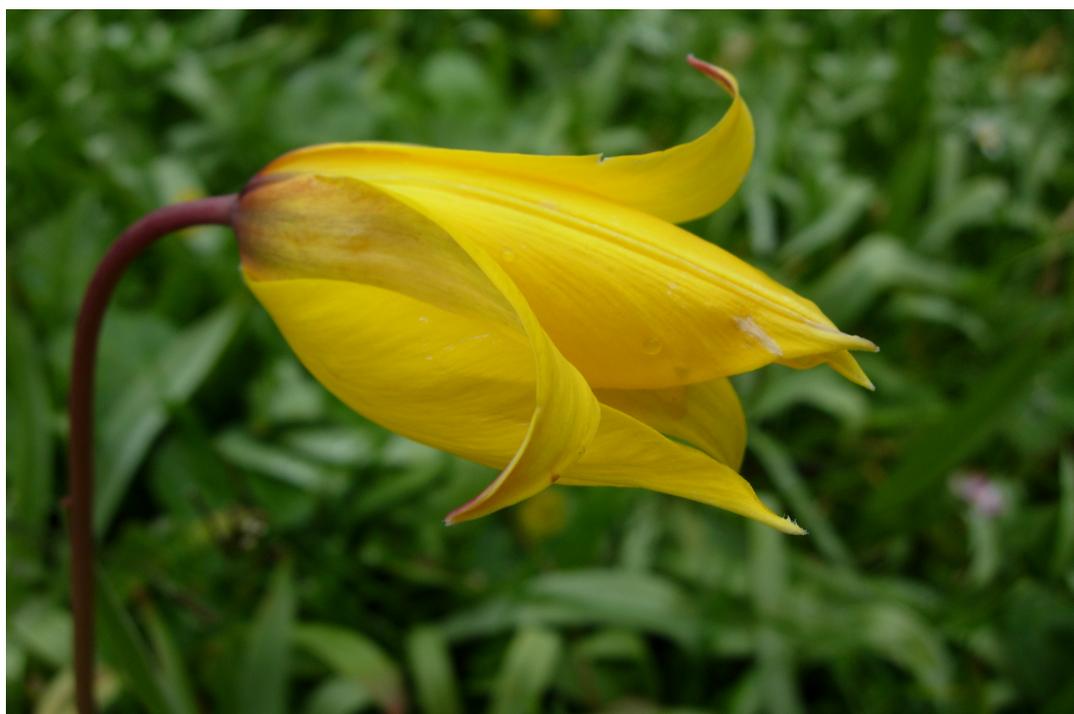


Volume 10 - 2023

CARNETS NATURES



Carnetsnatures.fr

CARNETS NATURES

Carnets natures.fr

Les **Carnets natures** (ISSN 2427-6111 en ligne) sont destinés à constituer un vecteur rapide de diffusion d'articles traitant de sujets naturalistes, dans tous les domaines des sciences de la Nature : botanique, lichénologie, entomologie, géologie, paléontologie, minéralogie, histoire des sciences, ... Ces travaux intéressent le territoire français.

Les **Carnets natures** n'accueillent que des travaux originaux, en français ou en anglais, excluant toute compilation ou revue bibliographique.

Une relecture par des pairs et le Comité de lecture permanent de la revue sont garants de la qualité des contenus qui répondent au standard des publications scientifiques de niveau international.

Les Carnets natures sont une édition de l'ASNAT (Amis des Sciences de la Nature) association dont le siège social est hébergé par le **Muséum d'Histoire naturelle de Gaillac** (Tarn, France).

Les articles sont disponibles en Open Access : Accès libre, gratuit, immédiat et permanent. Aucun frais n'est demandé aux auteurs ou à leurs institutions pour la soumission ou la publication de leur article. La consultation et le téléchargement des articles ne sont soumis à aucun enregistrement préalable obligatoire, à aucun frais d'abonnement, ni à aucune contribution financière.

Les articles sont déposés et sauvegardés sur la plate-forme d'archives ouvertes HAL (Hyper Articles en Ligne) sur laquelle ils peuvent être visualisés et téléchargés librement : <https://hal.archives-ouvertes.fr/search/index?q=Carnets+natures> Ces documents sont automatiquement versés sur la plate-forme d'archivage pérenne du **CINES** pour une sauvegarde à long terme.

Comité éditorial

Abdellatif Chemsseddhoa
Clother Coste
Laurent Cournault
André Laforgue
Jacques Magontier
Claude Majesté-Menjoulas
Daniel Martin

Informations et soumission de manuscrits

Philippe Fauré
Email : contact@carnetsnatures.fr
<https://carnetsnatures.fr>

DOAJ

DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS

La revue est certifiée dans le répertoire de revues en open access
Directory of open access journal (DOAJ).

Les articles et les actes nomenclaturaux sont enregistrés dans la base de données **ZooBank**.
<https://zoobank.org/6CED0C0F-D0EA-49D7-9C35-9CB592DCF35A>

Photo de couverture :

CARNETS NATURES

- Larquier Corentin.** Première observation de *Coranus kerzhneri* (Putshkov, 1982) (Heteroptera, Reduviidae) en Haute-Garonne (France) et deuxième de *Coranus pericarti* (Putshkov, 1994) dans l'Aude (France).
Carnets natures, 2023, vol. 10 : 1-3
- Chaix Xavier et Grenier Daniel.** Deux nouvelles espèces de Pleurotomariidae (Mollusca, Gastropoda) du genre *Conotomaria* dans le Campanien de Charente (France).
Carnets natures, 2023, vol. 10 : 5-9
- Magontier Jacques.** Les Orthogneiss de la Zone Axiale de la Montagne Noire (Sud du Massif Central, France). Analyse et synthèse des données bibliographiques. Conséquences lithostratigraphiques et structurales.
Carnets natures, 2023, vol. 10 : 11-38
- Coste Clothier, Durand Philippe, Menand Mathieu, Leblond Nicolas et Gaston Alain.** Découverte de deux stations de *Tulipa sylvestris* L. subsp. *sylvestris* sur la commune de Castres (Tarn, France).
Carnets natures, 2023, vol. 10 : 39-45
- Chaix Xavier et Grenier Daniel.** Note sur une nouvelle espèce de Pleurotomariidae (Mollusca, Gastropoda) du genre *Pleurotomaria* dans le Campanien de Charente (France).
Carnets natures, 2023, vol. 10 : 47-51
- Bartoli Michel.** Du XIIIe au XXe siècle, histoire de la biodiversité d'une petite forêt tarnaise, le bois de Gabor (Tarn, France).
Carnets natures, 2023, vol. 10 : 53-59
- Brunet-Lecomte Patrick.** Étude comparée de six critères de la troisième molaire supérieure du campagnol souterrain d'Europe *Microtus subterraneus* (de Selys-Longchamps, 1836) et du campagnol de Fatio *Microtus multiplex* (Fatio, 1905) (Rodentia, Arvicolinae).
Carnets natures, 2023, vol. 10 : 61-65
- Chaix Xavier et Plicot Jérôme.** Les gastéropodes du Santonien supérieur (Crétacé supérieur) des Corbières méridionales, aux environs de Sougraigne (Aude, France). Huitième étude.
Carnets natures, 2023, vol. 10 : 67-76



Ces articles sont protégés par les droits d'auteur, sans restriction, conformément au code de la propriété intellectuelle. Ils sont distribués sous la licence [Creative Common Attribution 4.0 International CC-BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Première observation de *Coranus kerzhneri* (Putshkov, 1982) (Heteroptera, Reduviidae) en Haute-Garonne (France) et deuxième de *Coranus pericarti* (Putshkov, 1994) dans l'Aude (France)

Corentin LARQUIER¹

Résumé

Les observations de deux espèces peu courantes du genre *Coranus* (Heteroptera, Reduviidae) sont présentées. *Coranus kerzhneri* (Putshkov, 1982) est mentionné pour la première fois en Haute-Garonne et *Coranus pericarti* (Putshkov, 1994) pour la deuxième fois dans l'Aude. Le milieu de capture est précisé et les spécimens récoltés sont présentés avec une vue latérale de leur scutellum, permettant l'identification.

