistique des Hildoceratidae, Bardin *et al.* (2017) posent la question de l'appartenance du genre *Nejdia* aux Bouleiceratinae.

Tous les genres appartenant à cet ensemble sont essentiellement caractérisés par leur cloison simplifiée. Mais leur regroupement dans une seule sous-famille à partir de ce seul critère peut apparaître artificiel si l'on considère leur répartition stratigraphique et géographique (Mouterde et Elmi, 1991).

Phylogénèse des Bouleiceratinae s.l.

Diverses options ont été émises sur l'origine et la phylogénèse des Bouleiceratinae. Howarth (1973) proposait comme ancêtres immédiats soit les Harpoceratinae, soit les Arieticeratinae, voire même, pour les genres autres que *Bouleiceras*, d'autres Hildoceratidae. Il admettait donc un certain polyphylétisme. Critiquant ce point de vue, Guex (1974) s'attacha à montrer que, malgré le caractère original des *Leukadiella*, les Bouleiceratinae constituaient un groupe monophylétique, issu des *Tauromeniceras* (Arieticeratine) du Domérien supérieur. En revanche, Rulleau *et al.* sont moins affirmatifs, alors que Bardin *et al.* (2017) soutiennent cette option.

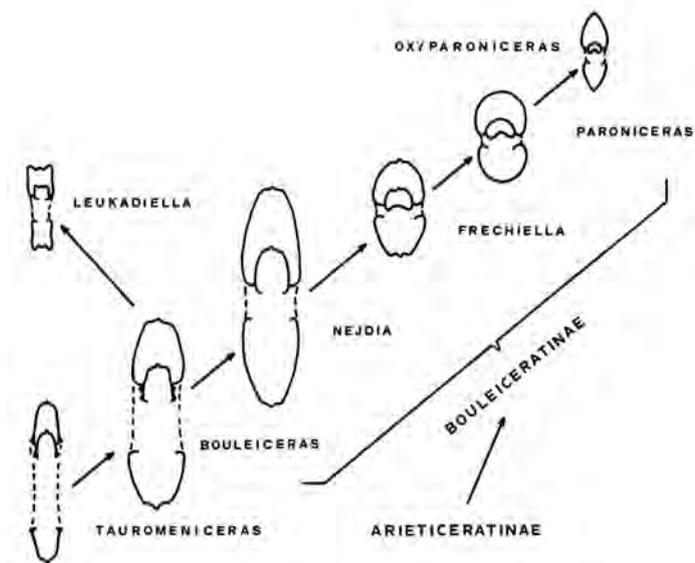


Fig. 1 : Illustration schématique de la phylogénèse présumée des Bouleiceratinae. D'après Guex, 1975

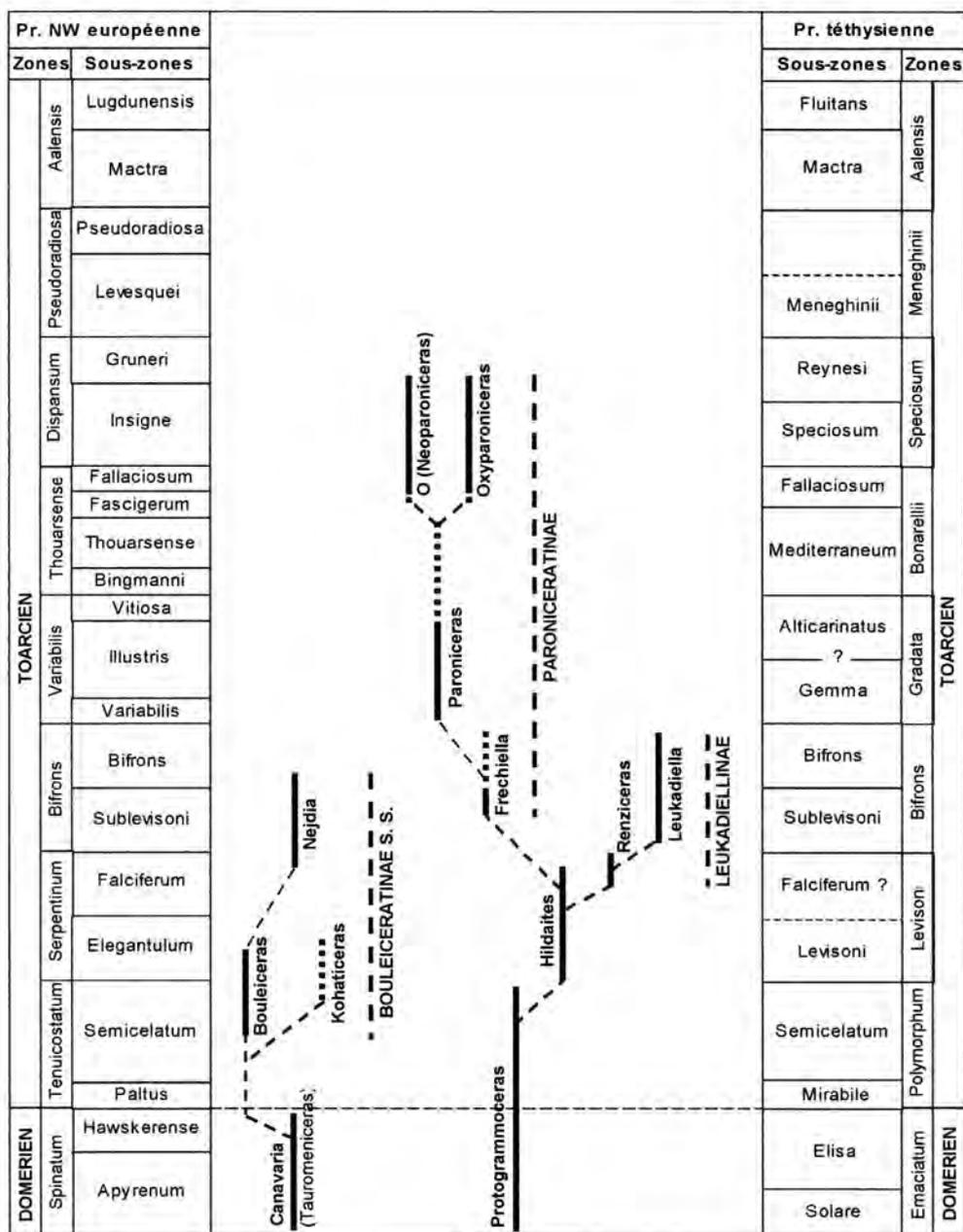


Fig. 2 : Phylogénèse supposée des genres étudiés (approche morphologique, paléogéographique et stratigraphique). D'après Rulleau *et al.*, 2003.

Répartition géographique

Cet ensemble d'ammonites appartient à la faune téthysienne *s.l.*, mais les différents genres sont inégalement répartis dans ce vaste domaine. Les *Paroniceras*, *Oxyparoniceras*, *Frechiella* et *Leukadiella* sont essentiellement présents dans la province méditerranéenne, alors que les *Bouleiceras* et les *Nejdia* ne sont abondants que dans la province arabo-malgache. Cependant, de rares *Bouleiceras* et *Nedjia* ont également été recueilli dans la péninsule ibérique, l'Italie et l'Afrique du Nord ; ces migrants ont emprunté les plates-formes épicontinentales du bord sud de la Téthys, mais la présence des *Bouleiceras* en Amérique du sud est plus difficile à expliquer, de même que celle des *Leukadiella* en Amérique du Nord. Un unique exemplaire de *Frequilla* a été signalé dans le domaine boréal (Sibérie). En France, seuls les Paroniceratinae (*sensu* Rulleau *et al.*), toujours en populations peu abondantes, sont présents dans la plupart des gisements toarciens.

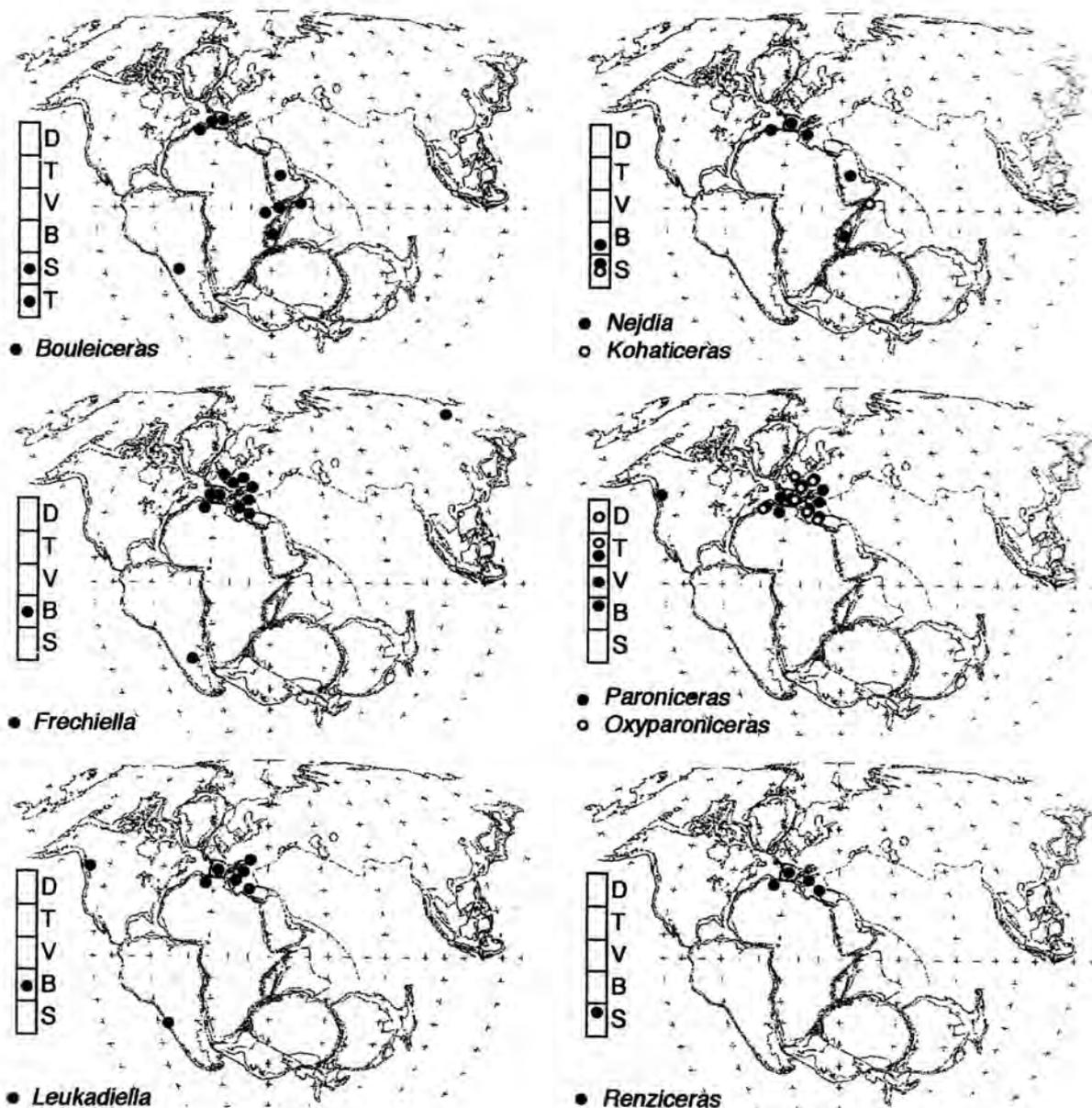


Fig. 3 : Répartition paléogéographique des genres étudiés. D'après Rulleau *et al.*, 2003.
Les lettres désignent les zones d'ammonites : S (Serpentinum), B (Bifrons, V (Variabilis), T (Thouarsense), D (Dispan-

RÉGIONS GENRES	Province N.W. Europe				Province méditerranéenne						Province arabo-malgache				Domaines boréal et circum pacifique				
	France	Allemagne	Angleterre	Espagne du Nord	Grèce	Italie	Portugal	Afrique du Nord	Hongrie	Suisse	Arabie Saoudite	Madagascar	Somalie	Kenya	Sibérie	Amérique du Nord	Argentine	Chili	Pakistan
FRECHIELLA	●	●	●	●	●	●	●	●	●					●		●			
PARONICERAS	●	●	●	●	●	●	●	●	●							●			
OXYPARONICERAS	●	●	●	●	●	●	●												
NEOPARONICERAS	●	●	●	●	●	●	●												
LEUKADIELLA					●	●			●	●						●			
RENZICERAS					●	●													
BOULEICERAS			●			●	●				●	●	●	●			●	●	●
NEJDIA			●			●	●				●	●	●	●					
KOHATICERAS																			●

Fig. 4 : Répartition mondiale des Bouleiceratinae.

Répartition stratigraphique

Apparus avec les *Bouleiceras* à la base du Toarcien inférieur (zone à *Serpentinum*), les *Bouleiceratinae s.l.* s'éteignent avec les *Oxyparoniceras* au Toarcien supérieur (zone à *Dispansum*).

Systématique

Sous-famille Paroniceratinae SCHINDEWOLF, 1963 (émend. Rulleau *et al.*, 2003)

Genre : *Frechiella* PRINZ, 1904 (syn. *Achillea* RENZ)

Essentiellement lié à la province méditerranéenne, ce genre a surtout été étudié en Grèce et en Italie par Renz qui, dans de nombreuses publications, a multiplié les espèces (plus de 30) dont beaucoup sont de simples variétés et peuvent sans doute être mises en synonymie.

Espèce-type : *Nautilus subcarinatus* YOUNG & BIRD, 1822

Les *Frechiella* sont des ammonites de taille petite à moyenne, involutes et épaisses, à flancs arrondis et région ventrale large et à carène basse, entourée de deux profonds sillons. L'ornementation est soit inexistante, soit réduite à des côtes peu nombreuses et visibles le plus souvent seulement autour de l'ombilic.

F. subcarinata est une forme moyenne en ce qui concerne l'épaisseur de la coquille et son ornementation. C'est, sinon l'espèce la plus répandue, du moins la plus souvent citée.

Synonymie d'après Howarth, 1992 : *F. curvata* PRINZ, 1904, *P. pannonica* PRINZ, 1906, ? *F. sabinus* d'ORBIGNY, 1850.

F. kammerkarensis (STOLLEY, 1903), et ses variétés *F. helvetica* RENZ, *F. lavinae* RENZ, 1925, *F. salisburgensis* RENZ, 1925, sont caractérisées par une ornementation plus marquée.

F. venantii (CATULLO, 1846), et ses variétés *F. porcia* RENZ, 1925, *F. vareae* RENZ, 1925, ont également des côtes plus saillantes, mais très écartées, de même que *F. stolleyi* RENZ, 1925.

F. tokurensis REPIN, 1991 ; très globuleuse, est la seule espèce citée dans le domaine boréal (Sibérie).

Autres espèces ou variétés créées par Renz (et la plupart du temps citées par ce seul auteur) : *F. achillei* RENZ, 1912, *F. austriaca* RENZ, 1925, *F. breggiae* RENZ, 1925, *F. buranensis* RENZ, 1933, *F. corneliae* RENZ, 1925, *F. egeriae* RENZ, 1925, *F. fulviae* RENZ, 1925, *F. helenae* RENZ, 1925, 1912, *F. italica* RENZ, 1912, *F. lagaensis* , RENZ, 1927, *F. larlensis* RENZ, 1922, *F. lici* RENZ, 1925, *F. lina riensis* RENZ, *F. liviae* RENZ, 1925, *F. marcellae* RENZ, 1925, *F. octaviae* RENZ, 1925, 1925, *F. transalpina* RENZ, 1925.

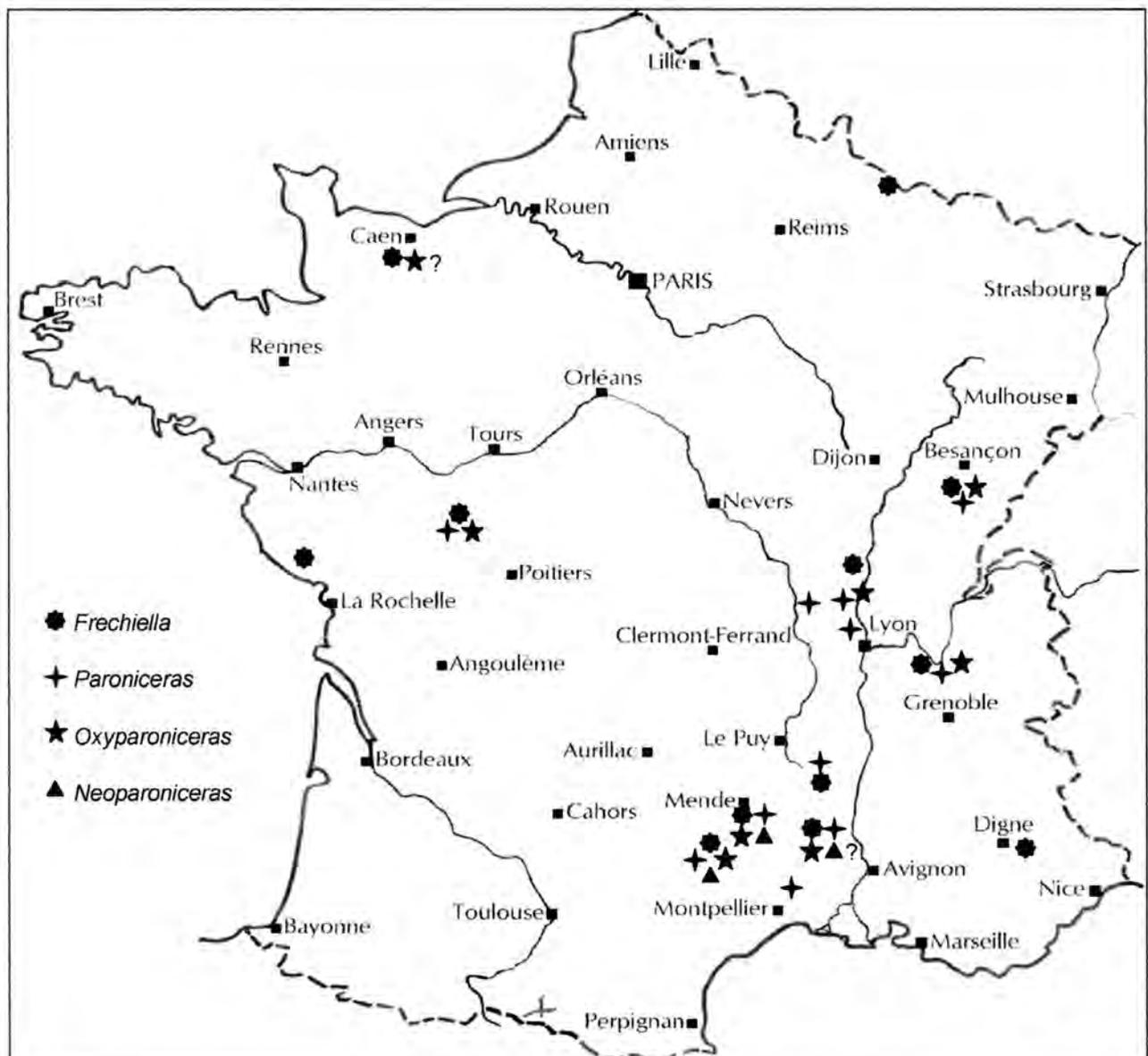


Fig. 5 : Répartition en France des Bouleiceratinae sensu stricto. D'après Rulleau *et al.*, 2003.