Mots-clés : *Coranus kerzhneri*, *Coranus pericarti*, Reduviidae, Haute-Garonne, Aude, France.

Abstract

Observations of two uncommon species of the true bug genus *Coranus* (Heteroptera, Reduviidae) are presented. *Coranus kerzhneri* (Putshkov, 1982) is mentioned for the first time from Haute-Garonne and *Coranus pericarti* (Putshkov, 1994) for the second time from Aude. The environment of capture is specified and the collected specimens are presented with a lateral view of their scutellum, allowing identification.

Key words : *Coranus kerzhneri*, *Coranus pericarti*, Reduviidae, Haute-Garonne, Aude, France.

Nous rapportons ici la présence de deux punaises peu courantes dans la région Occitanie, appartenant au genre *Coranus* (Reduviidae). Il s'agit de la première mention de *Coranus kerzhneri* (Putshkov, 1982) dans le département de la Haute-Garonne (France) et la deuxième observation de l'espèce *Coranus pericarti* (Putshkov, 1994) dans le département de l'Aude (France). Le biotope de ces deux espèces, dans la zone de capture, est décrit. Nous effectuons un historique des citations de chacune de ces deux espèces dans la région Occitanie.

Coranus kerzhneri (Putshkov, 1982) (Fig. 1A, B)

Cette punaise grisâtre de la famille de Reduviidae est capturée au filet fauchoir lors d'un inventaire entomologique réalisé sur des parcelles test type « micro-forêt Miyawaki » sur le Campus de l'Université Toulouse 3 – Paul Sabatier (118 Rte de Narbonne, 31062 Toulouse), situées à moins d'une quarantaine de mètres du canal du Midi (43°33'59.5"N 1°28'15.2"E), le 06/12/2021. Sur la base des critères proposés par Strauß & Günther (2006) et par Putshkov & Moulet (2009), cette punaise est identifiée à

C. kerzhneri (Fig. 1A). La vue latérale du scutellum montrant une protubérance à l'aspect quadrangulaire et aux bords arrondis (Fig. 1B) est un critère visuel particulièrement pertinent.

D'après Cherpitel *et al.* (2019), cette punaise n'est pas fréquemment observée. Dans la région Occitanie, seules deux observations sont rapportées par la base de données OpenObs consultée le 26/01/2023, une observation à Bazus-Aure dans les Hautes-Pyrénées par François Dusoulier le 25/08/2020, et une observation à Fontarèches dans le Gard par Quentin Gaillard le 26/10/2020. Aucune autre donnée de l'espèce n'est mentionnée en Occitanie.

L'espèce n'est pas signalée dans la Haute-Garonne par la base de données OpenObs de l'INPN, ainsi que par la Faune de France de Putshkov & Moulet (2009), permettant de conclure que notre observation de *C. kerzhneri* est la première pour la Haute-Garonne. Cette conclusion est confortée par l'expérience de Nicolas Romet, jeune spécialiste des punaises actif sur Toulouse. La Faune de France précise toutefois que l'espèce est probablement présente partout sur le territoire métropolitain mais qu'elle est sous prospectée.

¹ - 20 rue Bernard de Girard, F - 33185 Le Haillan.

larquiercorentin@gmail.com





Fig. 1 - *Coranus kerzhneri* (Putshkov, 1982).
A : Dimensions : 12 mm ; limites de taille : 9,2 mm à 12,5 mm ;
B : Vue latérale du scutellum.
© Corentin Larquier.

***Coranus pericarti* (Putshkov, 1994) (Fig. 2A, B)**

Cette espèce rare est capturée le 06/06/2022 au lieu-dit La Garrigue (43°17'19.8"N 2°22'12.5"E) dans la commune de Conques-sur-Orbiel (11600), au nord du département de l'Aude, dans un milieu très exposé au soleil, à environ 200 m d'altitude. La végétation arborée, plutôt éparse, était essentiellement composée de *Quercus ilex*. Le réduve était caché sous une petite pierre bordant un chemin légèrement en pente, sur un axe SE-NW. La Garrigue est traversée par un ruisseau qui était asséché lors de mon passage.

D'après la faune de France, cette espèce de *Coranus* doit être présente dans l'Aude, ce que Pierre-Olivier Cochard a confirmé en mettant en évidence ce réduve à Payra-sur-l'Hers le 13/06/2017 (Biodiv Occitanie, consulté le 26/01/2023). Il s'agit donc de la deuxième mention de l'espèce dans l'Aude.

L'insecte a pu être identifié grâce aux travaux de Strauß & Günther (2006) et de Putshkov & Moulet (2009). L'article original de la description de *C. pericarti* par Putshkov (1994) a également été utilisé pour confirmer cette l'identification. Le scutellum, observé en vue de profil, révèle une saillie verticale caractéristique de l'espèce (Fig 2B).

C. pericarti semble affectionner les milieux méditerranéens thermo-héliophiles, à en juger par son aire de distribution ouest-méditerranéenne. Elle est probablement présente partout dans le département

tant que le milieu est adéquat, c'est-à-dire un biotope très chaud et ensoleillé (Moulet, 2002).

En plus de l'Aude, il est reconnu de quatre autres départements d'Occitanie. D'après la galerie du site insecte.org (consulté le 26/01/2023), il y a une mention de l'espèce dans l'Hérault, par Normand Mlaure dans la commune de Villespassans le 10/09/2008. A cela s'ajoute sept données issues de la faune de France de Putshkov & Moulet (2009) : Florensac 26/06/1995 ; St Paul-et-Valmalle 5/06/1995 ; Marseillan-Plage 20/06/1994 (coll. Maldès) ; Saint-Guilhem-le-Désert 1-10/06/1976 (MNHN) ; Palavas (MNHN) ; Pérols (MNHN) ; Le-Grand-Travers 12/08/2001 (MRA). La galerie du site insecte.org, fournit deux mentions de l'espèce dans les Pyrénées-Orientales par Elise Minssieux dans la commune de Sournia le 22/10/2013 et par « Canigou » dans la commune de Saint-André le 15/06/2014. Une troisième citation dans ce département est attribuée à Rémi Rudelle dans la commune de Brouilla le 22/08/2018 (Biodiv Occitanie, consulté le 26/01/2023). La faune de France permet de recenser deux données supplémentaires : Estavar 21/06/1994 (coll. Matocq) ; Mont Canigou (Ukrainian Academy of Sciences). Toujours dans cet ouvrage, une mention est donnée de Lozère, au Col du Sapet à 1080 m, 17/10/1983 (paratypes coll. Matocq et Péricart). Enfin, l'espèce est citée du Gard : Vic de Fesc un 05/06 (holotype coll. Péricart) ; Vauvert : Pont des Tourradons 10/09/1986 (paratype coll. Péricart).