Position stratigraphique : zone à *Bifrons*, horizons à *sublevisoni* et à *Lusitanicum*

Répartition géographique : très répandues et diversifiées dans la province méditerranéenne et ses marges (Italie, Grèce, Hongrie, Tyrol) les *Frechiella* sont relativement rares dans la province N. W. européenne (Allemagne, Angleterre, Espagne du Nord). En France, ce genre a été signalé dans les Alpes de Haute Provence, l'Ardèche, l'Aveyron, les Deux-Sèvres, le Gard, la Lorraine et l'Isère. Elle manque à Belmont où la base de la zone à Bifrons n'est pas fossilifère et il faut se rendre à Saint-Quenin-Fallavier pour avoir quelque chance de la rencontrer. Les *Frechiella* sont aussi présentes dans le domaine circum-pacifique (Argentine) et le domaine boréal (Sibérie).

Genre : Paroniceras BUCKMAN

Espèce-type : *P. sternale* (von BUCH in d'ORBIGNY, 1845)

Ammonites globuleuses, d'assez petite taille, à très petit ombilic et région ventrale arrondie, sans carène ni sillons, ce qui les distingue des *Frechiella*. La confusion est possible avec des nautilus juvéniles dont la ligne de suture est cependant entièrement différente.

P. sternale est l'espèce la plus souvent cités. Les autres espèces ou variétés, créées en particulier par Renz (et la plupart du temps citées par ce seul auteur), ne sont que des variations sur le même thème, avec des morphotypes plus ou moins épais et des sections arrondies à subogivales : *P. bisbineusis* RENZ, 1924, *P. castellensis* RENZ, 1922, *P. epirotica* RENZ, 1933, *P. helveticum* RENZ, *P. ionica* RENZ, 1933, *P. levantinum* RENZ, 1925, *P. mendrisienensis* RENZ, 1922, *P. paganiense* RENZ, 1925, *P. umbra* RENZ, 1933, de même que *P. pelosioi* TERRUZI, 1981, *P. substernale* PELOSIO, 1968.

Position stratigraphique du genre : zone à *Variabilis*

Répartition géographique : bien que beaucoup plus répandues et diversifiées en Grèce et en Italie, les *Paroniceras* sont moins rares que les *Frechiella* dans la province N. W. européenne. Rares en Angleterre et en Allemagne, elles existent par contre dans la plupart des gisements toarciens de la France, avec une plus grande fréquence dans la moitié sud du pays. On les rencontre également en Espagne du Nord et dans le NW du Canada.

Genre : Oxyparoniceras GUEX, 1974 (= Jacobella JEANNET, 1908)

Espèce-type : *O. telemachi* (RENZ, 1912)

Genre séparé par Guex en 1974 de *Paroniceras* qui regroupait auparavant tous les Paroniceratinae, hormis les *Frechiella*. Le genre *Jacobella* JEANNET, 1908 est antérieur au genre *Oxyparoniceras* GUEX, 1974 et devrait donc selon Howarth (1992) prévaloir sur ce dernier, mais alors que le nom *Jacobella* était tombé dans l'oubli, l'usage a consacré l'emploi du terme *Oxypapaoniceras*.

Genre involute et comprimé, caractérisé par sa section ogivale et son aire ventrale aiguë, pourvue d'une carène élevée.

L'espèce *O. buckmani* (BONARELLI, 1895), est la plus souvent citée ; *O. lenticulare* von BUCH, 1820 en est probablement un synonyme, de même que *Jacobella lugeoni* JEANNET, 1908, *O. telemachi* (RENZ, 1912), et *O. suevicum* (RENZ, 1925).

Position stratigraphique : sommet zone à Thouarsense (sous-zone à Fallaciosum) et base zone à *Dispansum*.

Position stratigraphique : Genre souvent cité en Grèce et en Italie et beaucoup moins fréquent dans la province NW euopéenne : Angleterre, Allemagne, France (Aveyron, Doubs, Gard, région lyonnaise, Deux-Sèvres, Vendée...)

Sous-genre : *Oxyparoniceras* (*Neoparoniceras*) RULLEAU et al. 2003

Espèce-type : *O. (N.) undulosum* (MONESTIER, 1921)

Accompagnant les *Oxyparoniceras*, des ammonites microconques ont été distinguées par Rulleau *et al.* sous le nom de *Neoparoniceras*. Ce sous-genre regroupe une douzaine de morphotypes de très petite taille décrits pour la première fois soit dans les Causses par Monestier, soit en Grèce par Renz. Ces deux auteurs les avaient d'ailleurs décrits comme étant des *Paroniceras*.

La coquille d'abord globuleuse, peut soit garder une section arrondie [*O. (N.) evolutum* (MONESTIER, 1921), *O. (N.) graecum* (RENZ, 1925), *O. (N.) lusitanicum* (RENZ, 1913), *O. (N.) turaticum* RENZ, 1925, *O. (N.) urbianum* (RENZ, 1933)], soit devenir subovale [*O. (N.) brocardi* RULLEAU *et al.*, 2003, *O. (N.) morbiense* (RENZ, 1925), *O. (N.) sabinae* (RENZ, 1925), *O. (N.) sciaui* RULLEAU *et al.*, 2003, *O. (N.) sulcatum* (MONESTIER, 1921)], mais jamais tranchante comme chez les *Oxyparoniceras*.

Position stratigraphique : comme les *O. (Oxynoticeras)*.

Répartition géographique : Causses, Grèce, Suisse, Italie, Portugal

sous-famille : Leukadiellinae MACCHIONI & VENTURI, 2000

D'abord rattachés à la sous-famille des Bouleiceratinae, les genres *Leukadiella* et *Renziceras* ont été isolés dans une sous-famille des Leukadiellinae par Macchioni et Venturi (2000). Leur origine probable est à rechercher plutôt dans les *Hildaites* que dans les *Bouleiceras*.

Genre Leukadiella RENZ, 1912

Espèce-type : *L. helenae*, RENZ, 1913

Les *Leukadiella* sont des ammonites généralement d'assez petite taille, moyennement évolutées, caractérisées par leur section quadratique, leur région ventrale tabulée ou bisulquée, carénée, et leur ornementation vigoureuse : côtes fortes et espacées, parfois terminées par des épines.

Une douzaine d'espèces, la plupart dues à Renz ont été recensées. La plus souvent citée est l'espèce-type : *L. helenae* RENZ. Plusieurs autres espèces ou variétés ont également une forte épaisseur et le même genre d'ornementation : *L. amuratica* RENZ C. et O., 1947, *L. helenae* RENZ, 1912, *L. jeanneti* RENZ, 1927, *L. moretinellii* MACCHIONI & VENTURI, 2000, *L. reisi* RENZ 1925 et *L. ticinensis* RENZ, 1922.

L. ionica RENZ, 1947, également souvent citée, et les formes voisines, *L. attenuata* WENDT, 1996, *L. galitellii* PINNA, 1965, *L. lombardica* PINNA, 1965, *L. paganiensis* RENZ, 1947, *L. sma* KOTTEK, 1966, constituent un autre groupe qui, quoique très variable, réunit des morphotypes plus évolutés, plus comprimés et moins grossièrement ornés.

Position stratigraphique : sommet Toarcien inférieur et base zone à Bifrons.

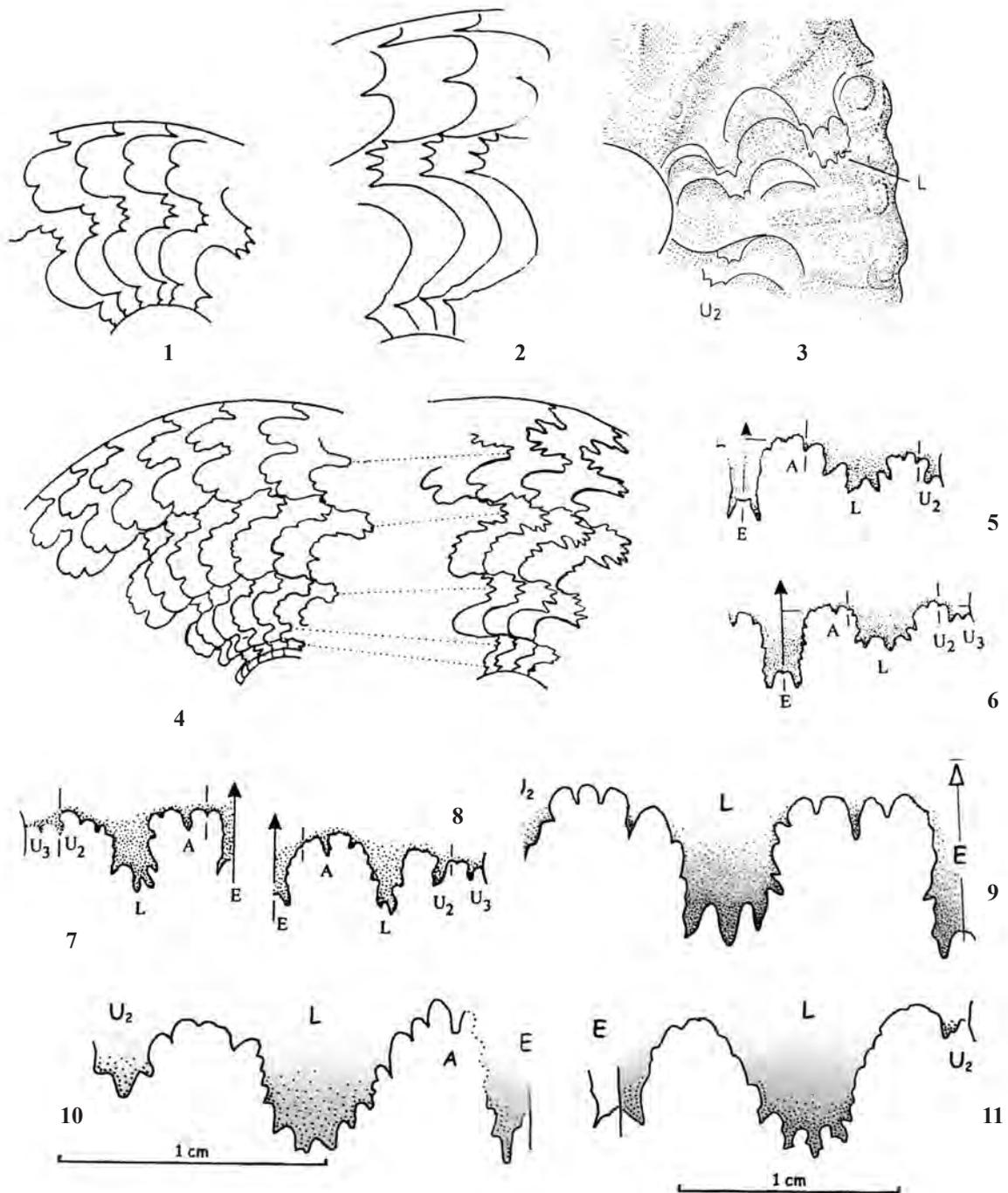


Fig. 6 : Lignes de suture des genres étudiés.

- 1-2 : genre *Bouleiceras* (d'après Arkell 1952 : fig. 5/9-10, x 1)
- 3 : genre *Kohaticeras* (d'après Fatmi et Hölder, 1975 : fig. 1, x 1,6)
- 4 : genre *Nejdia* (d'après Arkell, 1952 : fig. 6, x 2/3)
- 5-6 : genre *Leukadiella* (d'après Macchioni et Venturi, 2000 : pl. 1, fig. 14-15, x 3)
- 7-8 : genre *Renziceras* (d'après Macchioni et Venturi, 2000 : pl. 1, fig. 6-7, x 3)
- 9 : genre *Frechiella* (d'après Venturi et al., 2010, p. 321, x 4)
- 10 : genre *Paroniceras* (d'après Venturi et al, 2010, p. 322, x 4,5)
- 11 : Genre *Oxyparoniceras* (d'après Venturi et al, 2010, p. 323, x 4)

Répartition géographique : dans la province méditerranéenne, les *Leukadiella* ne sont apparemment présentes qu'en Grèce, en Italie, en Suisse et en Hongrie. Elles sont totalement absentes de la province NW européenne, et la seule mention faite par Howarth à partir d'une très petite ammonite du Dorset, nous semble pour le moins douteuse. Des *Leukadiella* incontestables et de plus grande taille, en provenance d'Amérique du Nord-Ouest ont par contre été figurées par Jakobs, 1995.

Genre : *Renziceras* ARKELL, 1953

Espèce-type : *R. nausikae* (RENZ, 1912)

Ammonites de petite taille, très rares et connues longtemps uniquement par la figuration de Renz, reprise par Arkell (1953 et 1957).

R. nausikae est très évoluée, avec une section quadratique et des tours internes semblables à ceux des *Leukadiella*, la costulation devenant ensuite dense et régulière.

Les deux seules espèces décrites, *R. nausikae* et *R. appeninicus* VENTURI & FERRI, 2001 sont sans doute synonymes, mais Venturi (2001 et 2010) a figuré sans les nommer d'autres morphotypes à côtes plus fortes et plus espacées.

Position stratigraphique et répartition : genre localisé dans la zone à Bifrons et seulement cité en Grèce et en Italie.

Sous-famille: *Bouleiceratinae* ARKELL, 1950

La sous-famille des *Bouleiceratinae sensu stricto*, qui englobait initialement les genres *Frechiella*, *Paroniceras*, *Leukadiella* et *Renziceras* a été restreinte (Rulleau *et al.*, 2003) aux genres *Bouleiceras*, *Kohaticeras* et *Nejdia*.

Genre : *Bouleiceras* THEVENIN, 1906 (synonyme : *Colcanapites* COLLIGNON, 1958) ?

Espèce-type : *B. niescens* THEVENIN, 1906

Décrites pour la plupart à partir des faunes arabo-malgaches, les *Bouleiceras* sont des ammonites évoluées et comprimées, aux tours internes plus fortement ornés que les tours externes. Les lignes de suture, très peu découpées sont caractéristiques. Blaison (1968) les divise en deux groupes :

- 1 - Deux rangées de tubercules sur au moins une partie des tours internes: *B. (Colcanapites) colcanapi* COLLIGNON, 1958 ; *B. elegans* ARKELL, 1952 ; *B. niescens* THEVENIN, 1906 ; *B. rebilly* COLLIGNON, 1958 ; *B. rectum* ARKELL, 1952 ; *B. tumidum* ARKELL, 1952.
- 2 - Une seule rangée de tubercules sur les tours internes : *B. arabicum* ARKELL, 1952, *B. rochi* COLLIGNON, 1958, *B. marratianum* ARKELL, 1952.

B. chilense HILLEBRANDT, 1973 et *B. sp.* HILLEBRANDT 1973 se différencient des espèces arabo-malgaches par leur plus petite taille et leur section plus comprimée.

B. chakdallaense FATMI, 1972, décrit à partir de très mauvais exemplaires pakistanais, a également été cité au Chili.

Position stratigraphique : bien que plusieurs auteurs (Bizon, Geyer 1965, 1971) aient attribué un âge Domérien supérieur aux *Bouleiceras*, les études ultérieures ont confirmé leur présence dans le Toarcien inférieur (zone à *Serpentinum*).

Répartition géographique : essentiellement présents dans la province arabo-malgache (Arabie saoudite, Madagascar, Somalie, Kenya) et au Pakistan, les *Bouleiceras* sont aussi présents, en plus rares spécimens, dans la Péninsule ibérique (Espagne septentrionale et Portugal), l’Afrique du Nord (Algérie, Maroc) et en Italie (Macchioni et Venturi, 2000). Les *Bouleiceras* sont également présents en Amérique du Sud (Chili, Pérou et Argentine), mais il s’agit d’espèces endémiques dont l’origine peut s’expliquer aussi bien par une évolution vicariante, à partir d’un stock de *Canavaria* bien implanté dans ces régions, que par d’éventuelles voies d’échange (Mouterde et Elmi, 1993).

Genre *Nejdia* ARKELL, 1952

Espèce-type : *N. brankampi* ARKELL, 1952 (syn.? *N. furnishi* ARKELL, 1952)

D’abord rangé, avec doute, par ARKELL (1952) dans les Phymatoceratinae, du fait de sa ressemblance avec les *Haugia*, ce genre a été formellement rattaché aux *Bouleiceratinae* par Guex (1973). Avec des lignes de suture simplifiées, très proches de celles des *Bouleiceras*, les *Nejdia* décrites par Arkell, *N. brankampi* et *N. furnishi*, sont des ammonites oxycones et involutes pouvant atteindre une assez grande taille, faiblement ornées et à région ventrale tabulée et carénée, mais non bisulquée. Ces caractères se retrouvent fréquemment chez des genres en fin de lignée (cf. *Hudlestonia*, *Staufenia*, *Hyperlioceras*...). Les espèces décrites sont peu nombreuses : *N. brankampi* ARKELL, 1952 ; *N. duartei* GOY & COMAS-RENGIFO, 2020 ; *N. pseudogruneri* THEVENIN, 1908, cette dernière ayant une très haute carène et étant un peu plus évolutive et un peu plus épaisse que les précédentes.

La *Nedjia* sp. figurée par Venturi et Ferri (2001) est en réalité un *Protogrammoceras* selon Enay (comm. orale), mais Macchioni et Venturi (2000) ont figuré d’autres exemplaires provenant des Appenins.

Position stratigraphique : sommet du Torcien inférieur et/ou extrême base du Toarcien moyen.

Répartition géographique : très communes dans la province arabo-malgache (voir article de Guillaume Gelin dans ce même numéro de la Spirale), les *Nejdia* sont par contre extrêmement rares partout ailleurs (Péninsule ibérique, Maroc, Italie)

Genre *Kohaticeras* FATMI & HÖLDER, 1975

Espèce-type : *Kohaticeras razai* FATMI & HÖLDER, 1975

Apparemment apparenté aux *Bouleiceratinae*, ce genre originaire du Pakistan ne réunit que deux espèces décrites : *K. razai* et *K. rehmani* FATMI & HÖLDER, 1975,).

Position stratigraphique et géographique : Toarcien inférieur du Pakistan.

Conclusion :

Bien qu’appartenant à l’ensemble des *Hildoceratidae*, les *Bouleiceratinae* réunissent des formes inhabituelles et diffèrent profondément des *Hildoceras*, *Harporoceras*, *Grammoceras*... auxquels nous sommes habitués. Dans la carrière Lafarge, les deux seuls genres représentés sont les *Paroniceras* et les *Oxyparoniceras* et il faut aller à Saint-Quentin-Fallavier pour trouver des *Frechiella*. Les cinq autres genres répertoriés ci-dessus brillent par leur absence qui peut s’expliquer soit par la position paléogéographique de notre région au cours du Toarcien, soit parce que les sédiments du Toarcien inférieur et de la base du Toarcien moyen ne sont pas fossilifères dans la carrière.

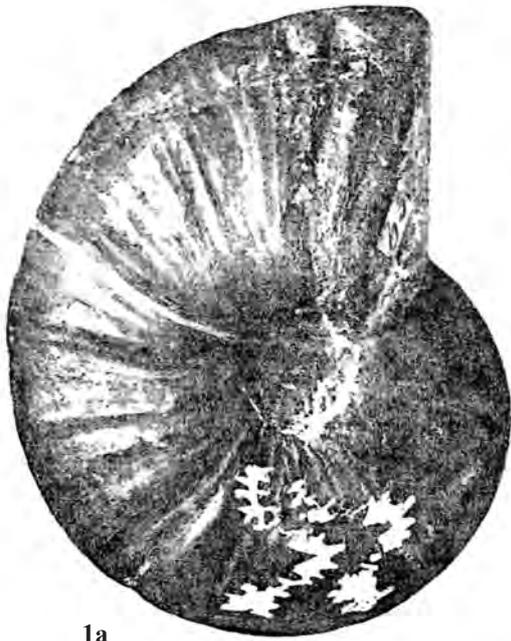
Découvrir un représentant d’un de ces genres serait donc une première sensationnelle, digne d’être récompensée par une ammonite... en chocolat !