Fig. 2 - *Coranus pericarti* (Putshkov, 1994)
A : Dimensions : 10,5 mm ; limites de taille : 9,5 à 11mm ;
B : Vue latérale du scutellum.
© Corentin Larquier.

La sous prospection, sa description relativement récente, ainsi que sa proximité morphologique avec d'autres espèces de punaises comme *Coranus subapterus* (De Geer, 1773), expliquent probablement les lacunes dans la connaissance affinée de sa distribution.

Remerciements : Je remercie chaleureusement Nicolas Romet pour les confirmations de mes identifications ainsi que pour m'avoir aidé à chercher les données connues de ces deux espèces dans la moitié sud de la France. Un grand merci à Laurent Pelozuelo et à Frédéric Azémar pour leurs relectures et leurs conseils.

Références

- Cherpitel T., Loncle P., Lupoli R. & Antoine R. (2019) - Premier inventaire des Hétéroptères de Belle-Ile-en-Mer (Hemiptera, Heteroptera). *Invertébrés Armoricaïns* (20) : 58-81.
- Moulet P. (2002) - Systématique, biologie, écologie et éthologie des Reduviidae (Heteroptera) ;

Systématique et bio-écologie des Coereioidea (Heteroptera) du Ventoux (Sud-Est France). Thèse de doctorat, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, Avignon. 202 p.

Putshkov P. V. (1994) - Les *Coranus* Curtis, 1933, de la faune française (Heteroptera, Reduviidae). *Bulletin de la Société entomologique de France* 99 (2) : 169-180.

Putshkov P. V. & Moulet P. (2009) - Faune n° 92 – Hémiptères Reduviidae d'Europe occidentale. Faune de France. 668 p.

Strauß G. & Günther H. (2006) - Bestimmungsmerkmale der *Coranus*-Arten (Heteroptera, Reduviidae) Europas und der Kanarischen Inseln mit einem Neunachweis für Deutschland. *Denisia* (19) : 987-995.

Soumis le 27 janvier 2023

Accepté le 3 février 2023

Publié en ligne (pdf) le 6 février 2023



Deux nouvelles espèces de Pleurotomariidae (Mollusca, Gastropoda) du genre *Conotomaria* dans le Campanien de Charente (France)

Xavier Chaix¹ et Daniel Grenier²

Résumé

De nombreuses récoltes de fossiles ont pu être réalisées dans le Campanien (Crétacé supérieur) de Charente (France) à la suite des travaux de génie-civil réalisés entre les années 2012 et 2016, pour la construction de la Ligne Grande Vitesse de Tours à Bordeaux, ainsi que dans les carrières avoisinantes. Deux nouvelles espèces de *Conotomaria* (Pleurotomariidae, Gastropoda, Mollusca) sont ici décrites, *Conotomaria dovilleae* n. sp. et *Conotomaria pilonae* n. sp.

<https://zoobank.org/A57966DE-D70B-4E91-939D-163C4901BCA4>

Mots clés : Gastropoda, Pleurotomariidae, *Conotomaria*, Crétacé supérieur, Campanien, Charente, France.

Abstract

Numerous fossil collections could be made in the Campanian (Upper Cretaceous) of Charente (France) as a result of civil engineering works carried out between the years 2012 and 2016, for the construction of the High Speed Line from Tours to Bordeaux, as well as in nearby quarries. Two new species of *Conotomaria* (Pleurotomariidae, Gastropoda, Mollusca) are described here, *Conotomaria dovilleae* nov. sp. and *Conotomaria pilonae* nov. sp.

Keywords : Gastropoda, Pleurotomariidae, *Conotomaria*, Upper Cretaceous, Campanian, Charente, France.

Introduction

L'étage Campanien est créé par Henri Coquand (1859) lorsqu'il subdivise l'étage Sénonien de Charentes. Bien qu'il ne désigne pas de stratotype, il applique ce terme au terroir du vignoble du Cognac : *la Champagne charentaise*. Essentiellement constitué de calcaires crayeux, l'étage est surtout représenté dans la région sud-charentaise où son étendue d'affleurement dans la Champagne charentaise est considérable et où son épaisseur atteint 120-130 m environ. Il a dû être découpé en plusieurs unités cartographiques (Campanien 1 à 5) et en biozones (CI à CVIII) valables à l'échelle de toute la région sud-charentaise.

De nombreuses récoltes de fossiles ont pu y être réalisées à la suite des travaux de génie-civil réalisés, entre les années 2012 et 2016 pour la construction de la Ligne à Grande Vitesse de Tours à Bordeaux, ainsi

que dans les carrières avoisinantes. L'une d'entre elles, située sur la commune de Combiers, dans le sud-est des Charentes, exploite les sables santoniens qui sont surmontés par des dépôts crayeux du Campanien basal (Campanien 1 = biozones CI et CII), seule partie du Campanien mise en évidence par nos fouilles (2015-2020) (Grenier, 2017).

Contexte géographique et géologique

La carrière de Combiers se situe au lieu-dit « Chez Pourrat » (**Fig. 1**). Elle est actuellement exploitée par une société mixte, la SAG, créée par deux exploitants charentais afin d'en extraire un sable blanc très pur appartenant au Santonien supérieur, destiné à la fabrication d'optique. Surmontant cette assise, on distingue :

- Lit de sable ferrugineux (30 et 50 cm) pétri d'*Exogyra* « farineuses », dont les tests fragiles ne résistent pas au

1. Musée de Paléontologie et de Préhistoire, 12 rue Saint-Mammès, F-11160 Villeneuve-Minervois.
bernadette.chaix@wanadoo.fr

2. Daniel Grenier, 12 rue d'Aquitaine, F-16100 Châteaubernard.
grenierd75@gmail.com





Fig. 1 - Carrière de Combiers. Aperçu du front de taille de la sablière (2018). De bas en haut : **1.** Santonien : sables blancs santoniens exploités pour de l'optique ; **2.** Cordon ferrugineux qui marque la limite entre le Santonien et le Campanien ; **3.** Campanien : calcaire crayo-marneux, puis calcaire crayeux qui apparaît scrapé. © Dominique Deschamps.

touché. Il renferme de nombreux agrégats de silice et livre des dents de squales, *Cretolamna appendiculata* (Agassiz, 1843) et *Squalicorax pristodontus* (Agassiz, 1843), ainsi que des dents du Mosasaure *Mosasaurus hoffmanni* Mantell, 1829. Cet horizon marque la limite entre le Santonien et le Campanien.

- Calcaire crayo-marneux tendre (environ 1 m), appartenant au Campanien basal.

- Calcaire crayeux, moyennement induré, de plusieurs mètres d'épaisseur. Les deux *Conotomaria* nouveaux décrits dans le présent article proviennent de ce niveau.

Le genre *Conotomaria* (Cox, 1989)

Ce nouveau genre de *Pleurotomariidae* est décrit en 1959 par L.R. Cox, du British Museum, dans la revue de la Société Malacologique de Londres, qui le définit de la manière suivante « *Conical, anomphalous to broadly phaneromphalous ; whorls flat or slightly sigmoidal in outline, peryphery angular, maybe bulging ; selenizone at or above mid-whorl, quite*

close to suture in some species, not coinciding with an angulation ; predominant ornament spiral cords ». L'espèce type désignée est *Pleurotomaria mailleana* d'Orbigny, 1843, du Crétacé supérieur.

Une vingtaine d'espèces de *Conotomaria* ont été décrites dans le Crétacé, provenant d'Allemagne, d'Égypte, de France, de Grande-Bretagne, d'Italie, du Japon et de Pologne. Plusieurs espèces du Crétacé supérieur français, maintenant rattachées au genre *Conotomaria*, sont décrites par d'Orbigny, dans sa « Paléontologie Française » : Au Cénomaniens, quatre espèces : *Pleurotomaria mailleana* (p. 253, pl. 195, fig. 1-10) ; *Pleurotomaria cassisiana* (p. 266, pl. 202, fig. 1-4) ; *Pleurotomaria falcata* (p. 263, pl. 200, fig. 9-12 et p. 264, pl. 201, fig. 1-4) ; *Pleurotomaria lahayesi* (p. 251, pl. 193, fig. 1-4) et au Turonien : *Pleurotomaria fleuriosa* (p. 265, pl. 201, fig. 5 et 6). Termier (1954), dans sa liste descriptive des espèces de Gastéropodes du Crétacé supérieur de France, ne signale aucune espèce se rattachant au genre *Conotomaria*. Cependant Kollmann (2005), dans sa révision de la collection d'Orbigny, précise deux points : *Leptomaria maillei* (espèce que Termier,

1954, p. 326, met en synonymie avec *Pleurotomaria mailleana* du Coniacien-Campanien décrite par d'Orbigny), doit en fait être rattaché à *Conotomaria layesi* (d'Orbigny, 1843) ; *Leptomaria fleuriani* (que Termier, p. 328, met en équivalence avec *Pleurotomaria floriosa*, décrite par d'Orbigny), ne correspond pas à la description de ce taxon, mais doit cependant être rattaché au genre *Conotomaria*.

Le plus ancien représentant de notre genre serait *Conotomaria* cf. *guirandi* (?) signalé par Bertling & Inasalco (1998) dans le Jurassique moyen du récif de l'Épine (France). Mais son attribution reste incertaine. En outre, aucune référence officielle n'existe concernant l'espèce « *guirandi* ».

Les plus récents représentants du taxon *Conotomaria* ont été récoltés par Harasewych *et al.*, (2009) dans le Danien de l'île Seymour (Antarctique). Il s'agit de *Conotomaria sorralensis* et de *Conotomaria bayeri*.

La filiation phylogénétique des *Conotomaria*, reste incertaine. La proposition la plus valable, nous semble être celle du paléontologue hongrois J. Szabo (1980) qui propose une origine commune, dès le Jurassique inférieur, avec le genre *Obornella* (Cox, 1959).

Il est singulier de souligner que la présence, ou l'absence, d'ombilic ne soit pas retenue parmi les critères distinctifs du genre *Conotomaria*. En effet Moore (1960, p. 219) précise que les espèces correspondant à ce genre, peuvent présenter un net ombilic, ou ne pas avoir d'ombilic. De même Kollmann (2005, p. 233), dans son tableau indiquant les caractéristiques de *Conotomaria* ne précise nullement la présence ou l'absence de ce caractère. Une révision des espèces à rattacher au taxon *Conotomaria*, permettrait sans doute d'invalidiser certaines espèces.

Étude systématique

Embranchement : Mollusca
Classe : Gastropoda
Ordre : Vetigastropoda
Sous-Ordre : Pleurotomariina
Super-famille : Pleurotomarioidea
Swainson, 1840
Famille : Pleurotomariidae Cox, 1959

Genre : *Conotomaria* Cox, 1959
Espèce type : *Pleurotomaria mailleana*
 d'Orbigny 1843,
 Par désignation originale

***Conotomaria dovilleae* nov. sp.**
Fig. 2A-C

zoobank.org/B2346394-B5F1-4BE5-979E-507A59B69EC2

Localité et strate types : l'holotype, le paratype et deux autres exemplaires sont récoltés en place dans les calcaires crayeux de la carrière de Combiers (Charente), lieu-dit « Chez Pourrat ».

Âge : Campanien inférieur (Campanien I, biozone CI-CII).

Holotype : Spécimen n° 491 (**Fig. 2A-B**) de la collection Grenier-Deschamps, conservé dans les collections du Muséum d'Histoire Naturelle de Toulouse (Haute-Garonne).

Paratype : Spécimen (**Fig. 2C**) de la collection Grenier-Deschamps, conservé dans les collections du Muséum d'Histoire Naturelle de Toulouse (Haute-Garonne).



Fig. 2A-C - *Conotomaria dovilleae* nov. sp. A-B : Holotype. N° 491. Calcaires crayeux de la carrière de Combiers, lieu-dit « Chez Pourrat » (Charente) ; C : Paratype. Même provenance. Échelle 1 cm ; © Jean-Paul Foucaud.

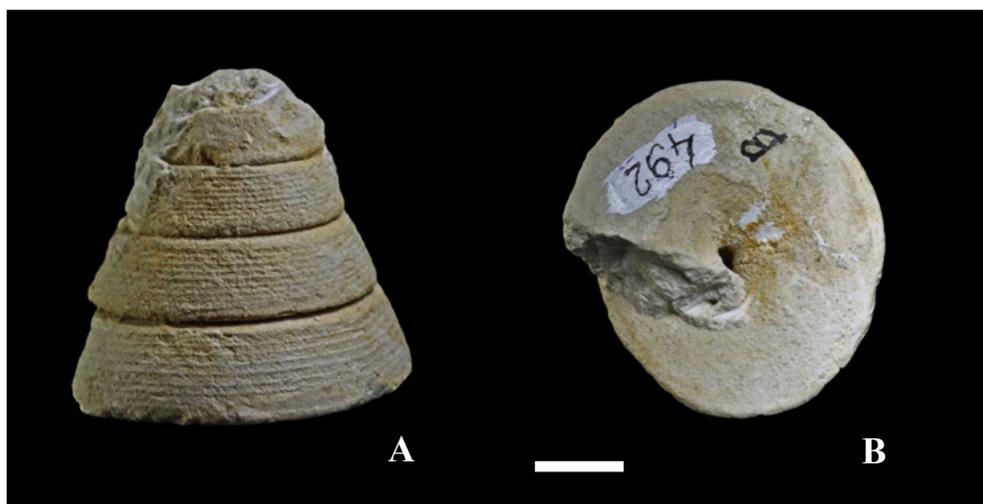


Fig. 3A-B - *Conotomaria piloneae* nov. sp. **Holotype**. N° 492. Calcaires crayeux de la carrière de Combiers, lieu-dit « Chez Pourrat » (Charente). Échelle 1 cm.
© Jean-Paul Foucaud.