Références bibliographiques essentielles

- ARKELL W.J., BRAMKAMP R.A. & STEINKER M., 1952 - *Jurassic Ammonites from the Jebel Tuwaik, Central Arabia*. Phil. Trans R. Soc. of London, série B., vol. 236 : 241-313 London.
- ARKELL W.J., KUMMEL B. & WRIGTH C.W. (1957) – *Mesozoic Ammonoidea*. – in R.C. MOORE: Treatise on Invertebrate Paleontology, L, Mollusca 4. Geological Society of America, University of Kansas Press, 490 p., 558 fig.
- BARDIN J., ROUGET I. & CECCA F., 2017 – *The phylogenie of Hildoceratidae, an integrated coding schema of the conch*. Cladistics, 33: 21-40.
- BLAISON J., 1968 – *Affinités, répartition et typologie du genre Bouleiceras* THEVENIN, 1906. Annales scientifiques de l'Université de Besançon, 3e série, Géologie 5: 41-49.
- COLLIGNON M. (1958) – *Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar*, fasc. 1: Lias, Bajocien). Service Géologique de Tananarive.
- FARMI A.N. & HOLDER H. (1975) – *A new Lower Jurassic ammonite genus Kohaticeras from the Shinawari Formation, Kohat Tribal Belt, Pakistan*. Paläont. Z., 49/1-2: 35-43, Stuttgart.
- GOY A. & MARTINEZ G., 1996 – *Distribucion biostratigráfica de los Bouleiceratinae en las cuencas iberica y Cantabrica*. Tomo extraordinario, 125: 306-310, Madrid.
- GOY A. & COMAS-RENGIFO J.C. 2020 – *Nedjia in the Toarcian of the Iberian Peninsula. Systematic, phylogenetic affinities and palaeobiogeography*. Historical biology, sous presse.
- GUÉX J., 1973 – *Sur l'âge et la position systématique du genre Nejdia* ARKELL. Bulletin du Laboratoire de Géologie de l'Université de Lausanne (Suisse), 201: 5 p., 1 pl.
- GUÉX J., 1974 – *Les Bouleiceratinae, sous-famille mono- ou polyphylétique ?* Eclogae Geol. Helv., 67/2: 427-430, Bâle.
- HILLEBRABT A. (1973) - *Die Ammoniten gattung Bouleiceras und Frechiella im Jurassic von Chile*. Eclogae geol. Helv., 66/2:351-363, 3 pl., Basel.
- HOWARTH M.K. (1992) -*The ammonite family Hildoceratidae in the Lower Jurassic of Britain*. Monograph Palaeont. Soc., London, 145 (586), 106 p., 22 fig., 16 pl.
- HOWARTH M.K. (2013) – *Revision of the Treatise on Invertebrate Paleontology, part L, vol. 3B, chapter 4*. KU Paleontological Institute, Treatise on Line, 57: 64- 68, fig. 44-46.
- JAKOBS G.K. (1995) – *New occurrence of Leukadiella and Paroniceras from the Toarcian of the Canadian cordiliera*. Journal of Paleontology, 69/1: 89-98, 2 pl.
- MACCHIONI F. & VENTURI F. (2000) – *Leukadiellinae N. subfam. of Lower and Middle Toarcian*. Bolletino della Societa Paleontologica Italiana, 39/3: 319-339, Modena.
- MONESTIER J. (1931) - *Ammonites rares ou peu connues et ammonites nouvelles du Toarcien moyen de la région sud-est de l'Aveyron*. Mémoires de la Société géologique de France, N.S., 7(15) : 79 p., 9 pl.
- RENZ C. (1925) – *Epirmtische Frechielaceraten und Paroniceraten aus der Brianza und dem Tessin*. Eclogae Geologicae Helvetiae, 19/2: 383-420, 10 pl.
- RENZ C. (1927) – *Frechiellen, Leukadellien und Paroniceraten im westgriechisechen Oberlias mit Yessinschen Vergleichsstücken*. Eclogae Geologicae Helvetiae, 30/3
- *REPIN Y.S. (1991) – *The presence of Frechellia in the Toarcian of Northernastern USSR*. Paentological Journal, 25/4: 154-158.
- RULLEAU L., BECAUD M. & NEIGE P. (2003) – *Les ammonites traditionnellement regroupées dans la sous-famille des Bouleiceratinae : aspects phylogénétiques, biogéographiques et systématiques*. Geobios, 36 : 317-348, 4 pl.
- RULLEAU L. (2006) – *Biostratigraphie et paléontologie du Lias supérieur et du Dogger de la Région lyonnaise*. Éd. Section géologie et paléontologie du C.E. Lafarge, Lozanne : 382 p., 116 pl.
- THEVENIN A. (1908) – *Paléontologie de Madagascar, V : fossiles liasiques*. Annales de Paléontologie 3., 39 p., 5 pl. Paris.
- VENTURI F., REA G., SILVESTRINI G. & BILOTTA M. (2010) – *Ammoniti, un viaggio geologico nelle montagne appenniniche*. Ed. Porzi, Perugia, 367 p.

PLANCHE I

- Fig. 1a, b :** *Frechiella subcarinata* (YOUNG & BIRD, 1822)
Holotype figuré par Buckman (1910, YTA pl. 23); zone à Bifrons, Whitby, Yorkshire (Angleterre).
- 2 a et b :** *Frechiella subcarinata* (YOUNG & BIRD, 1822)
Exemplaire original de Young et Bird figuré par Opper (1862, p. 140, fig. 1).
- 3 a et b :** *Frechiella venantii* (CATULLO, 1846)
Holotype refiguré par Renz (1925, text-fig. a et b, p. 393) ; Brianza, Tessin (Suisse).
- 4 a et b :** *Frechiella kammerkarensis* var. *laviniana* RENZ, 1925
Holotype figuré par Renz (1925, pl. 18, fig. 1) ; zone à Bifrons, Tyrol (Autriche)
- 5 a et b :** *Frechiella stolleyi* RENZ, 1925
Holotype figuré par Renz (1925, pl. 4, fig. 5) ; zone à Bifrons, Kamerker, Tyrol (Autriche).



1a



1b

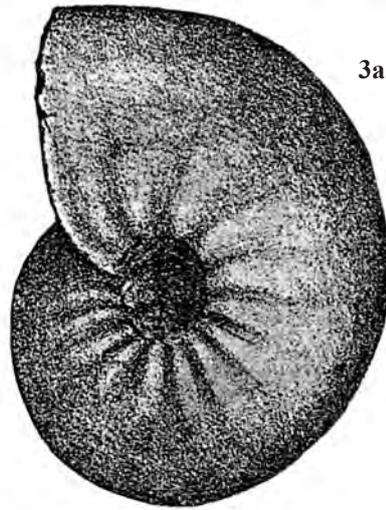


2b

2a



3b



3a



4a



4b



5a



5b

PLANCHE II

- 1a et b :** *Frechiella subcarinata* (YOUNG & BIRD, 1822)
Exemplaire figuré par Rulleau, 2006 (pl. 23, fig.1) ; horizon à Lusitanicum, Saint-Quentin-Fallavier (Isère).
- 2a et b :** *Frechiella subcarinata* (YOUNG & BIRD, 1822)
Exemplaire Fr 38 (collection Ecole des Mines) ; zone à Bifrons, Longwy, Lorraine.
- 3a et b :** *Frekiella subcarinata* var. *marcellae* RENZ, 1925
Holotype figuré par Renz (1925 pl. 16, fig. 1) ; zone à Bifrons
- 4a et b :** *Paroniceras sternale* (von BUCH, 1845)
Exemplaire FSL 169360, figuré par Rulleau (2006, pl. 34, fig. 3-4) ; zone à Variabilis, carrière Lafarge, Belmont (Rhône). D. max : 44 mm.
- 5a et b :** *Paroniceras sternale* (von BUCH, 1845)
Exemplaire FSL 169300, zone à Variabilis, La Verpillière (Isère). D. max : 75 mm.
- 6a et b :** *Paroniceras helveticum* RENZ, 1922
Exemplaire figuré par Renz (1925, pl. 4, fig. 1) ; Bavière (Allemagne).

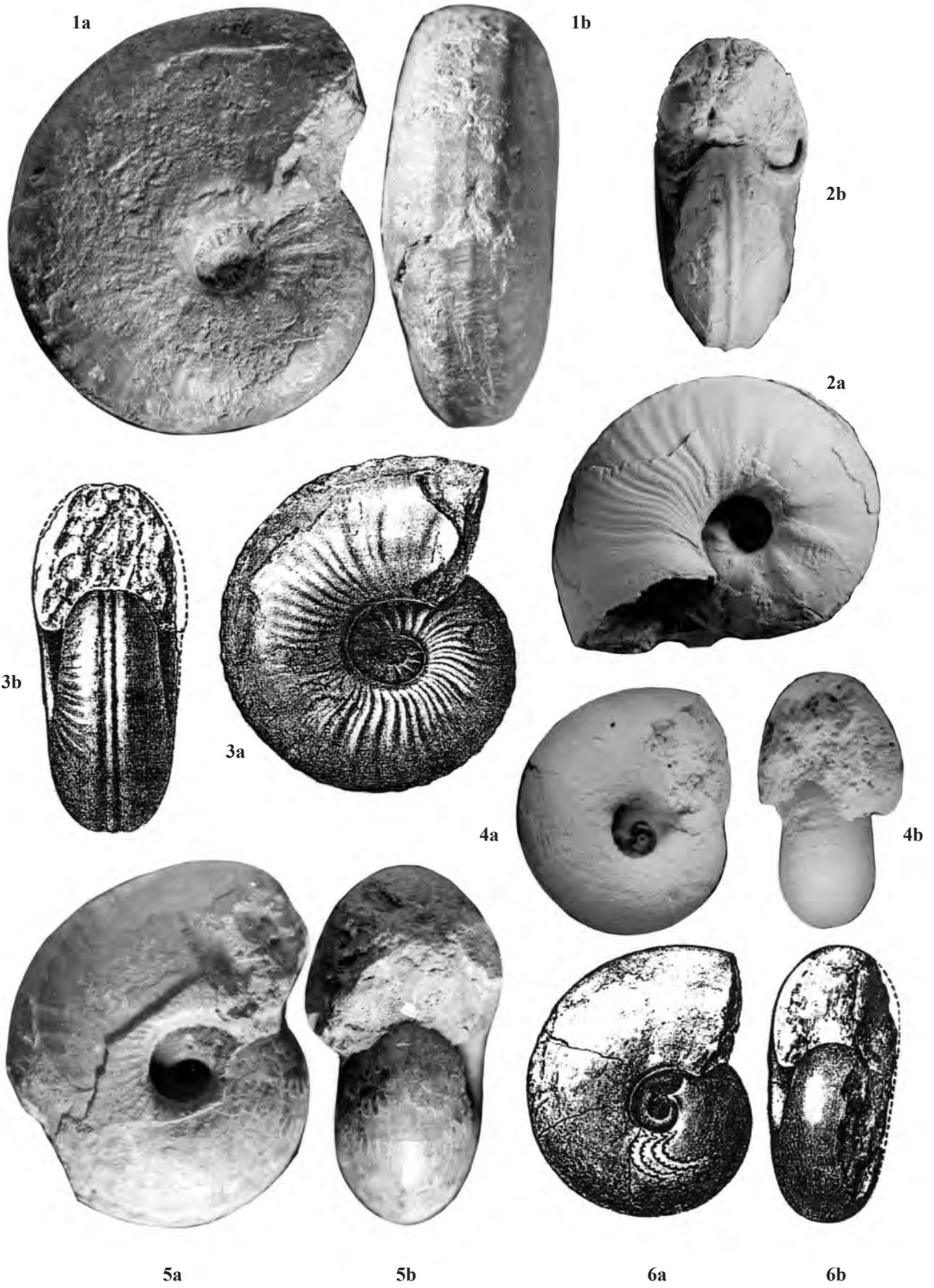


PLANCHE III

- 1 a et b :** *Paroniceras sternale* (von BUCH, 1845)
Figure originale de d'Orbigny (1845, pl. 111, fig. 1-2) ; Lias supérieur, ? Niort (Deux-Sèvres), ayant servi par la suite de figure de référence pour l'espèce.
- 2 a et b :** *Paroniceras sternale* (von BUCH, 1845)
Exemplaire FSL 169919, figuré par Rulleau (2006, pl. 23, fig. 6); zone à Variabilis, carrière Lafarge, Belmont (Rhône). D. max : 65 mm.
- 3 a et b :** *Paroniceras sternale* var. *levantinum* RENZ, 1925
Holotype figuré par Renz (1925, pl. 19, fig. 1) ; Lias supérieur, Alpe Turati, Lombardie (Italie).
- 4 :** *Oxyparoniceras (Neoparoniceras) salinae* RENZ, 1925
Holotype figuré par Renz (1925, pl. 19, fig.4) ; Toarcien supérieur, Buco del Piombo (Italie).
- 5 a et b :** *Oxyparoniceras telemachi* (RENZ, 1912)
Exemplaire figuré par Howarth (1992, pl. 30, fig. 1) ; sous le nom de *Jacobella lugeoni* JEANNET, 1908 ; zone à Thouarsense, Bridport, Dorset (Angleterre).
- 6 a et b :** *Oxyparoniceras telemachi* (RENZ, 1912)
Exemplaire juvénile figuré par d'Orbigny (1845, pl. 111, fig. 4-5), sous le nom de *Paroniceras sternale*.
- 7 a et b :** *Oxyparoniceras buckmani* BONARELLI, 1895
Exemplaire figuré par Rulleau (2006, pl. 24, fig. 1); sous-zone à Fallaciosum, carrière Lafarge, Belmont (Rhône). D max : 48 mm.
- 8 a et b :** *Oxyparoniceras suevicum* (RENZ, 1925)
Exemplaire E.M. 5014, figuré par Rulleau (2006, pl. 24, fig. 3) ; Toarcien supérieur, La Verpillière (Isère). D max : 35 mm.
- 9a et b :** *Oxyparoniceras buckmani* BONARELLI, 1895
Exemplaire figuré par Rulleau (2006, pl. 24, fig. 2); sous-zone à Fallaciosum, carrière Lafarge, Belmont (Rhône). D max : 45 mm.
- 10 a et b :** *O. (Neoparoniceras) morbiensis* (RENZ, 1925)
Holotype figuré par Renz (1925, pl. 19, fig. 6), sous le nom de *Paroniceras helveticum* var. *morbiensis* ; Lias supérieur, Castello San Pietro, Tessin Suisse.
- 11 :** *O. (Neoparoniceras) undulosum* MONESTIER, 1921
Exemplaire FSL 16939 (coll. Bécaud), figuré par Rulleau *et al.* (2003, fig. 16/11) ; horizon à Fallaciosum, Camplong, Aveyron. D. max : 16,5 mm. (x 2).

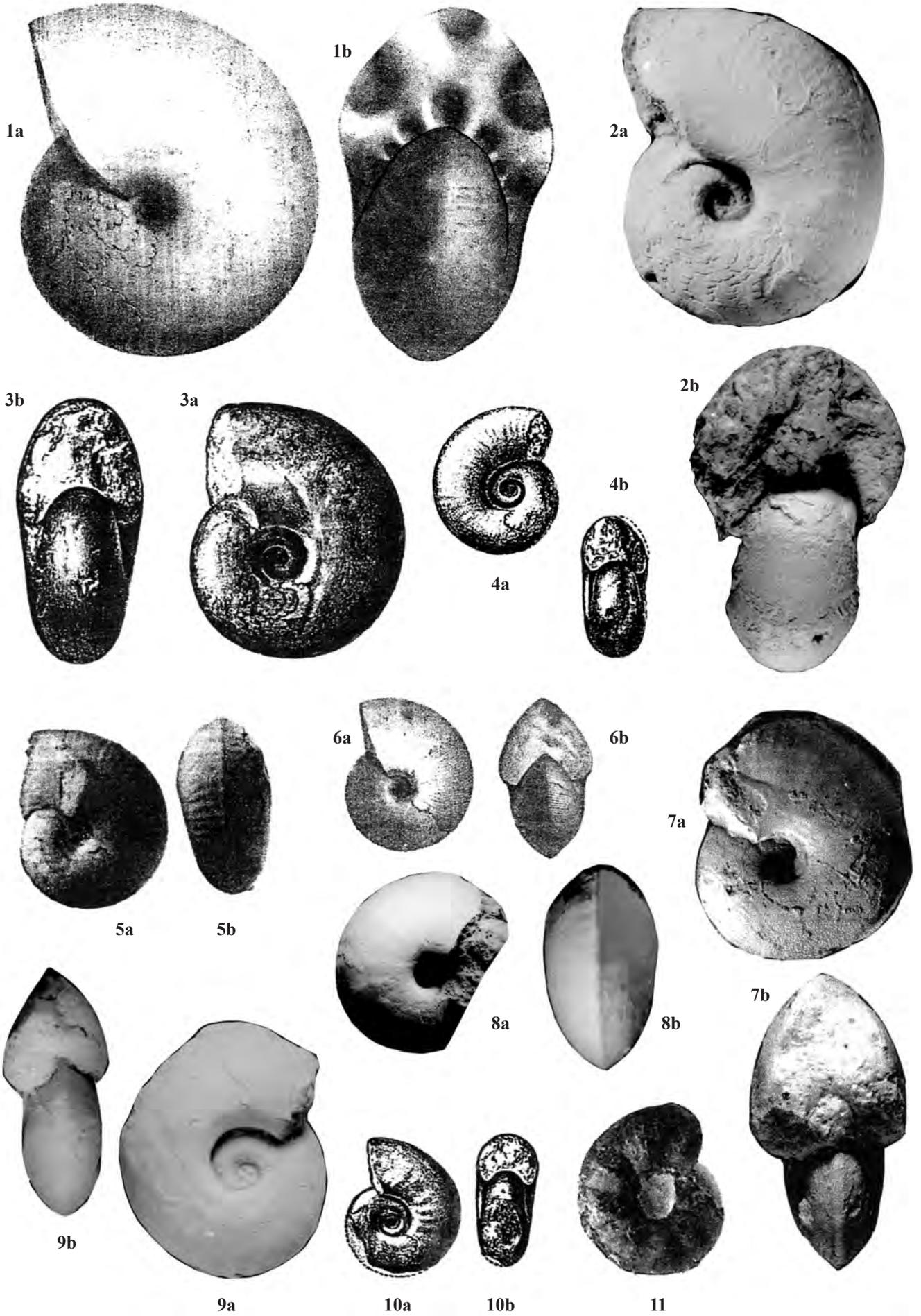


PLANCHE IV

- 1 a, b, c :** *Leukadiella helemae* RENZ, 1912
Holotype figuré par Renz (1912, pl. 14, fig. 1-3) ; zone à Bifrons, Leuka (Grèce).
- 2 :** *Leukadiella helemae* RENZ, 1912
Dessin d'un exemplaire par Venturi (2010, p. 325) ; zone à Bifrons, Appenins (Italie).
- 3 :** *Leukadellia* aff. *ionica* RENZ & RENZ, 1947
Exemplaire figuré par Jakobs et al. (1994, fig. 6/9) ; zone à Planulata, Queen Charlotte Islands, Colombie britannique, Canada.
- 4 a et b :** *Leukadellia ionica* RENZ & RENZ, 1947
Dessin d'un exemplaire par Venturi (2010, p. 325) ; zone à Bifrons, Appenins (Italie).
- 5 a et b :** *Leukadellia ionica* RENZ & RENZ, 1947
Holotype figuré par Renz (1947, pl. 7, fig. 7) ; zone à Bifrons, près de Keuka (Grèce).
- 6 a, b, c :** *Renziceras nausikaa* RENZ, 1912
Holotype figuré par Renz (1912, pl. 14, fig. 4 (gros 2 fois) et fig. 25 (grandeur naturelle) ; Lias supérieur, Épire (Grèce).
- 7 a et b :** *Renziceras* cf. *nausikaa* RENZ, 1912
Dessin de Venturi, in Venturi et Macchioni (2000, pl. 2, fig. 8-9) ; zone à Serpentinum, Furlo, Appenins (Italie).
- 8 :** *Renziceras appeninicus* VENTURI & FERRI, 2001
Holotype, dessin de Venturi, in Venturi & Ferri (2001, p. 211) ; zone à Serpentinum, Appenins (Italie).