Dimensions de l'holotype : Hauteur : 34 mm ; diamètre du dernier tour : 27 mm.

Origine du nom : En mémoire d'Henriette Dovillé, grand-mère paternelle de Daniel Grenier.

Diagnose et description :

Moule interne de forme conique et de taille moyenne, comptant 7 tours de spire conservés (une douzaine si le fossile avait été récolté complet). L'ornementation spirale est composée d'une quinzaine de filets ornés de fines ponctuations en forme de virgule horizontale, au nombre d'une centaine par tour, séparés par des intervalles de taille équivalente. Aucune ornementation axiale, n'est visible sur notre échantillon. La base est lisse et porte en son centre un profond ombilic (**Fig. 2B**). L'ouverture, mal conservée, est de forme ovale.

Conotomaria dovilleae, n'est connu à ce jour que par quatre exemplaires.

Discussion :

La morphologie de notre fossile, nous conduit à le rattacher au genre *Conotomaria* Cox, 1959, ainsi que le précise Kollmann (2005, p. 233), en raison de sa forme conique, de ses tours plans, avec une sélénizone située sur l'angulation, une base plane et des cordons spiraux présentant une ornementation ponctuée.

L'espèce la plus proche est très certainement *Conotomaria fleuriosa* (d'Orbigny, 1843, p. 265, pl. 201, fig. 5 et 6) du Turonien de Pérignac (Charente-Maritime). Cependant notre spécimen s'en distingue par l'absence d'un bourrelet supra-sutural, par un angle spiral nettement plus étroit, par une ornementation spirale très différente et par un ombilic nettement plus ouvert. Une autre possibilité, sans doute plus probable, serait de le rapprocher d'un taxon récemment décrit, du Campanien inférieur des Charentes, provenant du même gisement : *Conotomaria lecatae* Chaix &

Grenier (2022, p. 41, fig. 2), dont l'ornementation est très voisine, mais qui s'en distingue cependant par une ornementation spirale composée de 8 filets (au lieu d'une douzaine), une forme beaucoup plus évasée et surtout par l'absence d'ombilic, justifiant la création d'une nouvelle espèce, *Conotomaria dovilleae*, ce en l'attente d'une révision des Pleurotomaires du Crétacé.

Conotomaria piloneae nov.sp.

Fig. 3A-B

zoobank.org/727C21FF-3D60-4976-A715-C036E8E18021

Localité et strate types : l'holotype est récolté en place dans les calcaires crayeux de la carrière de Combiers (Charente), lieu-dit « Chez Pourrat ».

Âge : Campanien inférieur (Campanien I, biozone CI-CII).

Holotype : Spécimen n° 492 (**Fig. 3A-B**) de la collection Grenier-Deschamps, conservé dans les collections du Muséum d'Histoire Naturelle de Toulouse (Haute-Garonne).

Dimensions de l'holotype : hauteur : 40 mm ; diamètre du dernier tour : 37 mm.

Origine du nom : En mémoire de Jeanne-Marie Pilon, grand-mère maternelle de Daniel Grenier.

Diagnose et description :

Moule interne de forme conique et de petite taille, comportant quatre tours de spire conservés, séparés par une profonde suture, les tours sont presque plans. Seule une ornementation spirale est visible, composée d'environ une douzaine de filets, ornés de fines ponctuations très rapprochées les unes des autres. La

base légèrement convexe est bien conservée, elle est dépourvue d'ornementation, et porte en son centre un net ombilic. L'ouverture de forme générale ovale est malheureusement incomplète.

Pour le moment *Conotomaria pilonae*, n'est connue que par un seul exemplaire. Il reste cependant proche de l'espèce précédemment décrite : *Conotomaria dovillae* dont il se distingue principalement par une forme conique plus élargie, une ornementation présentant des filets moins nombreux (10 au lieu de 15), ainsi que des ponctuations plus fines, moins aiguës et plus rapprochées les unes des autres.

Discussion :

Comme l'espèce précédente, la forme et l'ornementation de notre nouveau taxon, nous permettent de le rattacher au genre *Conotomaria* (Cox, 1959), dont le type est *Conotomaria fleuriosa* (d'Orbigny, 1843, p. 265, pl. 203, fig. 5-6), espèce du Turonien des Charentes. Elle s'en distingue cependant par une angulation, nettement plus étroite, par l'absence d'un net bourrelet sutural, par une taille plus petite auquel il convient d'ajouter une ornementation très différente. Une nouvelle espèce récemment décrite : *Conotomaria lecatae* Chaix & Grenier (2022, p. 41, fig. 2), du Campanien inférieur de la Charente, est à rapprocher de notre nouveau taxon mais en diffère cependant par une spire conique beaucoup plus large, des filets moins nombreux et surtout par une absence d'ombilic. Ces diverses remarques nous incitent à la création de notre nouveau taxon, *Conotomaria pilonae*, et ce en l'attente d'une éventuelle révision des Pleurotomariidae du Crétacé.

Références

Agassiz L. (1843) - Recherche sur les poissons fossiles. Édit. Petitpierre Neuchâtel (Suisse), t. 3.
 Bertling M. & Insalaco E. (1998) - Late Jurassic coral/microbial reefs from the northern Paris Basin : facies, palaeoecology and palaeobiogeography. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 139: 139-175.
 Chaix X. & Grenier D. (2022) - Note sur une nouvelle espèce de Pleurotomariidae (Mollusca,

Gastropoda) du Campanien (Crétacé supérieur) de Charente. *Revue française de Paléontologie*, 49 : 41.
 Coquand H. (1859) - Synopsis des animaux et des végétaux fossiles observés dans les formations crétacées du sud-ouest de la France : *Bulletin de la Société géologique de France*, Paris. 2 (16) : 945-1023.
 Cox L.R. (1959) - Diagnose of two genera of mesozoic Pleurotomariidae : *Proceeding of the malacological Society*, London, 33 : 1-238.
 Grenier D. (2017) - Regard nouveau sur la paléontologie charentaise, les fossiles du chantier de la ligne à grande vitesse Tour-Bordeaux. 88 p.
 Harasewych M.G., Oleinik A. & Zinmeister W. (2009) - The Cretaceous and Paleocene Pleurotomariidae fauna of Seymour island (Antarctica) : *Journal of Paleontology (U.S.A)* ; 83 (5) : 750-766.
 Kollmann H. (2005) - Révision critique de la Paléontologie française d'Alcide d'Orbigny. Gastéropodes crétacés : édit. Backhuys, Leyden (Pays-Bas). Vol.3, 229 p., 18 pl.
 Mantell G.A. (1829) - A tabular arrangement of the organic remains of the county of Sussex, *Geological Society of London transactions*, 2, (3) : 201-216.
 Moore R.C. Sous la direction de (1960) - Treatise on Invertebrate Paleontology. *Univ. Kansas Press & Geol. Soc. America*, New york, Part. I : xxiii, 351 p., 216 figs.
 Orbigny A. d' (1843) - Paléontologie française, terrains crétacés, édit Arthus-Bertrand (Paris), 456 p., pl. 149-236.
 Swainson W. (1840) - A treatise on Malacology, or shells and shell-fish édit. Longman & Taylor, (London). 149 p.
 Szabo J. (1980) - Lower and middle Jurassic Gastropodes from the Bakony mountains (Hungary), part 2. *Annales historico-naturales Musei Nationalis Hungarici*, Budapest, 72 : 49-67.
 Termier G. (1954) - Gastéropodes du Crétacé supérieur, dans le sud-ouest de la France (groupe 2) : *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, 89 : 323-382.

Soumis le 24 janvier 2023

Accepté le 21 février 2023

Publié en ligne (pdf) le 1er mars 2023



Les Orthogneiss de la Zone Axiale de la Montagne Noire (Sud du Massif Central, France)

Analyse et synthèse des données bibliographiques Conséquences lithostratigraphiques et structurales

Jacques MAGONTIER

Résumé

Une analyse exhaustive des données bibliographiques relatives aux divers orthogneiss de la Zone Axiale de la Montagne Noire impose une nouvelle interprétation qui conduit à les considérer comme des faciès mylonitiques juxtaposés. Au bas de la colonne lithostratigraphique méta-sédimentaire édiacarienne (groupe de St Pons-Cabardès / La Salvetat), les gneiss de Cammazes-Plaisances, de l'Orbiel et de Murat-Rouvial, jusqu'ici interprétés comme des méta-volcanites ± remaniées, sont en réalité des méta-granitoïdes intrusifs au cours de la transition Édiacarien-Cambrien.

Les faciès des orthogneiss du Somail-Nore, dont le protolithe granitique est daté de l'Ordovicien supérieur, constituent une série mylonitique ayant pour terme ultime les gneiss fins plagioclasiques ayant livré des monazites datées aussi de la fin de l'Ordovicien. La répartition cartographique de ces orthogneiss évoque l'existence d'une méga-zone de cisaillement ductile, précoce, à l'échelle de la Zone Axiale. La présence de protolithes mafiques éclogitisés, fini-ordoviciens, enclavés au sein des orthogneiss du Somail-Nore suggère l'existence d'un métamorphisme de HP au sein même de ces méta-granites.

Mots-clés : Orthogneiss, mylonites, éclogites, Zone Axiale, Montagne Noire, Massif Central, France.

Orthogneisses of the Axial Zone of the Montagne Noire (Southern Massif Central, France). Analysis and synthesis of bibliographic data. Lithostratigraphic and structural consequences.

Abstract

The Montagne Noire gneiss–migmatite dome is located in the southern edge of the French Massif Central, a small part of the French variscan orogen. It comprises a high-grade gneissic core wrapped by mainly low-grade metasediments (St Pons-Cabardès / La Salvetat group). This gneissic core is composed of migmatites, augen and striped ordovician orthogneisses (Somail-Nore group) with some fine-grained plagioclastic gneissic intercalations. Some of these continuous strips contain scarce mafic protoliths eclogitized lenses and amphibolitic rocks derived from retrogressed eclogites.

A thorough analysis of the bibliographic data relating to the various orthogneisses of the Axial Zone of the Montagne Noire imposes a new interpretation that leads to consider them as juxtaposed mylonitic facies.

In the lower part of the ediacarian meta-sedimentary lithostratigraphic column (St Pons-Cabardès / La Salvetat group) the Cammazes-Plaisances, the Orbiel and Murat-Rouvial felsic orthogneisses, hitherto interpreted as meta-volcanosedimentary formations interbedded in the St Pons-Cabardès / La Salvetat group are in fact intrusive metagranitoids during the Ediacarian-Cambrian boundary interval.

The facies of the Somail-Nore orthogneisses, whose granitic protolith is dated to the late Ordovician, constitute a noteworthy mylonitic serie having for as ultimate term the fine-grained plagioclastic gneisses latterly dated to the end of Ordovician. The cartographic distribution of these orthogneisses evokes the existence of an early wide ductile shear zone at the scale of the entire Axial Zone of the Montagne Noire. The occurrence of uncommon mafic protoliths eclogitized lenses, recently dated from the upper Ordovician and enclosed within the Somail-Nore orthogneisses, suggests the existence of HP metamorphism within these metagranites.

Keywords : Orthogneisses, mylonites, eclogites, Axiale Zone, Montagne Noire, French Massif Central, France.



1. Introduction

La Montagne Noire constitue, au sud du Massif Central, un vestige de la branche méridionale de la chaîne hercynienne française ; elle-même représentant un petit segment d'un très vaste ensemble orogénique structuré au cours du Paléozoïque supérieur.

Depuis la fin du XIX^{ème} siècle (Bergeron, 1889) on distingue trois ensembles structuraux (**Fig. 1**) :

- **La zone axiale** : Elle constitue l'ossature centrale de la Montagne Noire. Ses terrains présentent un métamorphisme de Haute Température-Basse Pression (HT/BP) jusqu'au grade de l'anatexie (par ex. : Gèze, 1949 ; Bogdanoff, 1968 ; Bard & Rambelou, 1973 ; Demange & Gattoni, 1978 ; Demange, 1982 ; Ourzik *et al.*, 1992 ; Demange, 1998...). Quelques rares témoins relictuels d'un métamorphisme antérieur de Moyenne à Haute Pression (MP/HP) [disthène, éclogites ± rétro-morphosées] sont à remarquer (Cohen, 1975 ; Bouchardon *et al.*, 1979 ; Demange, 1985 ; ...Hamelin *et al.*, 2022).

En situation centrale par rapport à l'édifice de la Montagne Noire, la Zone Axiale sépare deux versants par l'intermédiaire d'accidents cassants tardi-hercyniens, ayant joué en décrochements dextres, reprenant localement le contact de base des nappes en ce qui concerne le versant sud : failles des Monts de Lacaune, de Mazamet-Tantajo (Ellenberger & Santarelli, 1974 ; Demange, 1982 ; Demange & Jamet, 1986 ; Demange, 1998) (**Fig. 1**). A noter que ces accidents ont rejoué ultérieurement en failles inverses pyrénéennes (Gèze, 1949...).

- **Le versant méridional** dont les terrains d'âge cambrien à serpukhovien (avec lacune *pp.* de l'Ordovicien moyen au Silurien (Quémart *et al.*, 1993), peu ou pas métamorphisés, de longue date célèbres pour leurs faunes (Álvaro & Vizcaïno, 2001), sont impliqués dans des nappes en grands plis couchés, pluri-kilométriques, mis en place de façon synsédimentaire vers le sud au Viséen final-Serpukhovien (Arthaud *et al.*, 1966 ; Engel *et al.*, 1978 ; Engel *et al.*, 1980-1981 ; Feist & Galtier, 1985 ; Pille, 2008 ; Vachard *et al.*, 2017 ; Álvaro *et al.*, 2020) ;

- **Le versant septentrional**, faiblement métamorphisé, où les terrains d'âge édiacarien final à silurien, souvent azoïques, ont été structurés en nappes et écaillés à vergence globalement vers le sud au cours d'un événement tectono-métamorphique polyphasé fini-Dévonien / Viséen (Guérangé-Lozes, 1987 ; Guérangé-Lozes & Burg, 1990 ; Álvaro *et al.*, 2014 ;

Clausen & Alvaro, 2004 ; Pouclet *et al.*, 2016 ; Padel *et al.*, 2017 ; Couzinié & Laurent, 2021).