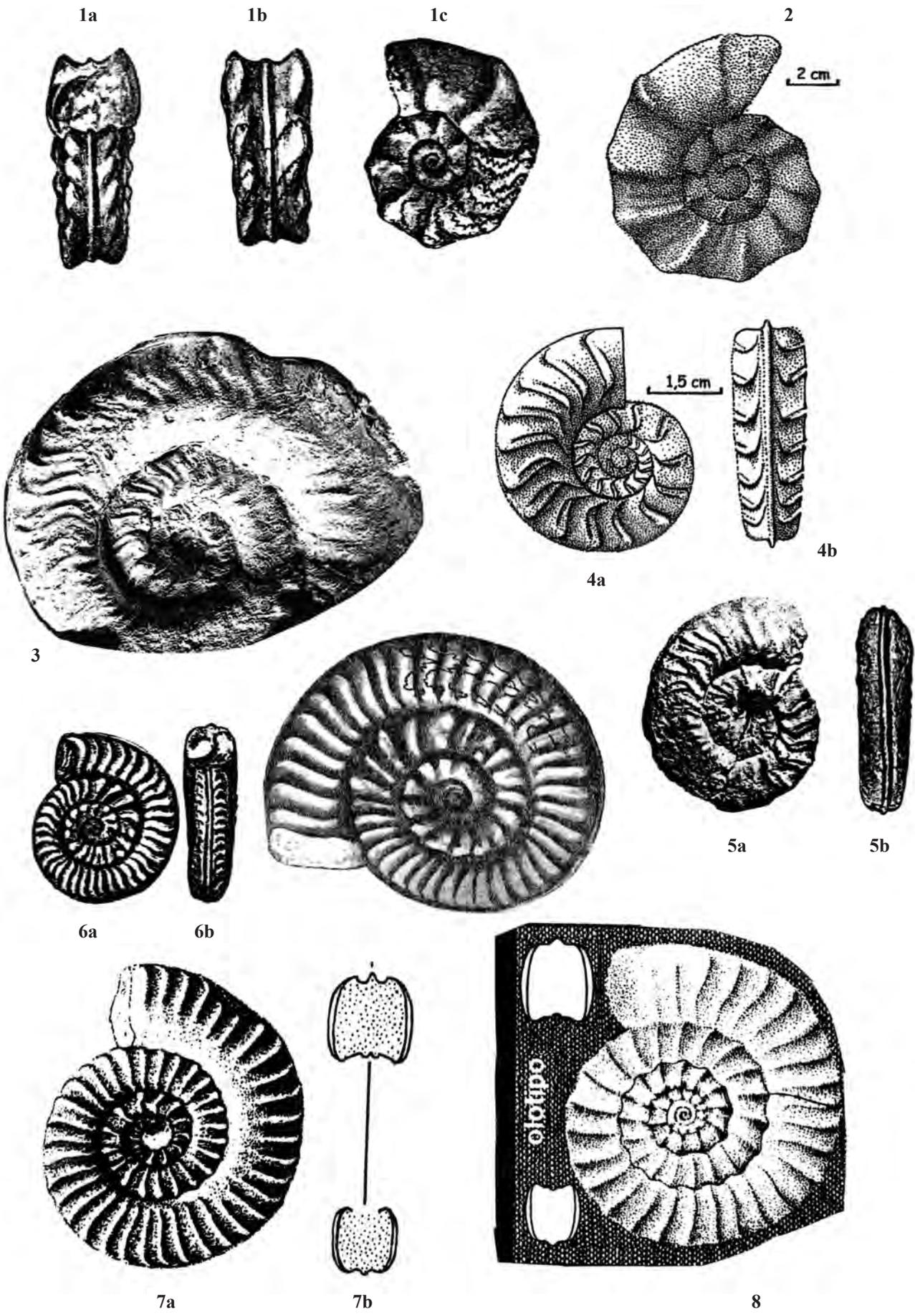


PLANCHE V

- 1 :** *Bouleiceras* n. sp. GOY, 1974
Fragment figuré par Goy (1974, pl 39, fig. 1), sous-zone à Strangwaysi, Tumiel (Espagne).
- 2a et b :** *Leukadiella gallitellii* PINNA, 1965
Exemplaire figuré par Macchini et Venturi (2000, pl. 2, fig. 21-22) ; zone à Bifrons, Italie.
- 3 :** *Leukadiella amuratica* RENZ & RENZ , 1947
Exemplaire figuré par Jakobs (1995, pl. 6, fig. 15-16), zone à Planulata, Colombie britannique (Canada).
- 4a et b :** *Bouleiceras chilense* HILLEBRANDT, 1993
Paratype figuré par Hillebrandt (1993, pl. 1, fig. 4), zone à Falcifer, Quebrada (Chili).
- 5a et b :** *Kohaticeras rehmani* FATMI & HOLDER, 1975
Holotype figuré par Fatmi et Holder (1975, pl. 6, fig. 1-3), Toarcien inférieur, Pakistan.

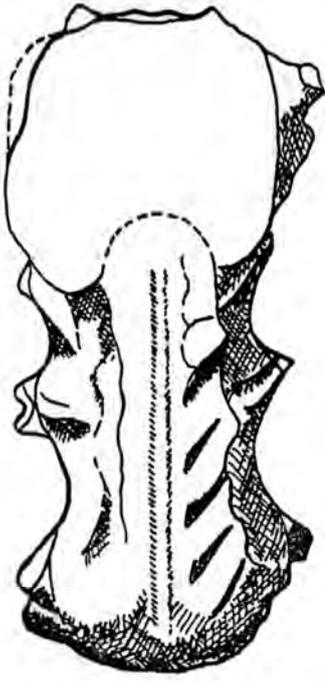
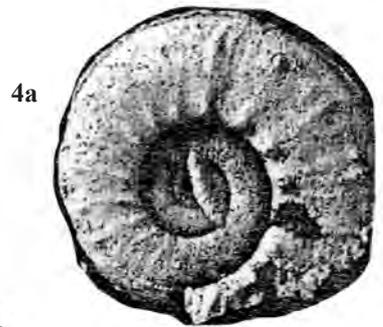
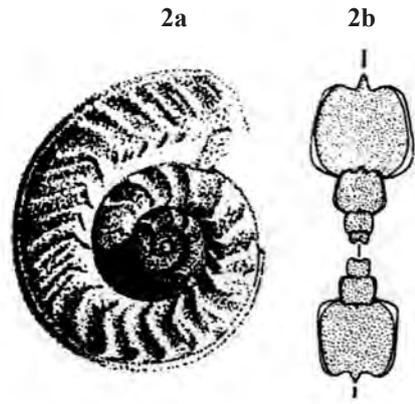
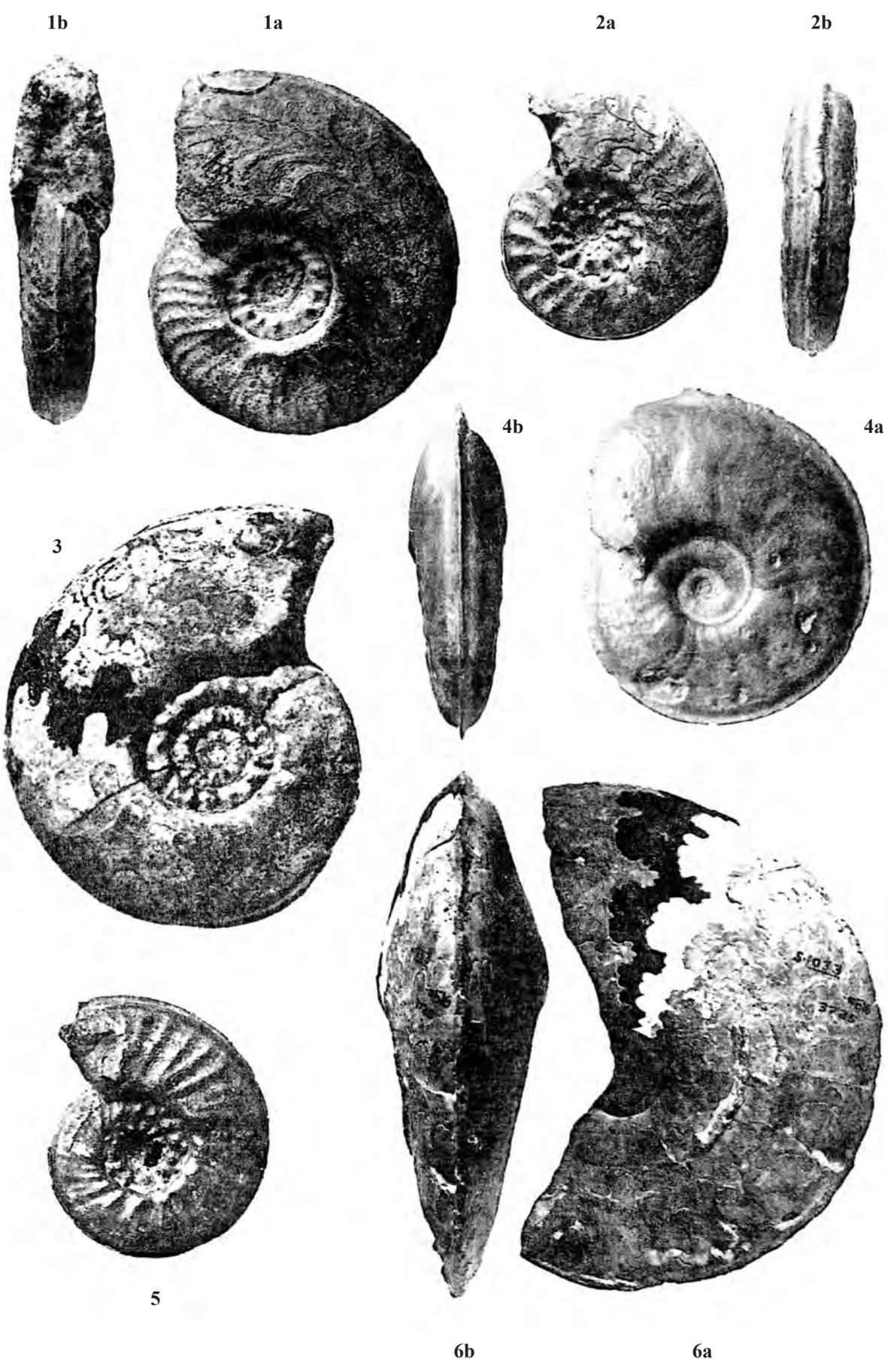


PLANCHE VI

- 1 a et b :** *Bouleiceras elegans* ARKELL, 1952
Holotype désigné par Arkell, 1952, refiguré par Thévenin (1908, pl. 2, fig. 8), sous le nom de *B. nitescens* ;
Toarcien inférieur, Madagascar
- 2 a et b :** *Bouleiceras nitescens* THEVENIN, 1906
Lectotype désigné par Arkell, 1952 et figuré par Thévenin (1906, pl. 1, fig. 6) ;
Toarcien inférieur, Madagascar.
- 3 :** *Bouleiceras arabicum* ARKELL, 1952
Exemplaire figuré par Collignon (1958, pl. 2, fig. 14) ; Toarcien inférieur, Madagascar.
- 4 a et b :** *Nejdia pseudogruncheri* (THEVENIN, 1908)
Holotype figuré par Thévenin (1908, pl. 1, fig. 5), sous le nom de *Harpoceras pseudogruncheri* ;
Toarcien inférieur, Madagascar.
- 5 :** *Bouleiceras rectum* ARKELL, 1952
Exemplaire (coll. MNHN Paris) figuré par Thévenin (1908, pl. 2, fig. 12) et Collignon (1958, pl. 3, fig. 23) ;
Toarcien inférieur, Madagascar.
- 6 a et b :** *Nejdia brankampi* ARKELL, 1952
Holotype figuré par Arkell (1952, pl. 17, fig. 5) ; Toarcien inférieur, Arabie Saoudite.



En complément de l'article précédent, nous vous proposons :

MONOGRAPH OF THE PALAEOONTOGRAPHICAL SOCIETY

HOWARTH, Hildoceratidae

Plate 29

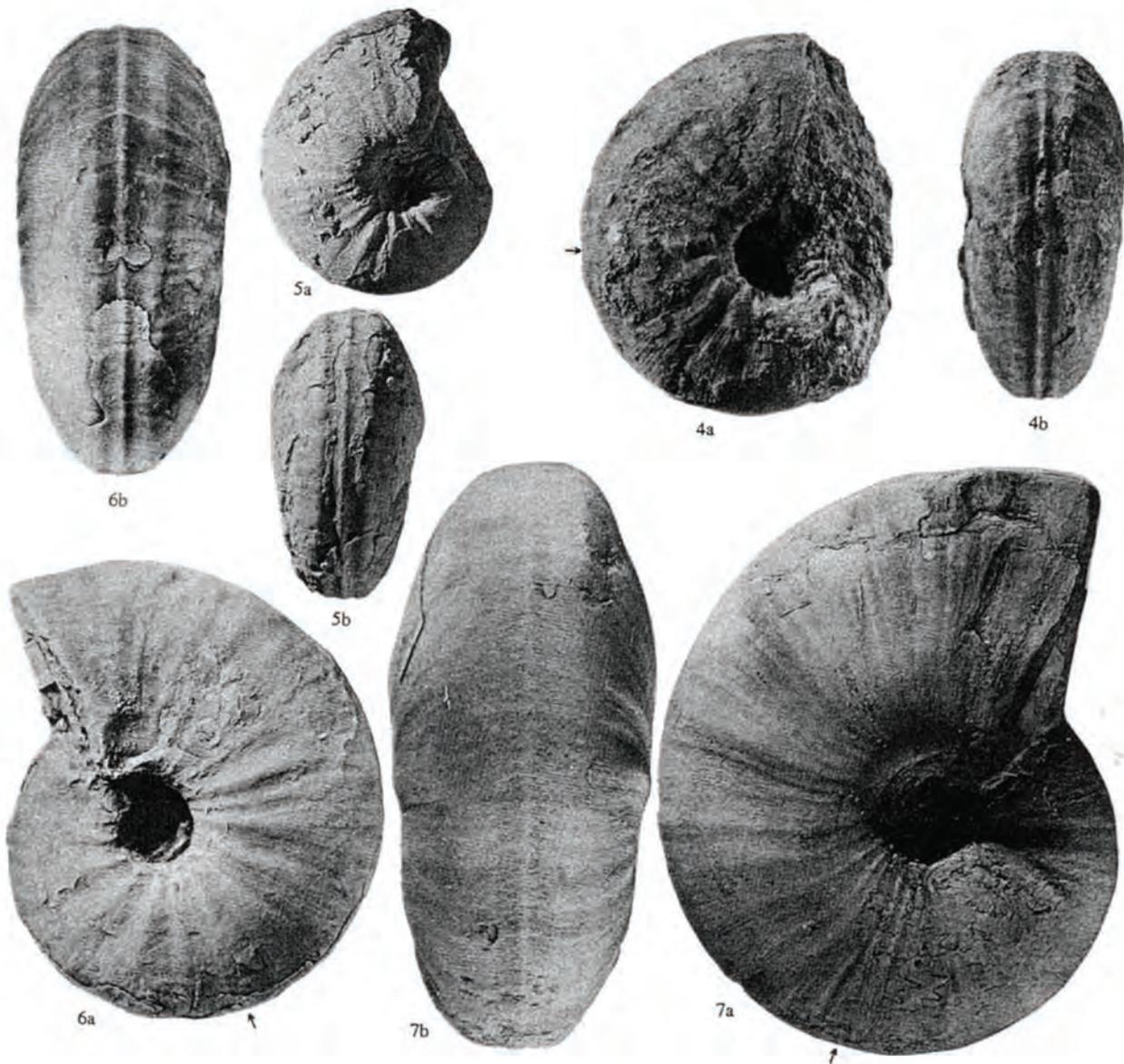


PLATE 29

Fig.

Page

4-7

Frechiella subcarinata (Young & Bird, 1822) from the Commune Subzone. 4, BM C.70689, from the Upper Cephalopod Bed, Iron Cross quarry, 1.5 km north of Byfield, Northamptonshire. 5, Nottingham University, Geology Department, Trueman Coll. no. T15, wholly septate, from bed 6 (of Trueman, 1918, p. 107), Grantham, Lincolnshire. 6, 7, from Whitby, Yorkshire; 6, SM J39015; 7, WM 63, the holotype (figured Buckman 1910a, pl. 23).

157

All figures natural size.

Frechiella subcarinata

Planche extraite de l'ouvrage *The Ammonite Family Hildoceratidae in the Lower Jurassic of Britain*
Michael K. HOWARTH 1992

À la recherche des *Nejdia*, ammonites du Jurassique Inférieur (Toarcien) de la formation de Marrat, Arabie Saoudite. Sur les traces de Raymond Enay

par Guillaume GELIN

Le Professeur Raymond Enay, entré à l'Université Claude Bernard de Lyon en 1956 a consacré plus de 180 publications aux ammonites du Jurassique. Il a publié une étude détaillée des faunes d'ammonites du Jurassique d'Arabie centrale.

Résumé :

Nejdia, ARKELL, ammonite du Jurassique inférieur (Toarcien) de la formation de Marrat, Arabie Saoudite

Le présent article a pour but de décrire la faune d'ammonites fossiles du genre *Nejdia* (Arkell, 1952) découvertes sur un gisement datant du Jurassique inférieur de la formation de Marrat, qui se situe au sud-ouest de Riyadh, la capitale de l'Arabie Saoudite, dans la région du Nejd.

Les fossiles se répartissent dans une zone de 2 kilomètres de longueur, qui consiste en des argiles brunes en partie inférieure et des argiles jaunes et ocre à *Nejdia* parfois associé à *Parahildaites* en partie supérieure.

Sur ce gisement de la région du Nejd, ont été recensées au moins deux espèces appartenant au genre *Nejdia*, qui se distinguent essentiellement par la forme de la ligne de suture.

La faune associée sur ce terrain réunit principalement :

- Les ammonites du genre *Parahildaites* (Blaison, 1967),
- Les Brachiopodes du genre *Calyptoria* (Cooper, 1989).

En outre, quelques spécimens de gastéropodes, bivalves et échinides (*Acrosalenia* sp. Kier, 1972) ont été sporadiquement rencontrés.

Mots-clés :

Ammonites, Bouleiceratinae, *Nejdia*, Jurassique inférieur, formation de Marrat, Arabie Saoudite

Introduction :

Pour commencer, nous allons présenter les données stratigraphiques, qui aideront à comprendre les conditions de formation des couches sédimentaires qui constituent le terrain où les spécimens de *Nejdia* ont été collectés.

Puis nous allons décrire la liste des différents fossiles collectés sur ce gisement datant du Jurassique inférieur (Toarcien) de la formation de Marrat et nous allons comparer cette liste avec d'autres gisements fossilifères du Toarcien, tels que ceux de l'Italie, du Maroc et de Madagascar.

Enfin, l'article présentera les spécificités des spécimens du genre *Nejdia* (ARKELL) recensés sur le gisement, qui se situe au sud-ouest de Riyadh, à Khashm adh Dhibi.

Stratigraphie :

La formation de Marrat tire son nom de la ville de Marat, située à 165 kilomètres au nord-ouest de la capitale de l'Arabie Saoudite, Riyadh. C'est près de la ville de Marat que la section-type de la formation de Marrat a été identifiée et étudiée par Steineke et Bramkamp. Les données stratigraphiques et les positions stratigraphiques des ammonites sont présentées dans une publication de W. J. Arkell (1952). Cette formation s'étire sur une distance de 650 kilomètres, atteignant une largeur maximale de 15 kilomètres et une épaisseur maximale de 111 mètres près de la ville de Marat.

La formation de Marrat a été décrite par R. W. Powers (1963), par R. W. Imlay (1970) puis par R. Enay *et al.* (1987) et plus récemment par A. S. El-Sorogy *et al.* (2017).

Ère	Époque	Formation	Étage	Membre	Lithologie
Jurassique	Jurassique moyen	Dhruma	Bajocien	–	Sédiments calcaire beige à <i>Dorsetensia</i>
				Marrat supérieur	Argiles jaunes et ocre à <i>Nejdia</i> et <i>Parahildaites</i> en partie supérieure, Argiles brunes en partie inférieure
	Jurassique inférieur	Marrat	Toarcien	Marrat moyen	Argiles et grès ocre
				Marrat inférieur	Sédiments calcaire dolomitiques bruns à <i>Bouleiceras</i> et <i>Protogrammoceras</i>
	Trias supérieur	Minjur	–	–	Grès de couleur ocre

Tableau 1 : Colonne stratigraphique des couches géologiques visibles près de Khashm adh Dhibisum).

La couche sous-jacente à la formation de Marrat comprend des grès de couleur ocre de la formation de Minjur, correspondant à des dépôts détritiques continentaux, contenant des grains de pollens et du bois fossile du Trias supérieur.

Le contact entre la formation de Minjur et la formation de Marrat marque la limite entre le Trias et le Jurassique et correspond au début de la sédimentation marine.

L'absence de dépôts au Lias inférieur et moyen indique qu'une séquence de transgression marine s'est produite à partir du début du Toarcien, avec un cycle de transgression/régression entre le début de la formation de Marrat et la fin de la formation de Marrat. Durant ce cycle, des conditions de sédimentation en mer peu profonde se sont maintenues jusqu'à la fin du Toarcien inférieur.

W. J. Arkell (1952) indique que deux horizons fossilifères se manifestent dans le membre Marrat supérieur : l'un à la base contenant des *Parahildaites* (*Hildaites sanderi* au sens de Arkell, 1952), l'autre juste au-dessus contenant des *Nejdia*. Il souligne que les horizons à *Parahildaites* et à *Nejdia* sont si proches l'un de l'autre, qu'ils pourraient être considérés comme une seule faune, dans le but de dater le membre Marrat supérieur. Comme les *Parahildaites* sont caractéristiques du Toarcien inférieur, il en déduit que les *Nejdia* seraient soit d'âge Toarcien inférieur soit supérieur basal.

La publication de J. Guex (1973) au sujet d'un exemplaire de *Nejdia* trouvé au Maroc dans la sous-zone à Sublevisoni de la zone à Bifrons, a amené R. Enay *et al.* (1987) à considérer que les couches de la partie supérieure de la formation de Marrat seraient d'âge Toarcien moyen basal.

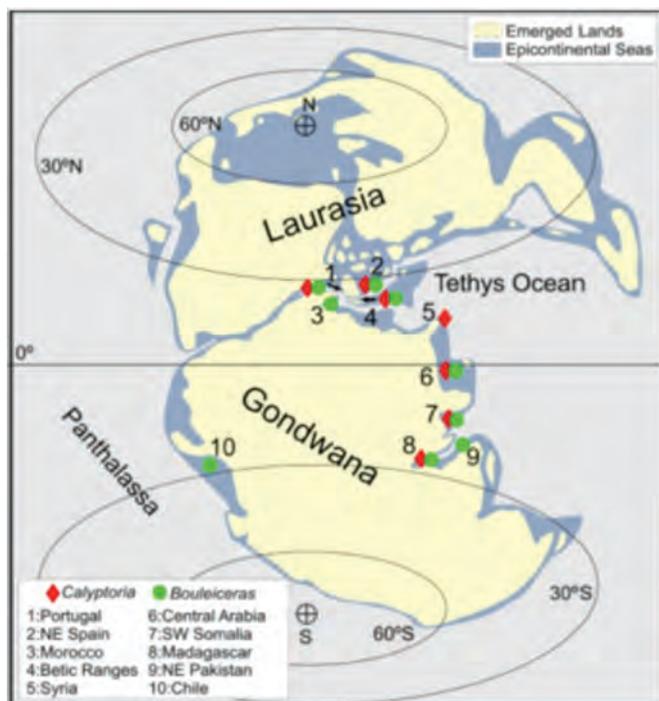
J. Guex avance dans cette même publication que la faune sous-jacente aux assises à *Nejdia* trouvées au Maroc comme à Madagascar contient des *Hildaites* et que cela viendrait donc confirmer l'âge Toarcien inférieur à moyen basal des *Nejdia* malgaches.

Dans une publication consacrée à la sous-famille des Bouleiceratinae, L. Rulleau *et al.* (2003) considèrent que les *Nejdia* datent du sommet de la zone à Serpentinum et de la base de la zone à Bifrons (sous-zone à Sublevisoni).

Pour sa part, M. K. Howarth (2013) indique dans son ouvrage « Revision of the Treatise on Invertebrate Paleontology » que les *Nejdia* seraient d'âge Toarcien inférieur (sous-zones à Falciferum–Bifrons).

L'étude de la faune associée aux *Nejdia* de la formation de Marrat indique la présence d'ammonites du genre *Hildaites* et de Brachiopodes soit rattachés au genre *Liospiriferina* (Cooper, 1989), soit au genre *Calyptoria* (Baeza-Carratalá *et al.*, 2018).

Baeza-Carratalá *et al.* (2018) soulignent que la faune des brachiopodes à spires tels que *Calyptoria*, *Liospiriferina* et *Spiriferina* n'aurait pas survécu à la crise ETMEE (*Early Toarcian Mass Extinction Event*) survenue à la fin du Toarcien inférieur (zone à Serpentinum) en raison d'une importante augmentation de la température de l'eau de mer.



Les différents avis ci-dessus ainsi que l'existence d'une faune associée ayant disparu à la fin du Toarcien inférieur corroborent à situer la position stratigraphique au sommet du Toarcien inférieur pour les spécimens de *Nejdia* de la formation de Marrat de l'Arabie Saoudite.

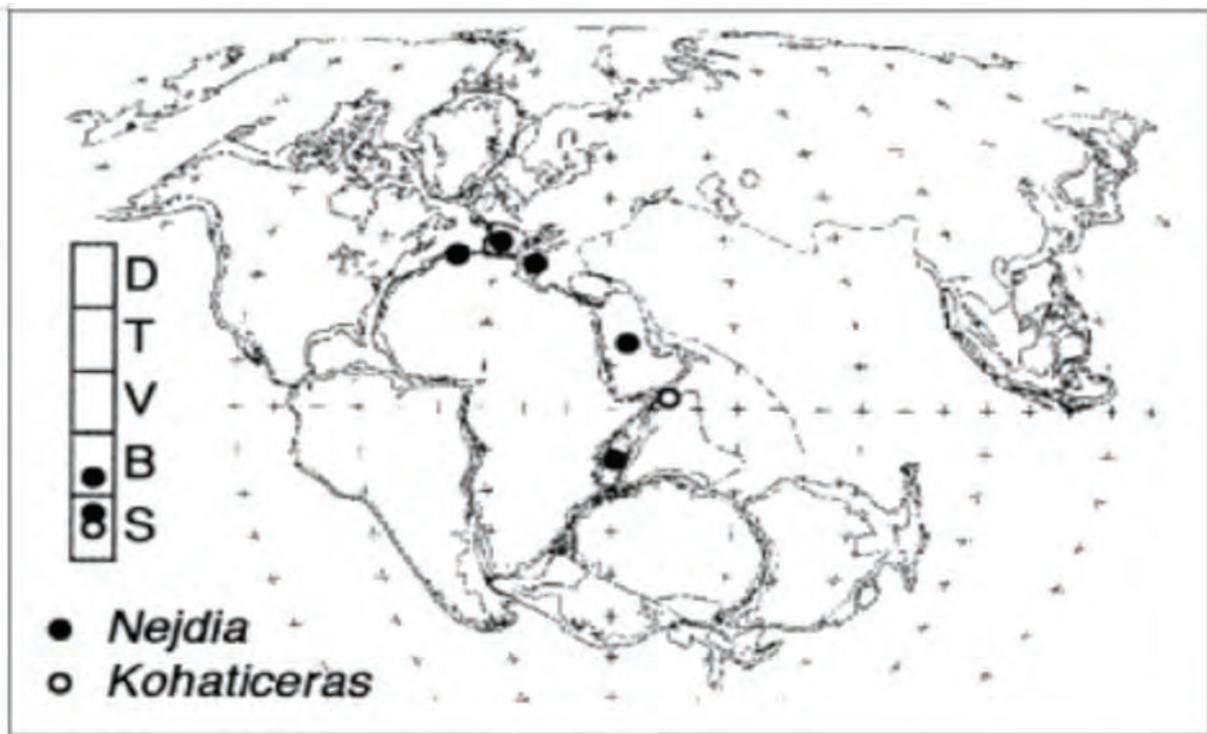


Figure 2: Répartition paléogéographique des ammonites du genre *Nejdia* (carte d'après Owen, 1983).
Les lettres indiquent les zones d'ammonites : S (Serpentinum), B (Bifrons) (Rulleau *et al.*, 2003).

Les *Nejdia* découvertes au sud-ouest de Riyadh, dans la région de Khashm adh Dhibi, datent du Toarcien inférieur de la formation de Marrat (entre 182 et 174 millions d'années).

Les *Nejdia* d'Arabie présentent de fortes similitudes avec d'autres gisements fossilifères des régions qui étaient avoisinantes à la plate-forme arabe au Jurassique tels que Madagascar, le Maroc, l'Italie, l'Espagne et le Pakistan, ce qui laisse à penser que ces régions ont autrefois appartenu à un même bassin. R. Enay *et al.* (1987) indiquent que les caractères particuliers de ces faunes d'ammonites sont liés à leur situation marginale, sur des plates-formes à la fois très étendues et peu profondes.

Ziegler (2001) mentionne que dans la région du golfe d'Arabie, un changement des conditions de sédimentation se produit durant la transition du Trias au Jurassique.

Alors qu'au Trias, un soulèvement structurel de l'arc arabe était combiné avec un niveau de la mer peu profond, il semble qu'au début du Jurassique, il se soit produit une relaxation de ce soulèvement ainsi qu'un phénomène de subsidence de la plate-forme sumérienne. La carte ci-dessous indique en bleu la plate-forme marine peu profonde où vivaient les ammonites *Nejdia*.

Comme l'île de Madagascar se situait près de la péninsule arabe au Jurassique, il n'est pas étonnant que des *Nejdia* de l'espèce *Nejdia pseudogrineri* (THEVENIN) y aient été recensées dans « *l'Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar* » de M. COLLIGNON en 1958.

Jean GUEX a également établi en 1973 la présence de *Nejdia pseudogrineri* (THEVENIN) au Maroc, lequel était également proche de la péninsule arabe au Jurassique.

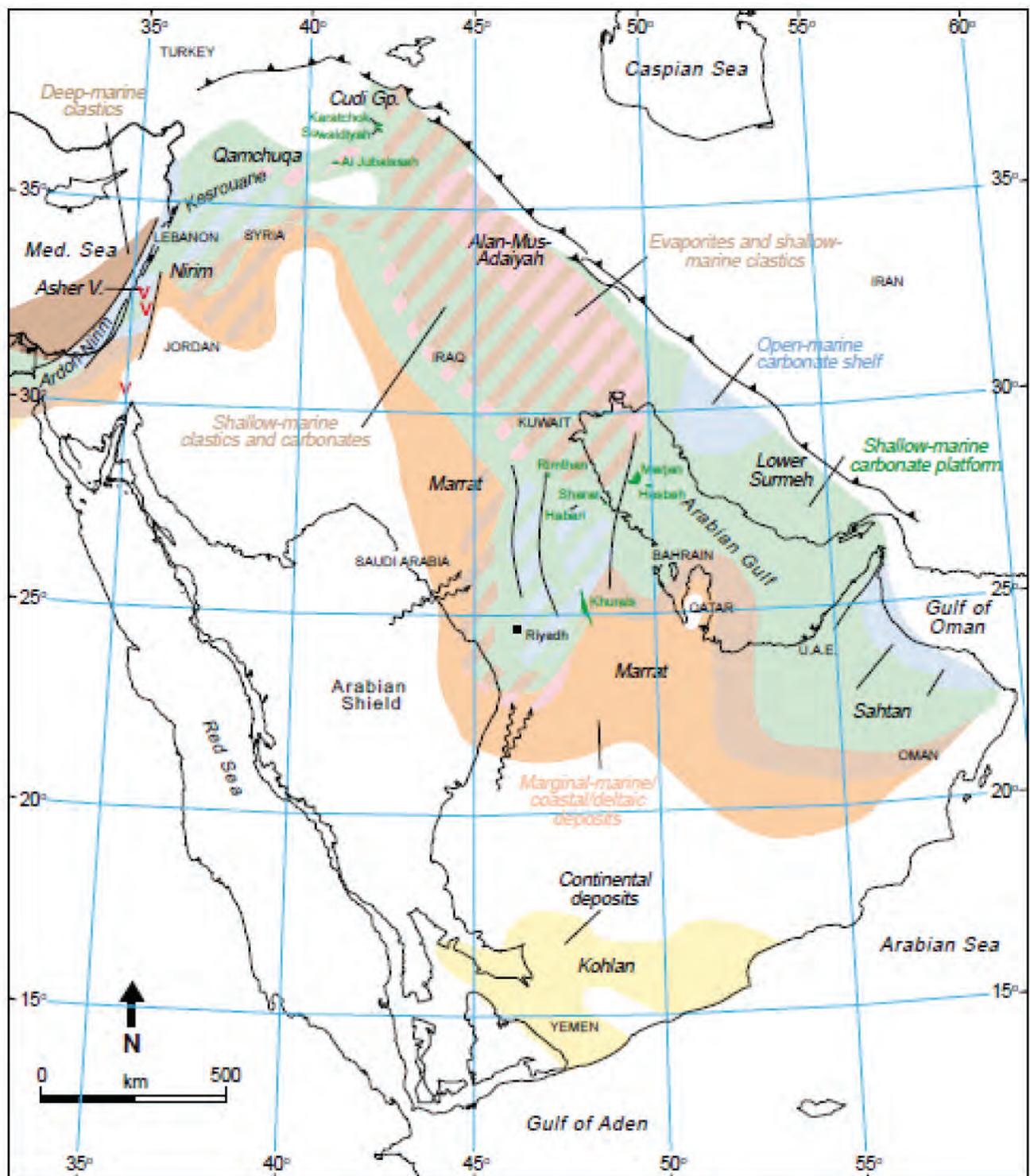


Figure 3 : Carte des faciès de sédimentation durant la période du Jurassique inférieur (entre 201.9 et 176.5 Ma) montrant en bleu la plate-forme marine peu profonde limitée à l'ouest par le bouclier arabe (Ziegler, 2001).

Au Pakistan, la présence de *Nejdia* est signalée en 2009 par Shah dans un ouvrage sur la stratigraphie du Pakistan, où il mentionne des spécimens de *Nejdia sp.* découverts dans la formation Loralai, section Khulgai Ali Khel. Plus tard, en 2012, Durrani et al confirment la présence de *Nejdia sp.* dans la formation Loralai de la chaîne himalayenne.

En ce qui concerne l'Italie, Macchioni et Venturi (2000) ainsi que Sassaroli et Venturi (2010) indiquent que des spécimens de *Nejdia sp.* ont été collectés dans les carrières de Marconessa, près de

Cingoli. Les photos d'un exemplaire de *Nejdia sp.* découvert dans la zone à Bifrons des carrières de Marconessa ont été aimablement partagées par S. Sassaroli avec l'auteur.

Nejdia sp. ont été signalées par Goy en 1974 dans la péninsule ibérique.

Plus récemment, El Sorogy *et al.* ont publié en 2017 un ouvrage décrivant la stratigraphie et la macrofaune fossile du Jurassique inférieur (Toarcien) de la formation Marrat de l'Arabie Saoudite centrale, incluant des ammonites du genre *Nejdia*. Il est mentionné la présence des deux espèces de *Nejdia* dans la région de Khashm adh Dhibi : *N. furnishi* et *N. bramkampi*.

Les résultats de ces publications sont compilés dans le tableau ci-dessous, qui indique par une croix (X) la présence d'espèces d'ammonites fossiles dans les pays correspondants.

N°	Espèces d'ammonites	Arabie Saoudite	Maroc	Madagascar	Italie	Espagne Portugal	Pakistan
1	<i>Nejdia pseudogrunei</i> (THEVENIN)		X	X			
2	<i>Nejdia furnishi</i> (ARKELL)	X					
3	<i>Nejdia bramkampi</i> (ARKELL)	X					
4	<i>Nejdia sp.</i>			X	X	X	X
5	<i>Hildaites sp.</i> (BUCKMAN)	X	X	X	X		
6	<i>Hildaites sanderi</i> (ARKELL) syn. <i>Parahildaites</i> (BLAISON)	X		X			

Tableau 2 : Tableau de synthèse des localités où les *Nejdia* et leur faune associée ont été signalées.

Espèce-type : *Nejdia bramkampi* ARKELL, 1952

Le genre *Nejdia* créé par Arkell, comprenait initialement deux espèces découvertes en Arabie Saoudite : *Nejdia bramkampi* et *Nejdia furnishi*.

Il s'agit d'un genre très rare, qui a été classé dans la sous-famille des Bouleiceratinae, par J. Guex, 1974. Cette ammonite oxycône, pouvant atteindre une assez grande taille (30 à 40 cm de diamètre), est

sans ornementation et à ligne de suture simplifiée. Ces caractères se retrouvent fréquemment chez des genres en fin de lignée (*Hudlestonia*, *Staufenia*...).

- La forme de la coquille est involute, moyennement comprimée.
- La région ventrale est pourvue d'une carène tranchante, lisse et continue, bordée de deux méplats.
- La coquille est lisse, non ornementée. Les tours sont élevés, subtrapézoïdaux. Les flancs sont légèrement convexes.
- La bande ombilicale est arrondie, devenant verticale à sous-cavée à partir d'un diamètre de 50 mm.
- La ligne de suture se rapporte au type cératitique : les lobes sont dentés et les selles arrondies.
- La première selle latérale est large, composée de deux éléments principaux peu découpés.
- Le lobe latéral est assez large, peu profond, finement incisé. La deuxième selle latérale est en forme de carré à angles arrondis.

Les deux espèces présentées par ARKELL, 1952 diffèrent essentiellement par la forme des lignes de suture. Chez la *Nejdia furnishi*, on constate par rapport à *Nejdia bramkampi* un élargissement du premier lobe accessoire, divisant la selle externe en formant un lobe adventice à cinq branches, asymétrique. On note aussi l'élargissement d'un lobe auxiliaire et récession des autres.