Les unités tectoniques de ces deux versants représentent la partie supérieure d'une importante structure crustale ayant pour infrastructure la Zone Axiale fortement métamorphique.

2. Présentation de la Zone Axiale.

2.1. Une structure en dômes à l'échelle cartographique.

Véritable épine dorsale de la Montagne Noire, la Zone Axiale constitue un dôme métamorphique migmatitique composite (**Fig. 1**), d'orientation E.NE.-W.SW., dont la formation et la mise en place progressive à partir du Viséen supérieur (Gèze, 1949 ; Schuiling, 1960 ; Cassard *et al.*, 1993 ; Demange, 1998, 1999 ; Schranzhofer, 1999 ; Charles *et al.*, 2009 ; Faure *et al.*, 2010 ; Franke *et al.*, 2011 ; Faure *et al.*, 2014...) est accompagnée par celle de granitoïdes anatectiques ou post-migmatitiques d'âge carbonifère supérieur (par ex. : Debat & Vidal, 1981 ; Matte *et al.*, 1998 ; Bé-Mézème, 2005 ; Faure *et al.*, 2010 ; Poilvet *et al.*, 2011 ; Roger *et al.*, 2015 ; Roger *et al.*, 2020) (**Fig. 10** et Annexes : **Tabl 1**).

L'âge de la migmatitisation est controversé, certains auteurs estimant qu'elle ne débute pas avant le Moscovien [315 Ma.] (Roger *et al.*, 2015 ; Whitney *et al.* ; 2015 ; 2020 ; Trap *et al.*, 2017 ; Hamelin *et al.*, 2022).

La formation de cette structure complexe, d'échelle crustale, est associée à l'extension et à l'effondrement fini-carbonifères de la chaîne varisque (par ex. : Van Den Driessche & Brun, 1991-1992 ; Echtler & Malavieille, 1990 ; Faure, 1995 ; Aerden, 1998 ; Vanderhaeghe *et al.*, 2020).

La cartographie (Bogdanoff *et al.*, 1982 ; Alabouvette *et al.*, 1993 ; Demange *et al.*, 1996 ; Demange *et al.*, 1997 ; Demange, 2008 ; Guérangé-Lozes *et al.*, 2013) des plans composites de foliations/schistosités (**Fig. 1**) révèle l'architecture de cette structure en deux dômes principaux. On distingue ainsi :

- **le dôme orthogneissique du Cabardès**, situé à l'extrémité SW de la Zone Axiale, largement ennoyé sous son recouvrement tertiaire ;

- **le dôme orthogneissique et migmatitique de l'Agout-Nore**, qui arme la quasi-totalité de cette Zone Axiale. La **faille de Mazamet-Tantajo** (Demange & Jamet, 1986) découpe ce dernier en deux massifs séparés par le **sillon tertiaire du Thoré** : le Massif de

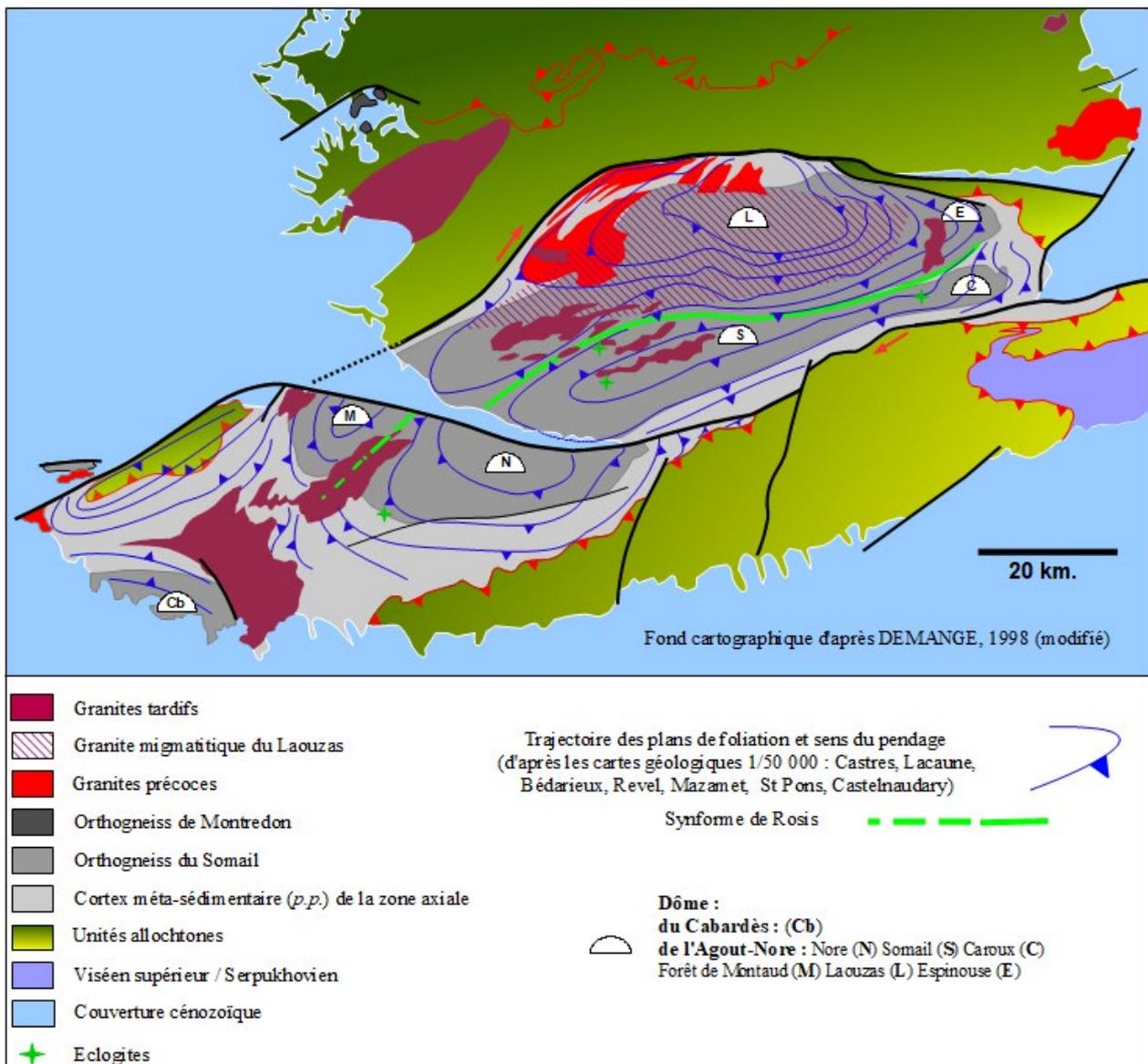


Fig. 1 – Carte géologique de la Montagne Noire.

Nore, au SW de cet accident ; le Massif de l'Agout, au NE (Fig. 1).