Figure 4 : Lignes de suture typiques de *Nejdia bramkampi* (ci-dessus à gauche) et *Nejdia furnishi* (ci-dessus à droite), montrant le développement d'un lobe adventice dans *N. furnishi* dans la première selle latérale (selle externe) et récession du dernière lobe auxiliaire. (Arkell, 1952)

D'une part, il semble intéressant de signaler, que la majorité des exemplaires dont la ligne de suture se rapporte aux caractères de *Nejdia furnishi* sont des spécimens de section épaisse.

D'autre part, on note que la majorité des exemplaires dont la ligne de suture se rapporte aux caractères de *Nejdia bramkampi* sont des spécimens de section mince.

Il se pourrait que les deux espèces citées ci-dessus ne constituent qu'une seule espèce et que les différences observées puissent se rapporter au dimorphisme sexuel, tel que décrit par J. Guex, 1968. Si tel est le cas, cela signifierait que les deux espèces découvertes en Arabie Saoudite : *Nejdia furnishi* et *Nejdia bramkampi* correspondraient l'une à des exemplaires de *Nejdia* femelles et l'autre à des *Nejdia* mâles. Ce sujet serait à développer dans une étude ultérieure.

Conclusion

Les *Nejdia* de la formation Marrat de la région du Nejd, Arabie Saoudite, présentent de fortes similitudes avec celles des gisements fossilifères des régions qui étaient avoisinantes au Jurassique tels que les gisements d'ammonites de l'Italie, de l'Espagne, du Portugal, de Madagascar, du Pakistan et du Maroc.

Les fossiles découverts sur le gisement au Sud-Ouest de Riyadh ont confirmé les hypothèses de Arkell, 1952 quant aux espèces de *Nejdia* et les hypothèses de Rulleau *et al.*, 2003 concernant les spécificités de ce genre d'ammonites.

L'étude de la faune associée au genre *Nejdia* indique un âge Toarcien inférieur.

Remerciements

L'auteur est reconnaissant envers Jacques Leblanc, pour ses conseils sur les sites géologiques d'Arabie Saoudite ainsi que sur l'étude de la stratigraphie de la péninsule arabique.

Stefano Sassaroli est également remercié pour avoir partagé ses découvertes de *Nejdia* des Apennins ainsi que pour ses suggestions au sujet des *Parahildaites*.

L'auteur remercie Jean Guex pour ses conseils sur la position systématique des *Nejdia*.

Enfin, tous mes remerciements à Louis Rulleau, pour ses précieuses recommandations sur l'identification des ammonites et sur leur description, ainsi que pour ses conseils avisés dans la rédaction de cet article.

Bibliographie

- ARKELL W.J., 1952. *Jurassic ammonites from Jebel Tuwaiq, Central Arabia*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B 236, 241–313.
- BAEZA-CARRATALÁ J. F., JORAL F. G., GOY A., TENT-MANCLÚS J. E., 2018. *Arab-Madagascan brachiopod dispersal along the North- Gondwana paleomargin towards the Western Tethys Ocean during the Early Toarcian (Jurassic)*. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. Ref. PALAEO 8505.
- COLLIGNON M., 1958. *Atlas des fossiles caractéristiques de Madagascar, fasc. 1 : Lias, Bajocien*. Service Géologique de Tananarive.
- COOPER G.A., 1989. *Jurassic Brachiopods of Saudi Arabia*. *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, Number 65.
- DURRANI R.A.M., KASSI A.M., KASI A.K., 2012. *Petrology and provenance of the sandstone channel succession within the Jurassic Loralai Formation, Sulaiman Fold-Thrust Belt, Pakistan*. *Journal of Himalayan Earth Sciences*, 45(1) 1-16.
- EL SOROBY A. S., GAMEIL M., YOUSSEF M., AL-KAHTANY K. M., 2017. *Stratigraphy and macrofauna of the Lower Jurassic (Toarcian) Marrat Formation, central Saudi Arabia*. *Journal of African Earth Sciences*. Ref. AES 2953.
- ENAY R., LE NINDRE Y.-M., MANGOLD C., MANIVIT J., VASLET D., 1987. *Le Jurassique d'Arabie Saoudite centrale : nouvelles données sur la lithostratigraphie, les paléoenvironnements, les faunes d'ammonites, les âges et les corrélations*. Département des Sciences de la Terre, Université Claude Bernard, Lyon I, Mém. spécial n ° 9 : 13-65

- GUEX J., 1968. *Note préliminaire sur le dimorphisme sexuel des Hildocerataceae du Toarcien moyen et supérieur de l'Aveyron*. Bulletin des laboratoires de Géologie, Minéralogie, Géophysique et du Musée géologique de l'Université de Lausanne, 173 : 1-29, 3 pl.
- GUEX J., 1973. *Sur l'âge et la position systématique du genre Nejdia ARKELL* ; Bulletin du Laboratoire de Géologie de l'Université de Lausanne (Suisse), 201: 5 p., 1 pl.
- GUEX J., 1974. *Les Bouleiceratinae, sous-famille mono- ou polyphylétique ?* Eclogae Geologicae Helvetiae, 67/2: 427-430, Bâle.
- HOWARTH M.K., 2013. *Revision of the Treatise on Invertebrate Paleontology, part L, vol. 3B, chapter 4*. KU Paleontological Institute, Treatise online, 57: 64- 68, fig. 44-46.
- IMLAY R.W., 1970. *Some Jurassic Ammonites from Central Saudi Arabia*. U.S. Geological Survey Professional Paper 643-D.
- KIER P.M., 1972. *Tertiary and Mesozoic echinoids of Saudi Arabia*. Smithsonian Institution: Contributions to Paleobiology, Vol. 10: 1-242.
- MACCHIONI, F., VENTURI, F., 2000. *Leukadiellinae n. subfam. of the Lower and Middle Toarcian*. Bollettino della Società Paleontologica Italiana 39 (3), 319–339.
- POWERS R. W., RAMIREZ L. F., REDMOND C. D., ELBERG E. L., 1963. *Geology of the Arabian Peninsula, Sedimentary Geology of Saudi Arabia*. U.S. Geological Survey Professional Paper 560-D.
- RULLEAU L., BECAUD M. & NEIGE P., 2003. *Les ammonites traditionnellement regroupées dans la sous-famille des Bouleiceratinae : aspects phylogénétiques, biogéographiques et systématiques*. Geobios, 36: 317-348, 4 pl.
- SASSAROLI S., VENTURI F., 2010. *Cingolites n.gen., a new lower Toarcian Hildoceratinae (Ammonitina) from the Marche Apennines (Cingoli, Macerata, Italy)*. Bollettino della Società Paleontologica Italiana 49 (2), 97-118.
- SHAH S.M.I., 2009. *Stratigraphy of Pakistan*. Geological Survey of Pakistan. Memoirs Vol. 22.
- ZIEGLER M.A., 2001 – *Late Permian to Holocene paleofacies evolution of the Arabian plate and its hydrocarbon occurrences*. GeoArabia, Vol. 6, No. 3: 445-504.

PLANCHE I



Figure 1 :

Localité Khashm adh Dhibi : Vue des escarpements de la Formation Marrat (Toarcien) au premier plan, niveau à Nejdia. A l'arrière-plan, on distingue d'autres escarpements de la Formation Marrat (Toarcien), surplombés par les niveaux à Dorsetia du Bajocien moyen, puis par les calcaires du Callovien moyen à Erymnoceras.



Figure 2 :

Vue du sommet d'une colline de la formation Marrat (Toarcien) contenant des niveaux à *Nejdia*. De rares arbustes occupent le paysage désertique.

PLANCHE II



Figure 1 :
Calyptoria sp. (Brachiopode) Formation Marrat (Toarcien).



Figure 2 :
Nejdia bramkampi. Formation Marrat (Toarcien).

PLANCHE III



Figure 1 :
Nejdia bramkampi. Formation Marrat (Toarcien).



Figure 2 :
Nejdia bramkampi. Formation Marrat (Toarcien).

PLANCHE IV



Figure 1 :
Nejdia furnishi. Formation Marrat (Toarcien).



Figure 2 :
Nejdia furnishi. Formation Marrat (Toarcien).

En complément de l'article précédent, nous vous proposons :

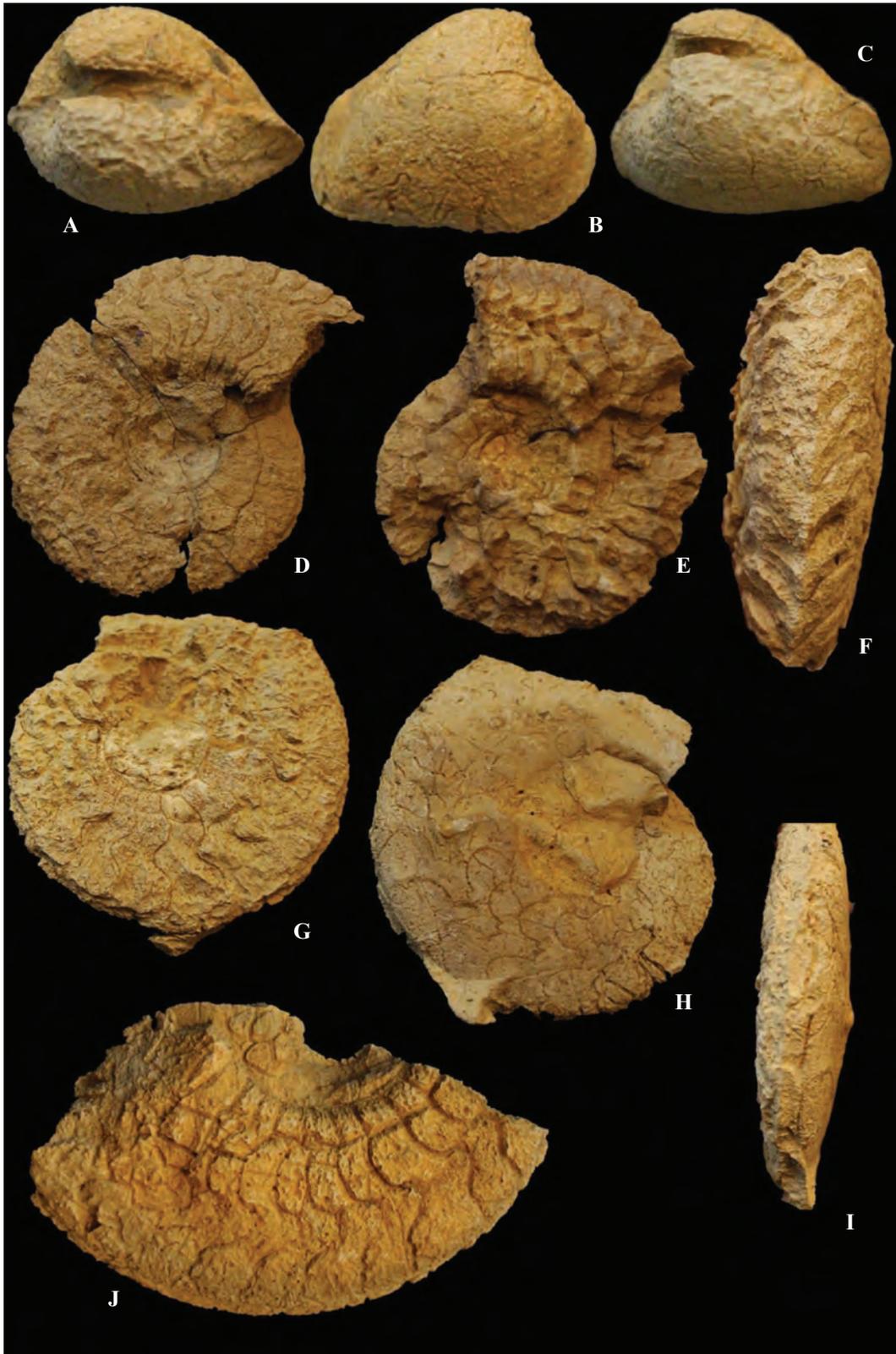


Planche extraite de l'article

Stratigraphy and macrofauna of the Lower Jurassic (Toarcian) Marrat Formation, central Saudi Arabia.
Abdelbaset S.El-Sorogy, Mohamed Gameil, Mohamed Youssef, Khaled M.Al-Kahtany (Elsevier 2017)

Article complet :

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1464343X17302868?token=478C16F475C9D9D26A26A3F107CB47A05EB5F1DD05A847946B705C2BD41324C9E4CC625C537EE66F04B3208081C923E0>

A-C *Homomya* sp.; **D-F** *Bouleiceras nitescens* Thevenin, 1906 ; **G-I** *Dorsetensia arabica* Arkell, 1952 ;
J *Nejdia bramkampi* Arkell, 1952. Scale bar for all figures $\frac{1}{4}$ 1 cm, except DI $\frac{1}{4}$ 3 cm.

Les étranges blocs rocheux de La Tour Bourdon à Régnié-Durette (Beaujolais) : un mystère Géologique résolu.

par **Bruno ROUSSELLE**
Espace Pierres Folles
Géoparc Beaujolais UNESCO



Peut-être avez-vous entendu parler du **mystère géologique de la Tour Bourdon à Régnié-Durette**, où l'on peut découvrir une « **pyramide** » insolite, désormais célèbre, construite avec d'**étranges blocs rocheux** ayant l'apparence de gros galets (voir photo). Cet article vous résume succinctement les découvertes scientifiques qui ont permis la résolution de cette énigme et qui changent la connaissance d'éléments marquants du paysage et du terroir beaujolais.

1. Les blocs de la Tour Bourdon à Régnié-Durette

Après un siècle et demi de débat sur la genèse des **blocs de la Tour Bourdon à Régnié-Durette**, et à contre-courant des théories ayant la faveur de la communauté scientifique, une étude publiée en 2019 a authentifié l'**origine glaciaire** de ces pierres énigmatiques, une hypothèse proposée dès la fin des années 1870 par deux géologues lyonnais, Albert Falsan et Ernest Chantre, mais qui avait été rapidement contestée puis abandonnée par manque de preuves.

Pourtant, à la suite d'une analyse détaillée effectuée dans les années 2010, il a pu être montré que les blocs portent bel et bien l'empreinte de l'**activité de glaciers** :

- 1) des **marques de contact sous pression de glace** (petites fractures arquées appelées « fracture de broutage »), formées à la base d'un glacier ou à l'intérieur du matelas de pierre et de terre qui lui servait de semelle (moraine sous-glaciaire),
- 2) des **marques de frottement** (ou « **ripage** ») **glaciaire** (stries) et
- 3) des **formes d'usure et de poli glaciaires**. L'aspect singulièrement arrondi et poli des blocs est ainsi le résultat d'un séjour dans ou en limite d'une moraine basale. Ces observations impliquent aussi que, contrairement à ce que l'on a pu penser un temps, l'aspect des blocs n'a pas subi d'évolution dans les dépôts ou les sols qui les renferment : ils y ont conservé leur forme et leur poli originels.

À la Tour Bourdon, l'**omniprésence des grès**, alors qu'il existe bien d'autres types de roche dans le bassin versant, une évidence restée étrangement oubliée, est uniquement le fait de l'activité glaciaire, responsable ici d'un remarquable « **tri géologique** ». En effet, subsistant en couches quasi horizontales au sommet de certaines crêtes environnantes, caractérisés en outre par une constitution compacte et peu altérable et par un débit en gros éléments, les grès coiffant les montagnes d'Avenas et de Vauxrenard ont fourni le **matériau géologique le mieux exposé et le plus sensible à l'action et au déplacement de la glace**.

2. Le paysage glaciaire des coteaux beaujolais

Par ailleurs, la topographie et les dépôts superficiels des coteaux et des basses vallées du Beaujolais témoignent de **plusieurs séquences d'écoulement glaciaire et fluvio-glaciaire**, durant lesquelles ont agi tour à tour la **glace** et ses **eaux de fonte**, sous les glaciers, ou en avant d'eux, pour transporter et disperser blocs, galets, sables et matières fines produits par eux. Ces interactions entre la glace, l'eau et les débris de roche ont conduit à la création de **surfaces aplanies et faiblement inclinées (terrasses)**, dites « **proglaciaires** » (construites « en avant » des glaciers), appelées aussi « **sandurs** » (« étendues sableuses » en islandais).

Certains de ces « **couloirs de débris** » **proglaciaires** sont encore étonnamment **nets dans le paysage beaujolais**, sur les coteaux de la montagne d'Avenas (Les Chappes à Lantignié, Les Ronze-Les Bulliats à Régnié-Durette, Saint-Joseph-Lathevalle-La Grange Cochard-Le Champ Levrier-Clos Reisser à Villié-Morgon, Régnié et Cercié), ou sur les plateaux d'Émeringes (Vavre) et de Juliéna (Les Paquelets, Les Gonnards), mais aussi dans les basses vallées de la Brévenne (terrasses « perchées » de L'Arbresle et de Saint-Germain-Nuelles) et de l'Azergues (terrasses « perchées » de Légny, du Breuil, de Lozanne, de Morancé et d'Anse), ainsi que dans bien d'autres vallées (Vauxonne, Nizerand, Marverand, Moyenne Azergues, Grosne, Petite Grosne, Préty-Arlois...).

À la Tour Bourdon, l'âge géologique ni jeune ni vieux, de l'ordre de plusieurs centaines de milliers d'années, des dépôts proglaciaires explique à la fois leur étagement et leur conservation au sommet de la colline : occupant autrefois un fond de vallée, ceux-ci ont été progressivement **dégagés et portés en relief** par le lent creusement des cours d'eau autour d'eux, dans le granite friable et plus sensible à l'érosion, depuis la fin de la glaciation. La colline de la Tour Bourdon et les reliefs analogues qui bordent l'Ardières en rive gauche (La Combe, Montfavier, Les Pins, Aux Bruyères...) entre Les Dépôts et Cercié sont ainsi avant tout d'origine glaciaire. Il en va de même pour les nombreux **replats et terrasses** dominant les autres cours d'eau beaujolais, souvent couverts de restes fluvio-glaciaires, notamment dans les vallées de la Mauvaise, du Nizerand et de l'Azergues.

3. Glaciations et époques glaciaires en Beaujolais

L'épisode glaciaire de la Tour Bourdon fait partie de l'une des **quatre glaciations** reconnues en Beaujolais, **trois** ayant concerné son **territoire intérieur**, principalement ses crêtes orientales faisant face au domaine glaciaire alpin, une quatrième, la plus récente, ayant davantage intéressé les monts du Lyonnais et leurs vallées drainantes, dont la Brévenne et la Basse Azergues. A la Tour Bourdon, le terrain proglaciaire à blocs perché entre 55 et 65 m au-dessus de l'Ardières appartient semble-t-il à la 2^e de ces quatre glaciations.

Selon la **méthode de datation** utilisée, élaborée au moyen de critères uniquement morphologiques et altimétriques (méthode relative), mais confrontée aux **données stratigraphiques européennes** et à la précision de la **chronologie isotopique internationale**, l'événement glaciaire de la **Tour Bourdon**, auquel se rapportent aussi les produits fluvio-glaciaires couvrant les plateaux supérieurs des environs de l'Arbresle et de Lozanne, se serait déroulé au cours du **stade isotopique 12 (-480 000 à -420 000 ans**, 5^e grande glaciation avant l'Actuel) [*on rappellera ici que les « stades isotopiques » sont numérotés à reculons dans le passé, à partir du stade actuel, l'Holocène (= 1), les « stades glaciaires » étant par définition pairs et les « stades interglaciaires » tempérés impairs*]. Les **deux autres glaciations repérées sur les coteaux beaujolais** appartiendraient au **stade 16 (-680 000 à -620 000 ans**, 7^e grande glaciation avant l'Actuel) et au **stade 10 (-370 000 à -330 000 ans**, 4^e grande glaciation avant l'Actuel). Ce sont les témoins de cette dernière glaciation, très nombreux, qui reposent sur les plateaux inclinés des Chappes (Lantignié), des Ronze (Régnié-Durette), de La Grange Cochard-Le Champ Levrier (Villié-Morgon, Régnié), de Vavre (Emeringes), des Truges (Saint-Vérand), des Brotteaux (Chamelet), des Grandes Terres et des Bruyères (Légny-Le Breuil), de Pierre Filant (Rivolet)... Bien évidemment, l'âge de ces glaciations ne pourra être confirmé que par l'utilisation d'outils de datation « absolue ».

Le **temps géologique** dans lequel s'inscrivent les glaciations beaujolaises est le **Pléistocène moyen et supérieur**, c'est-à-dire grosso modo l'« **Âge des Grandes Glaciations** », s'étalant de **-780 000 à -15 000 ans** et situé grosso modo dans le dernier tiers de l'actuelle **ère quaternaire**. Pour mémoire, le puissant glacier alpin ayant déplacé puis laissé sur place le célèbre « Gros Caillou » de la Croix Rousse à Lyon date du stade isotopique 6 (-190 000 à -130 000 ans, 2^e grande glaciation avant l'Actuel, ou glaciation du *Riss*, fin du Pléistocène moyen). Les deux glaciers parvenus dans l'Est-Lyonnais lors de la dernière époque glaciaire (*Würm*, stade isotopique double 4-2, -75 000 à -15 000 ans, Pléistocène supérieur), dont le deuxième était contemporain des hommes de la Grotte Chauvet puis de ceux de Lascaux, n'ont pas dépassé l'axe Montluel-Grenay. Ils n'ont donc pas atteint le site de Lyon.

4. L'influence déterminante des glaciers alpins

Au moment de la glaciation de la Tour Bourdon, un immense glacier descendu des Alpes et venu envahir leur **avant-pays** - on parle de « **glacier de piémont** » - recouvrait la plaine et les collines de la région de Lyon, ainsi que le **plateau de la Dombes**. Et c'est précisément la présence toute proche d'un vaste glacier sur la Dombes, véritable « frigo » géant, qui semble avoir fourni les conditions du surprenant englacement de la petite montagne beaujolaise. Les **vents glaciaires**, appelés vents « catabatiques » (courants d'air froid qui se forment juste au-dessus des grands glaciers), qui dévalaient ce « long fleuve de glace tranquille », auraient engendré et entretenu une **modification climatique régionale**, assortie d'importantes perturbations météorologiques neigeuses créées et bloquées par le relief beaujolais. Les glaciations beaujolaises auraient ainsi été des glaciations induites par des **circonstances géographiques et climatiques régionales exceptionnelles**, mais prévisibles, autorisant un **englacement de faible altitude** sur les Monts du Beaujolais.

Barrant la Saône sur le site de Lyon, le glacier du Rhône avait alors provoqué la formation d'un **lac dans le val de Saône**. Cet ennoisement lacustre s'est produit à plusieurs reprises, au cours de plusieurs glaciations, et explique les nombreux **dépôts argileux**, jusque-là mal interprétés, encore largement présents et superposés sur les bordures de la plaine de Saône, entre Lyon et Mâcon, et même plus au nord. Ces sédiments argileux contiennent des **débris morainiques coulés** (« *dropstones* »), lâchés depuis la surface du lac par une multitude de **glaces flottantes** détachées des glaciers beaujolais et dombiste. Ce phénomène de dispersion de débris de roche en milieu lacustre permet de comprendre l'existence des abondants **blocs erratiques** de grès beaujolais, autre mystère pour les auteurs, encore observables de nos jours sur les moyens coteaux viticoles du Beaujolais, notamment entre Charentay et Blacé-Saint-Julien, mais aussi dans les environs de Saint-Amour, Corcelles et Bagnols-Alix-Theizé, des localités situées précisément sur l'**ancienne rive occidentale de l'un ou de plusieurs de ces lacs**.

Si les glaciations beaujolaises ont été influencées par l'englacement de la Dombes, comme le suggèrent fortement les données géologiques beaujolaises, on peut raisonnablement penser que cette région a été recouverte par un glacier au cours de plusieurs époques glaciaires (sans doute trois). Ce constat va dans le sens de certains travaux d'auteurs de la fin du XX^e siècle, mais va aussi à l'encontre de la théorie la plus récente, privilégiée jusqu'à ce jour, qui soutient que le plateau dombiste n'a enregistré que les différents stades d'avancée et de retrait d'une unique glaciation.

5. Les conséquences de la mise en évidence de glaciations quaternaires en pays beaujolais

Les nombreuses **théories alternatives** avancées pour tenter d'expliquer la genèse des dépôts argileux, avec ou sans blocs, qui nappent les coteaux beaujolais (éboulements et glissements de terrain, écoulements torrentiels, transports pédologiques liés à l'évolution et à la mobilité des sols, et même restes de couches gréseuses du début de l'ère secondaire...), dont les insuffisances ont pu être révélées et les mécanismes déconstruits, sont donc désormais **à abandonner**. Seule la **dynamique glaciaire** reste cohérente au regard des **multiples observations et contraintes de terrain** et des **considérations climatologiques**.

Cette nouvelle connaissance scientifique apporte également une **information** et un **patrimoine géologiques nouveaux** et d'intérêt pour les organismes et acteurs de la culture et du tourisme en Beaujolais, tel le Géoparc Beaujolais UNESCO. Mais plus encore pour les professionnels de la vigne et du vin, elle change radicalement la **perception et la compréhension d'une large part des sols viticoles** de ce territoire, dénommés « sols de piémont » et abusivement reliés aux actions alluviales et pédologiques strictes, et dont il faut admettre désormais qu'ils sont très majoritairement nés de formations géologiques formées sous l'influence des glaciations (dépôts proglaciaires et glacio-lacustres).

L'étude ayant fait devenir réalité le « mythe » des glaciations beaujolaises permet en dernier lieu de réhabiliter les travaux beaujolais des savants Falsan et Chantre, dont l'intuition glaciaire s'est avérée *in fine* remarquablement juste.

Résumé tiré de l'étude scientifique originale réalisée par Bruno Rousselle : « Glaciations en Beaujolais, du mythe à la réalité », dont une synthèse développée a été publiée en 2019 (disponible gratuitement en PDF sur simple demande). Contact et renseignements : bruno.rousselle@espace-pierres-folles.fr.

Sortie en Poitou 24 et 25 octobre

par Jean-Marc DUPUIS

Quelle chance pour quelques membres de l'association Géo-Paleo d'avoir pu se retrouver dans les carrières du Poitou, à Saint-Laon et Saint Maixent, seulement quatre jours avant le deuxième confinement, les 24 et 25 octobre !

Quelle chance également quand on sait que les strates fossilifères de Saint-Laon n'étaient plus accessibles depuis des mois, nous obligeant à reporter, en croisant les doigts, cette sortie initialement prévue au printemps !

Étaient présents pour l'association : Jean-Noël et Josyane REVERSAT, Gustavo, Candia, Clélia et Pénélope PIERANGELINI, François FAILLE, Philippe BOUAULT, Jean-Marc DUPUIS, Maurice BOURGOIN, Olivier KERLEGUER, Jean-Pierre et Catherine MILLIOT.

Un très grand merci à Patrice FERCHAUD et à ses collègues de l'APAP, d'avoir préparé ce week-end tant attendu.

Mais nous voilà, le vendredi soir, à nous retrouver au fil de la soirée dans une brasserie de Thouars, dans les Deux-Sèvres épargnées par le couvre-feu, ce qui nous permet de dîner en nombre limité par table, après avoir posé nos bagages à l'hôtel de Craon pour la majorité et de Thouars pour quelques-uns. Un vrai plaisir de se revoir tant l'année a été spéciale.

La météo qui était incertaine pour le samedi, se révèle mieux que prévu lorsque nous arrivons vers 9h30 à l'entrée de la carrière de Saint-Laon (Vienne). Nous y retrouvons nos sympathiques amis de l'APAP et des membres du club de Rennes dont Pierre LACROIX.

Les conditions d'accès à la carrière ont changé depuis notre dernière sortie en 2017 : clôtures, vidéo-surveillance. Les consignes de sécurité se sont renforcées : casque et gilet jaune, chaussures de sécurités, gants, masques.

Les strates fossilifères, déjà décrites dans le numéro 51 de la *Spirale* à l'occasion de la sortie précédente, s'échelonnent du Callovien inférieur au Callovien supérieur. Pendant que certains, en la majorité de l'APAP s'afféraient dans les horizons inférieurs à la recherche de *Kosmeceras*, la plupart des membres de l'association trouvaient leur bonheur en dé-confinant des *Peltoceras* du Callovien supérieur ou en s'affairant sur les tas partiellement concassés.

À l'heure du déjeuner, nous nous retrouvions devant la camionnette transformée en buvette autour d'un verre de vin d'épine et ou de pineau maison pour accompagner l'apéritif. Après un déjeuner rapidement avalé, le temps se couvrant, la distanciation sociale et les masques faisant, tout le monde se remet à l'ouvrage jusqu'en fin d'après-midi. La récolte est bonne, les fossiles de bonne qualité, et nous sommes tous ravis de cette première journée.

En soirée, retour sur Thouars pour le dîner. Les collègues de Bretagne nous rejoignent à la Brasserie et les discussions vont bon train, malgré le masque qu'il faut porter entre les plats et un maximum de six personnes par table. Que la journée a passé vite !

Le lendemain, la pluie est au rendez-vous. Ce n'est plus le crachin de la veille mais bel et bien une pluie soutenue qui nous attend à la carrière Labasse à Saint Maixent que nous rejoignons à partir de Craon vers 10 h.

Du fait de la météo, la journée commence par une mini-bourse d'échange sous un hangar, ammonites du Poitou, Toarcien de Belmont, Trilobites et minéraux de Bretagne sont au programme et passent de main en main.

La carrière Labasse exploite les strates du Bajocien, riches en *Stephanoceras*, *Teloceras* et *Parkinsonia* dans lesquelles nous avons déjà fouillé en 2017 (voir la Spirale n° 51). Hélas il pleut et les recherches sont d'assez courte durée car nous approchons rapidement de midi. Le couvre feu instauré dans le Rhône oblige en effet les lyonnais à rentrer plus tôt que prévu. Certains déjeuneront même sur le chemin du retour. D'autres, plus chanceux auront le plaisir de rester plus longtemps pour déjeuner avec nos amis poitevins avant, eux aussi, de reprendre la route après une vraie bouffée d'oxygène et de sympathie.



Les préférez-vous masqués ou vus de dos ? Avec ou sans gilet jaune ?

(Nota : il se chuchote que la 3^{ème} photo aurait inspiré Michel-Ange quand il a peint le plafond de la Sainte-Chapelle).

Section/Association Géo-Paléo

Bilan de l'année 2020.

par Jean ARBAULT

Comme de coutume, c'est par l'assemblée générale de notre Association qu'a débuté notre année. Malheureusement, le 19 janvier, nous n'imaginions pas l'ampleur que prendrait cette pandémie de la covid 19 et les répercussions en résultant sur nos activités.

Cette A.G. nous a permis d'accueillir le nouveau Chef de carrière, également à ce titre Président de la Section Géo-Paléo, Éric BEAUDRY, qui vient de la carrière de granulats Lafarge de Rivolet, dans le Beaujolais cristallin. Nous lui souhaitons la bienvenue en ce lieu et à ce double poste.

Le programme des activités 2020 était, comme d'habitude, bien établi et 14 sorties en carrière étaient prévues ainsi que 2 sorties en Poitou et dans l'Aube.

Compte tenu du peu de surface exploitée d'argiles toarciennes, il avait été décidé que nous n'inviterions pas de club mais que nous maintiendrions les 10 invités pour certaines sorties. Les 2 premières, des 22 février et 7 mars, se sont bien déroulées, avec plus de 20 participants, ce qui est satisfaisant vu les conditions climatiques de cette période. Il avait été convenu lors de l'AG qu'Henri DARMAILLACQ profiterait de ces 2 sorties pour photographier les fossiles que lui amèneraient les membres de la Section. Quelques-uns ont apporté leurs plus beaux fossiles mais Henri aurait pensé avoir plus de succès ! Sa collection de photos est cependant très complète et suffira à illustrer notre livre sur la carrière.

Les mesures de sécurité sanitaires sont tombées courant mars, entraînant l'annulation de nos sorties en carrière jusqu'à nouvel ordre. Courant juin, le Directeur de la cimenterie a informé Eric et Thierry qu'elles pourraient reprendre à compter de début juillet à condition que soient respectées les mesures sanitaires imposées au personnel de la carrière avec un nombre de participants limité à 20 membres de la Section/Association. Dans ces conditions, 2 sorties en juillet et 3 sorties en septembre ont été organisées avec inscription préalable auprès du secrétaire. Elles se sont parfaitement déroulées, avec un strict respect des mesures de sécurité imposées. Au final, nous avons réalisé la moitié des sorties prévues en carrière avec un effectif limité.

L'excursion dans le Poitou a eu lieu le week-end des 24 et 25 octobre, soit une semaine avant le début du deuxième confinement. 14 participants ont pris part à cette sortie managée par Jean-Marc DUPUIS dont vous lirez le compte rendu dans ce numéro . Ainsi se sont achevées, pour cette année, nos activités en groupe car le second confinement interdit toute réunion de plus de 6 personnes.

Il était donc hors de question de réunir notre Conseil d'Administration pour définir comme nous le faisons chaque année les orientations pour 2021. Jean-Marc DUPUIS nous ayant annoncé en début d'année qu'il ne souhaitait pas continuer à assurer la fonction de trésorier au-delà de 2020, une élection

par le Conseil d'Administration était nécessaire. Du fait du confinement, le gouvernement a émis de nouvelles directives concernant les votes par correspondance permettant aux associations de poursuivre leurs activités à distance. Nous avons organisé le vote concernant le choix du nouveau trésorier par le lien internet. Un seul candidat s'est proposé pour ce poste : Laurent NEYTON, qui a été élu sans surprise avec une seule abstention.

Notre objectif de publier notre livre sur la carrière avant fin 2020 n'a pas pu être atteint du fait de ce confinement. En effet, le comité de lecture a pu se réunir 2 fois et les réunions prévues au dernier trimestre ont été annulées. La publication sera sans doute pour fin 2021. La plupart des textes sont écrits y compris celui rédigé par Paléorhodia et le gros travail réside maintenant dans le choix de l'iconographie. Le choix des photos s'avère très compliqué !

Nous avons décidé début 2020 qu'en raison de la tenue de la Réunion des Sciences de la Terre organisée par la Société Géologique de France à Lyon nous n'organiserions pas de manifestation pour la Journée des Fossiles. Cette réunion a été annulée du fait du confinement et reportée en 2021. Nous espérons pouvoir éditer notre livre avant qu'elle n'ait lieu pour pouvoir en faire la promotion lors de cette semaine où la carrière sera un but d'excursion géologique.

2020 restera dans l'esprit et la mémoire de tous comme une année « blanche » où tous nos projets ont été perturbés, voire abandonnés. Espérons que nous verrons 2021 évoluer vers de meilleures conditions !

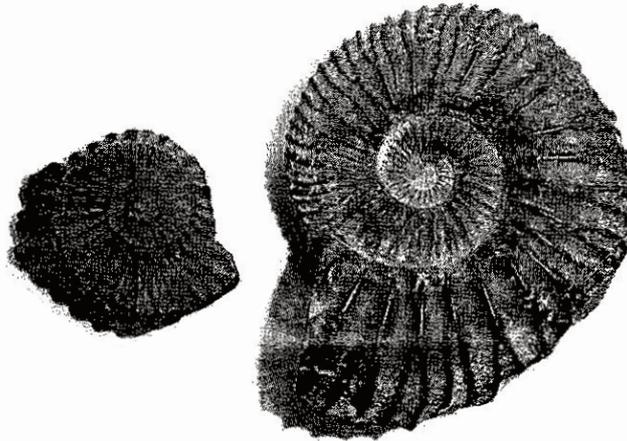


Louis RULLEAU et Henri DARMAILLACQ lors de la séance photo du 22 février

Revue de presse

Le Midi Libre
24 août 2020

L'ammonite sacrée, à voir au Préhistorama



L'ammonite sacrée et son empreinte partielle négative (à gauche).

Le musée roussonnais recèle de véritables trésors. Parmi les ammonites fossilisées, il y en a une dont l'espèce n'est pas rare mais qui a beaucoup de valeur aux yeux de certains, comme le révèle Bruno Guy, président de l'association les Amis du Préhistorama : « Elle a été trouvée dans la rivière Gandaki au Népal (Himalaya) qui a creusé les gorges les plus profondes du monde. Le plus haut gisement d'ammonites se situe quant à lui sur le Chomolungma, autrement dit l'Everest, qui culmine à 8 848 mètres ! Il s'agit donc d'un précieux témoignage de la tectonique des plaques puisque ces céphalopodes vivaient en dessous du niveau zéro de la mer. Un morceau de la plaque africaine a dérivé et a tamponné et chevauché la plaque asiatique formant la plus haute chaîne du monde il y a 40 millions d'années. Si l'intérêt géologique est évident, c'est surtout l'intérêt humain qui est considérable. »

Mélanie Conterio Garcia, l'une des responsables du musée,

précise : « En effet, ces fossiles appelés shaligram sont sacrés pour les Hindouistes qui y voient une représentation du dieu Vischnou. D'autres fossiles, bélemnites, trilobites, etc., peuvent être rattachés à d'autres dieux. Les pèlerins qui trouvent ces fossiles sont particulièrement heureux de cette faveur de leur déité. »

Bruno Guy conclut : « Les fossiles peuvent avoir plusieurs couleurs, mais ce sont les ammonites noires, comme celle présentée au musée qui sont les plus appréciées. On trouve parfois des inclusions de pyrite dans certains shaligram, ce qui augmente leur valeur. Parfois, ils sont enchâssés dans des écrins, peints, avec des ajouts d'yeux. Le mot ammonite a été créé en hommage au dieu Amon, dieu à cornes de bélier dans la mythologie égyptienne. Le shaligram roussonnais est un remarquable exemple de la valeur symbolique des fossiles dans l'imaginaire humain. »

Cette créature du Jurassique supérieur était un curieux mélange de dauphin et de requin

Les ichtyosaures, ces reptiles préhistoriques à l'apparence rappelant celle des dauphins comptent un nouveau membre dans leur ordre. Mais celui-ci a plusieurs caractéristiques qui le rendent tout de même unique.

Un collectionneur amateur de fossiles, Steve Etches, a fait une belle découverte lors d'une promenade sur une plage du Dorset en 2009. Cette région anglaise est connue pour être un vivier de fossiles, le premier fossile de dinosaure scientifiquement décrit a d'ailleurs été trouvé là-bas. La collection de Steve Etches est ouverte au public depuis 2016.

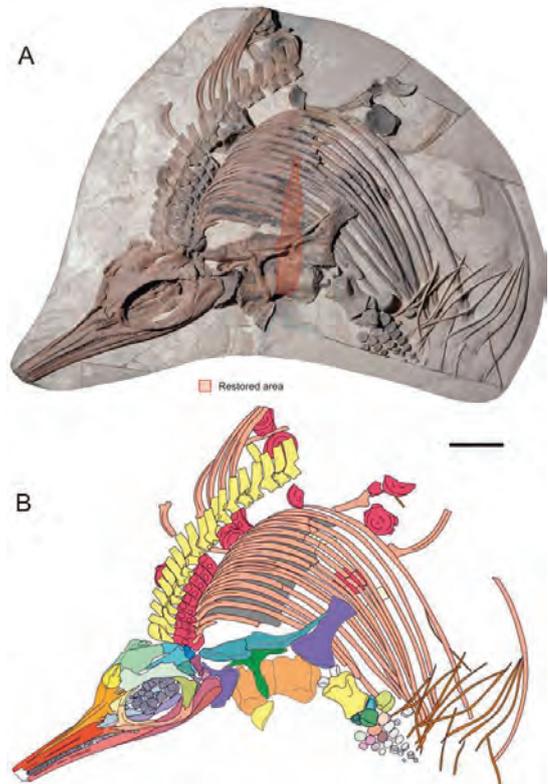
Le passionné reconnaît tout de suite l'apparence d'un ichtyosaure. Ces vertébrés tétrapodes, autrefois classés parmi les reptiles, régnaient sur les mers du Trias inférieur au Crétacé supérieur, il y a environ 200 millions d'années. Mais ce fossile a quelque chose de différent, Etches le confie alors aux scientifiques de l'université de Portsmouth pour l'étudier.

Onze ans après, ils publient une description détaillée du fossile dans *Plos One*. Il s'agit bien d'un ichtyosaure, mais ce dernier est un peu différent des autres, si bien que les scientifiques ont créé un genre et une espèce rien que pour lui.

Un dragon des mers mi-dauphin mi-requin

Les scientifiques l'ont nommé *Thalassadraco etchesi*. *Thalassadraco* signifie « dragon des mers » en grec et *etchesi* est un hommage à Steve Etches. Ce dragon des mers du Dorset a vécu il y a environ 150 millions d'années, pendant le Jurassique supérieur (le Tithonien plus précisément). D'après la description du fossile, il possédait une cage thoracique large, des nageoires courtes et surtout deux cents petites dents coniques et délicates taillées pour la chasse aux anciens céphalopodes. Il mesurait environ 2,50 mètres de long, ce qui est plutôt petit pour un ichtyosaure. Le spécimen le plus grand qu'on connaît mesurait près de 20 mètres.

Il y a un certain nombre de choses qui rendent cet animal spécial, notamment sa cage thoracique inhabituelle et ses petites nageoires. Il aurait pu nager d'une manière différente des autres ichtyosaures, explique le professeur David Martill de l'université de Portsmouth, dans un communiqué de presse.



Les ichtyosaures ont une apparence proche des dauphins, et comme eux, ils devaient remonter à la surface pour respirer, mais *Thalassadraco etchesi* possédait aussi une nageoire caudale verticale qui rappelle celles des requins actuels. On peut alors imaginer « Le dragon des mers » comme une créature mi-requin mi-dauphin.

Julie Kern

Découverte des premiers fossiles embryonnaires de tyrannosaures L'analyse d'une mâchoire et d'une griffe datant du Crétacé révèle qu'à la naissance les redoutables dinosaures n'étaient sans doute pas plus grands qu'un chihuahua.

de Riley Black

Publication 20 oct. 2020 à 15:27 CEST, Mise à jour 5 nov. 2020 à 06:29 CET



Photographie de Illustration de Julius Csotonyi

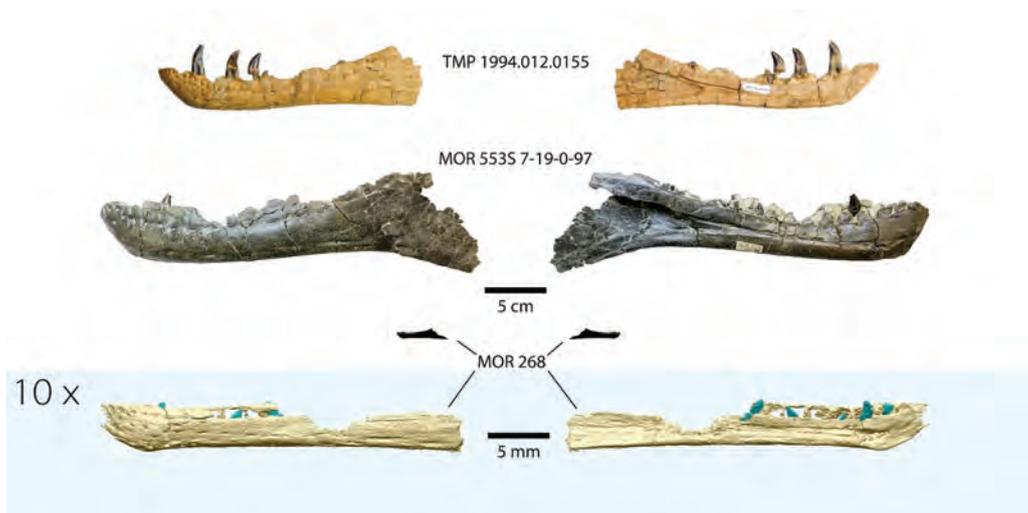
Cette illustration montre ce à quoi le Tyrannosaurus rex aurait pu ressembler à la sortie de l'œuf. Les fossiles embryonnaires présentés par la nouvelle étude ne concernent pas le T. rex mais une espèce parente de tyrannosaure qui n'a pas encore été identifiée.

À sa naissance, l'un des plus grands prédateurs à avoir un jour arpenté notre planète n'aurait pas été plus grand qu'un chihuahua avec une très longue queue. C'est ce que révèle l'analyse des tout premiers fossiles de bébés tyrannosaures découverts à ce jour.

Les fossiles en question, une mâchoire inférieure et une griffe de pieds, proviennent de tyrannosaures au stade embryonnaire, lorsque ces dinosaures étaient encore recroquevillés dans leurs œufs. Découverts sur différents sites fossilifères dans l'ouest de l'Amérique du Nord, l'âge des deux fossiles se situe entre 71 et 75 millions d'années, époque à laquelle les tyrannosaures venaient tout juste d'accéder au rang de super-prédateurs dans leur environnement.

La minuscule griffe a été extraite de la formation de Horseshoe Canyon en 2018, sur les terres des Premières Nations de l'Alberta. La mâchoire a également été mise au jour sur un territoire amérindien, la formation de Two Medicine dans le Montana en

1983. Tous deux ont fait l'objet d'une présentation par le paléontologue Gregory Funston de l'université d'Édimbourg à l'occasion de la réunion annuelle de la Société de paléontologie des vertébrés, tenue en ligne cette année. Il aura néanmoins fallu un certain temps pour que ces os soient appréciés à leur juste valeur. Il y a quelques années, alors que Funston cherche à identifier le propriétaire de la griffe dans le cadre de ses études à l'université d'Alberta, son conseiller, Philip Currie, lui montre le morceau de petite mâchoire encastré dans la pierre, trop fragile pour en être extrait. « Je n'étais pas du tout convaincu que cette mâchoire était celle d'un tyrannosaure, » se souvient Funston. Ce n'est qu'après avoir scanné en trois dimensions la mâchoire pour la reconstruire dans ses moindres



Photographie de Gregory Funston, 2020

détails que Funston avait dû se résoudre à changer d'avis.

Illustration page précédente (en bas). Comparaison de la reconstruction 3D de la mâchoire du tyrannosaure embryonnaire (en bas) avec les mâchoires d'autres tyrannosaures connus. L'image du bas a été agrandie dix fois afin de faciliter la comparaison avec les autres mâchoires. La petite silhouette noire représente la taille relative du spécimen par rapport aux autres mâchoires.

Paléontologue au sein de l'université d'État de l'Oklahoma n'ayant pas pris part à l'étude, Evan Johnson-Ransom reconnaît que les os sont « caractéristiques et discernables » des autres dinosaures. La mâchoire, notamment, ressemble fortement à celles d'autres tyrannosaures connus.

« À ce moment-là, nous avons l'opportunité d'en apprendre plus sur les bébés tyrannosaures, qui restaient auparavant entourés de mystère, » indique Funston. La majorité de la chronique fossile des tyrannosaures se compose de spécimens adultes ou juvéniles. Les paléontologues ont déjà réalisé des reconstructions spéculatives des bébés tyrannosaures, mais personne ne savait vraiment à quoi ils ressemblaient. La griffe et la mâchoire ont donc permis aux experts de mesurer leurs attentes aux fossiles.

BÉBÉ TYRAN

Les nouveaux fossiles révèlent que les bébés tyrannosaures étaient minuscules par rapport aux adultes, avec un rapport de longueur d'environ un dixième. À titre de comparaison, un éléphant d'Afrique mesure environ le quart de la hauteur des éléphants adultes. La mâchoire provenait d'un tyrannosaure mesurant 70 cm de long et la griffe appartenait à un animal dépassant légèrement les 90 cm.

Même si, d'après nos standards, une longueur de près d'un mètre pour un bébé peut paraître conséquente, à leur sortie de l'œuf les dinosaures auraient été incroyablement petits aux côtés d'adultes frôlant les 10 m de long pour près de trois tonnes. La mâchoire présente des petites dents qui correspondent à ce que les experts appellent « première génération de dents », les toutes premières dents du dinosaure appelées à être remplacées par un ensemble de dents entièrement fonctionnel à mesure qu'il grandit.

Avec leurs mâchoires et leurs dents tranchantes de taille réduite, les tyrannosaures se nourrissaient probablement d'insectes et de lézards une fois éclos. Leur choix de proie évoluait au fil de leur croissance. Par exemple, certains spécimens de T. rex semblent indiquer que ces carnivores jetaient leur dévolu sur de petits dinosaures dès l'âge de 11 ans et à 22 ans, ils pouvaient broyer les os de grands herbivores ou même d'autres tyrannosaures.

« Ces tyrannosauridés embryonnaires nous donnent non seulement une idée de la taille des bébés, mais également de celle des œufs, » observe Johnson-Ransom. Personne n'avait encore identifié avec certitude des œufs ou des bébés de tyrannosaures, mais la taille de ces nouveaux embryons correspond à de grands œufs de forme allongée que les paléontologues ont déjà croisés. D'après la taille de ces embryons, les chercheurs pensent que les tyrannosaures étaient recroquevillés dans des œufs mesurant 43 cm de long environ.

PETITS FOSSILES, GRANDE DÉCOUVERTE

Grâce aux indices apportés par ces nouveaux fossiles, les chercheurs vont pouvoir se mettre en quête d'autres tyrannosaures bébés ou embryonnaires. Jusqu'à présent, ils ne comprenaient pas pourquoi aucun jeune tyrannosaure n'avait été découvert. Les mères des T. rex installaient-elles leurs nids dans des lieux différents ? Les traces de leur progéniture étaient-elles occultées par un élément inconnu ? Ces questions restaient sans réponse alors que les paléontologues avaient déjà découvert des œufs et des bébés d'autres espèces, comme ceux des dinosaures à bec de canard.

Il semblerait à présent que les tyrannosaures se cachaient juste sous nos yeux. La mâchoire et la griffe ont toutes deux été découvertes sur des sites où ont été mis au jour les œufs et les os d'autres espèces.

« Puisque nous avons trouvé ces deux fossiles embryonnaires sur des sites où les fossiles embryonnaires d'autres espèces de dinosaures ont été découverts, nous avons de bonnes raisons de croire que les tyrannosaures installaient leurs nids dans les mêmes zones » que les autres espèces, explique Funston.

Il est fréquent de voir les paléontologues recueillir plus de spécimens en une expédition qu'ils n'auront le temps d'en étudier en détail, il se peut donc qu'il y ait d'autres fossiles de bébés tyrannosaures dissimulés dans les collections des musées. « Avec un peu de chance, ces nouveaux os permettront d'affiner les recherches » de fossiles supplémentaires, indique Funston, qui prévoit notamment de fouiller des sites connus en quête de nouveaux spécimens avec son équipe.

« Nous avons à peine effleuré la surface de ces sites, ajoute-t-il, et chaque année nous faisons de nouvelles découvertes. »

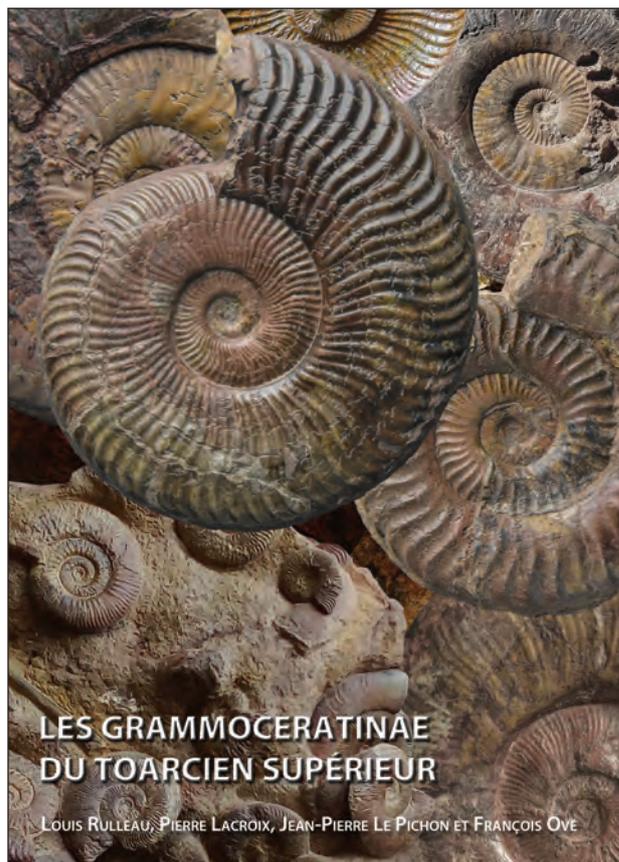
Cet article a initialement paru sur le site nationalgeographic.com en langue anglaise.

<https://www.nationalgeographic.fr/sciences/2020/10/paleontologie-les-premiers-fossiles-embryonnaires-de-tyrannosaures-enfin>

La dernière publication de Dédale Éditions

La sous-famille des Grammocerotinae a fait l'objet d'une première étude approfondie de Gabilly (1976), à partir d'un matériel provenant de la région du stratotype du Toarcien, puis d'un travail de thèse par Rulleau (1989) sur les ammonites de la région lyonnaise. Outre leur caractère purement régional, ces travaux étaient soit incomplets, Gabilly n'ayant considéré qu'une partie des genres rattachés à la sous-famille, soit inédits dans le cas de la thèse de Rulleau. Par ailleurs, de nombreux travaux ultérieurs, soit en France, soit à l'étranger, ont apporté de nouvelles données sur ce groupe d'ammonites et sa répartition mondiale.

Dans le domaine N.W. européen, le tronc principal, représenté par les *Pseudogrammoceras* et issu des Phymatoceratinae, se poursuit jusqu'à l'extinction du *phyllum*, par les *Phlyseogrammoceras* et les *Hudlestonia*. De cette lignée, vont se détacher successivement plusieurs rameaux latéraux : les *Grammoceras* d'abord, puis les *Esericeras* qui donnent naissance aux *Pseudolillia* et enfin les *Gruneria*. Les *Podagrosites* occupent une place à part, ce qui pose le problème de leur origine. Au niveau des espèces, des formes nouvelles ont pu être décrites, de même que l'on a pu discuter de l'appartenance vraisemblable ou non à la sous-famille, d'espèces méditerranéennes ou américaines.

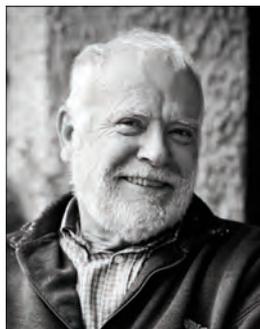


Les Grammocerotinae du Toarcien supérieur

Ouvrage de 294 pages au format de 21 x 29,7 cm
avec 66 planches et de nombreuses figures.

Édité par Dédale Éditions.
ISBN : 978-2-917151-98-3
40,00 Euros

1, place jutard - 69003 Lyon
contact@dedale-editions.fr | www.dedale-editions.fr



LOUIS RULLEAU



Pierre LACROIX



Jean-Pierre LE PICHON



François OVÉ

Comme les précédents ouvrages de la même série, ce livre s'adresse aussi bien aux collectionneurs de fossiles qui pourront s'en aider pour déterminer leurs récoltes, qu'aux scientifiques qui y trouveront réunies toutes les données concernant ce groupe d'ammonites.

Biostratigraphie et paléontologie du Lias supérieur et du Dogger de la région lyonnaise - Tome I

LOUIS RULLEAU

Ouvrage de 384 pages, au format 21 x 30 cm avec 116 planches.

ISBN 978-2-917151-00-6 • 35,00 Euros

Biostratigraphie et paléontologie de la région lyonnaise.

Tome II : du socle au Lias moyen

LOUIS RULLEAU

Ouvrage de 232 pages, au format 21 x 30 cm avec 57 planches.

ISBN 978-2-917151-07-5 • 30,00 Euros

Le Mont d'Or... une longue histoire inscrite dans la pierre

LOUIS RULLEAU ET BRUNO ROUSSELLE AVEC LA COLLABORATION DE CLAUDE DENNIGER ET DANIEL ARIAGNO

Ouvrage de 256 pages, imprimé entièrement en quadri, au format 21 x 30 cm avec 200 figures.

ISBN 978-2-9517463-4-2 • 30,00 Euros

Les *Hammatoceratidae* et les *Erycitidae* NW européens et théthysiens du Lias et du Dogger

LOUIS RULLEAU

Ouvrage de 288 pages, au format 21 x 30 cm avec 87 planches.

ISBN 978-2-917151-32-7 • 30,00 Euros

Les Nautilés du Lias et du Dogger de la Région lyonnaise

LOUIS RULLEAU

Ouvrage de 152 pages, au format 21 x 30 cm avec 35 planches.

ISBN 978-2-917151-08-2 • 30,00 Euros

Les ammonites du Bajocien en France et dans le monde.

Inventaire des genres et des espèces

LOUIS RULLEAU

Ouvrage de 302 pages, au format 21 x 30 cm avec 78 planches.

ISBN 978-2-917151-37-2 • 30,00 Euros

Les *Hildoceras* du Lias moyen et supérieur des domaines NW européen et Théthysien.

Une histoire de famille

PIERRE LACROIX

Ouvrage de 664 pages, au format 21 x 30 cm avec 152 planches.

ISBN 978-2-917151-39-6 • 52,00 Euros

Les *Dactyloceratidae* du Toarcien inférieur et moyen.

Une famille cosmopolite.

LOUIS RULLEAU, PIERRE LACROIX, MARC BÉCAUD et JEAN-PIERRE LE PICHON

Ouvrage de 242 pages, au format 21 x 30 cm avec 46 planches.

ISBN 978-2-917151-50-1 • 30,00 Euros

Les *Phymatoceratinae* du Toarcien inférieur et moyen en France et dans le monde.

LOUIS RULLEAU, PIERRE LACROIX et JEAN-PIERRE LE PICHON

Ouvrage de 354 pages, au format 21 x 30 cm avec 96 planches et 55 figures.

ISBN : 978-2-917151-62-4 • 45,00 Euros

Les *Grammocerotinae* du Toarcien supérieur

LOUIS RULLEAU, PIERRE LACROIX, JEAN-PIERRE LE PICHON et FRANÇOIS OVÉ

Ouvrage de 294 pages, au format 21 x 30 cm avec 66 planches et de nombreuses figures.

ISBN : 978-2-917151-98-3 • 40,00 Euros



Restes crâniens quasi complets d'un *ichtyosaure* du Toarcien inférieur (zone à Serpentinum) trouvé en 2010 (numéro de collection : MHNL 20103062). Photo : Paléorhodania.



Plesiosauria indet., vertèbres et côtes provenant des niveaux Aalénien, conservé à l'Espace Pierres Folles. Photo : Paléorhodania.