Ce dôme, constitué d'orthogneiss et de migmatites, est ceinturé par des formations méta-sédimentaires et méta-volcaniques présumées. Il présente une géométrie complexe sous la forme de deux structures principales antiformes de direction ENE-WSW (Fig. 1) (Gèze, 1949 ; Schuiling, 1960 ; Demange, 1975 ; Bard & Loueyit, 1978 ; Demange, 1982, 1998) :

- l'antiforme **Nore-Somail-Caroux**, au S.-SE. ;
- l'antiforme **Forêt de Montaud-Laouzas-Espinouse**, au N.-NW.

Ces deux dômes, sub-parallèles, sont séparés par la **synforme de Rosis** (Gèze, 1949 ; Schuiling, 1960 ; Ellenberger, 1967 ; Bard & Loueyit, 1978 ;

Demange, 1982 ; Bogdanoff *et al.*, 1982 ; Bogdanoff *et al.*, 1984 ; Demange, 1998) (Fig. 1), structure complexe (Schranzhofer, 1999) que l'on retrouve, vers le SW., au delà du sillon tertiaire du Thoré.

De nombreux modèles ont été proposés afin de rendre compte de la structure, de la mise en place et de l'évolution de la Zone Axiale en prenant en considération l'histoire géologique des versants nord et sud de la Montagne Noire.

*Leur présentation étant bien au-delà du propos de cette Note, le lecteur intéressé pourra consulter avec profits, par exemples, les travaux des **Écoles de Montpellier** (Arthaud *et al.*, 1966 ; Bard & Loueyit, 1978 ; Beaud, 1985 ; Maluski *et al.*, 1991 ; Echtler & Malavieille, 1990 ; Aerden, 1998 ; Malavieille, 2010 ;*

Roger et al., 2015 ; Roger et al., 2020...), **Orléans** (Charles et al., 2009 ; Faure et al., 2014...), **Besançon** (Rabin et al., 2015 ; Trap et al., 2017...), **Toulouse** (Debat et al., 1971 ; Debat & Vidal, 1981 ; Soula et al., 2001 ; Chardon et al., 2020.....), **Rennes** (Van Den Driessche & Brun, 1991-1992 ; Brun & Van Den Driessche, 1994 ; Poujol et al., 2017...), ceux des **Mines de Paris** (Demange, 1975, 1982, 1985, 1998, 1999...) ou de son **Université Pierre et Marie Curie** (Schranzhofer, 1999) ; sans oublier l'apport de **l'École allemande** (Franke et al., 2011...) et des modélisations des **l'Écoles australienne et américaine** (Rey et al., 2011). L'extrême diversité des modèles suggérés témoigne de la grande complexité de la Montagne Noire.

2.2. Lithostratigraphie de la Zone Axiale

Deux groupes lithologiques principaux constituent la pile lithostratigraphique de la Zone Axiale affectée par la migmatisation fini-carbonifère :

- le **groupe néoprotérozoïque de Saint Pons-Cabardès / La Salvetat**, d'origine sédimentaire à volcano-sédimentaire présumée ;
- le **groupe du Somail-Nore**, orthogneiss correspondant à des méta-granitoïdes ordoviciens intrusifs dans le groupe précédent.

Au cours de cette Note, nous nous intéresserons aux méta-granites reconnus constituant le groupe du Somail-Nore et aux méta-volcanites quartzofeldspathiques présumées, interstratifiées dans le groupe de Saint Pons-Cabardès / La Salvetat. Leur filiation magmatique originelle, c'est à dire la nature orthodérivée de ces formations, implique l'usage du terme **orthogneiss** pour les qualifier.

2.2.1. Le groupe néoprotérozoïque de Saint Pons-Cabardès / La Salvetat (Fig. 2)

Ce groupe est de nature essentiellement méta-sédimentaire, avec intercalations de méta-volcanites présumées, plus ou moins remaniées. Dans le centre du Massif de l'Agout, il est représenté par le **sous-groupe de La Salvetat** et dans le flanc sud de la Zone Axiale par la superposition des **sous-groupes de Saint Pons** et du **Cabardès** (Demange, 1975, 1982, 2008 ; Alabouvette et al., 1993 ; Berger et al., 1993 ; Demange et al., 1995 ; Demange et al., 1997 ; Guérangé-Lozes et al., 2013) (Fig. 2).

Sur le flanc sud de la Zone Axiale, le groupe de Saint Pons-Cabardès / La Salvetat est surmonté en discordance cartographique par le **groupe détritique grossier du Roc Suzadou** attribué à l'Ordovicien

supérieur et/ou au Silurien (Berger et al., 1993 ; Alabouvette et al., 1993).

2.2.2. Le groupe orthogneissique du Somail-Nore (Fig. 2)

Ce groupe est un ensemble d'orthogneiss, d'origine granitique (Mergoïl-Daniel, 1971 in Demange, 1975) à granodioritique (Bard & Loueyit, 1978 ; Debat & Vidal, 1981 ; Debat et al., 1979 ; Demange, 1982 ; Demange et al., 1995 ; Demange, 2008), dont les faciès forment une série continue entre des faciès œillés, les **Gneiss d'Héric** [type Laplanésié-Héric (Bard & Loueyit, 1978)], et des faciès rubanés non œillés, les **Gneiss du Larn**. Des faciès intermédiaires dits « **Gneiss à yeux sporadiques** » assurent la transition entre ces deux termes extrêmes (Demange, 1975, 1982 ; Bogdanoff et al., 1984 ; Demange et al., 1995...).

Ce groupe a longtemps été interprété comme un socle précambrien, sur lequel reposerait le groupe de Saint Pons-Cabardès / La Salvetat (Demange, 1975, 1982, 1998 ; Demange & Perrin, 1978 ; Alabouvette et al., 1993...), l'ensemble étant alors impliqué dans de grands plis couchés - à coeur orthogneissique - de type nappe pennique (Demange, 1975, 1998 ; Demange & Perrin, 1978).

Les données géochronologiques (Fig. 2 et Annexes : **Tabl. 3**) attribuent actuellement au protolithe granitique un âge ordovicien supérieur (Fig. 11) (Roger et al., 2004 ; Cocherie et al., 2005 ; Blatt et al., 2005 in Franke et al., 2011 ; Pitra et al., 2012 ; Trap et al., 2017). Cela confirme le caractère intrusif de ces méta-granites au sein du groupe méta-sédimentaire néoprotérozoïque de Saint Pons-Cabardès / La Salvetat (Bard & Loueyit, 1978 ; Debat et al., 1979 ; Debat & Vidal, 1981).

3. Les orthogneiss de la Zone Axiale

3.1. Les orthogneiss du groupe de Saint Pons-Cabardès / La Salvetat (Figs. 2 & 3).

A sa partie supérieure, le groupe de **Saint Pons-Cabardès / La Salvetat** est coiffé par des méta-volcanites dacitiques (**tufs de Sériès**) datées à **545 ± 15 Ma.** (Lescuyer & Cocherie, 1992) ; ces dernières étant ainsi sub-contemporaines des **tufs rhyolitiques de Rivernous** [Blaviérites (Bergeron, 1889) ; tufs de La Rode-Basse (Guérangé-Lozes et al., 1991)], affleurant sur le versant nord de la Montagne Noire (Álvaro et al., 2014 ; Pouclet et al., 2017 ; Padel et al., 2017), dont les zircons ont livré des âges [**542.5 ± 1 Ma.** et

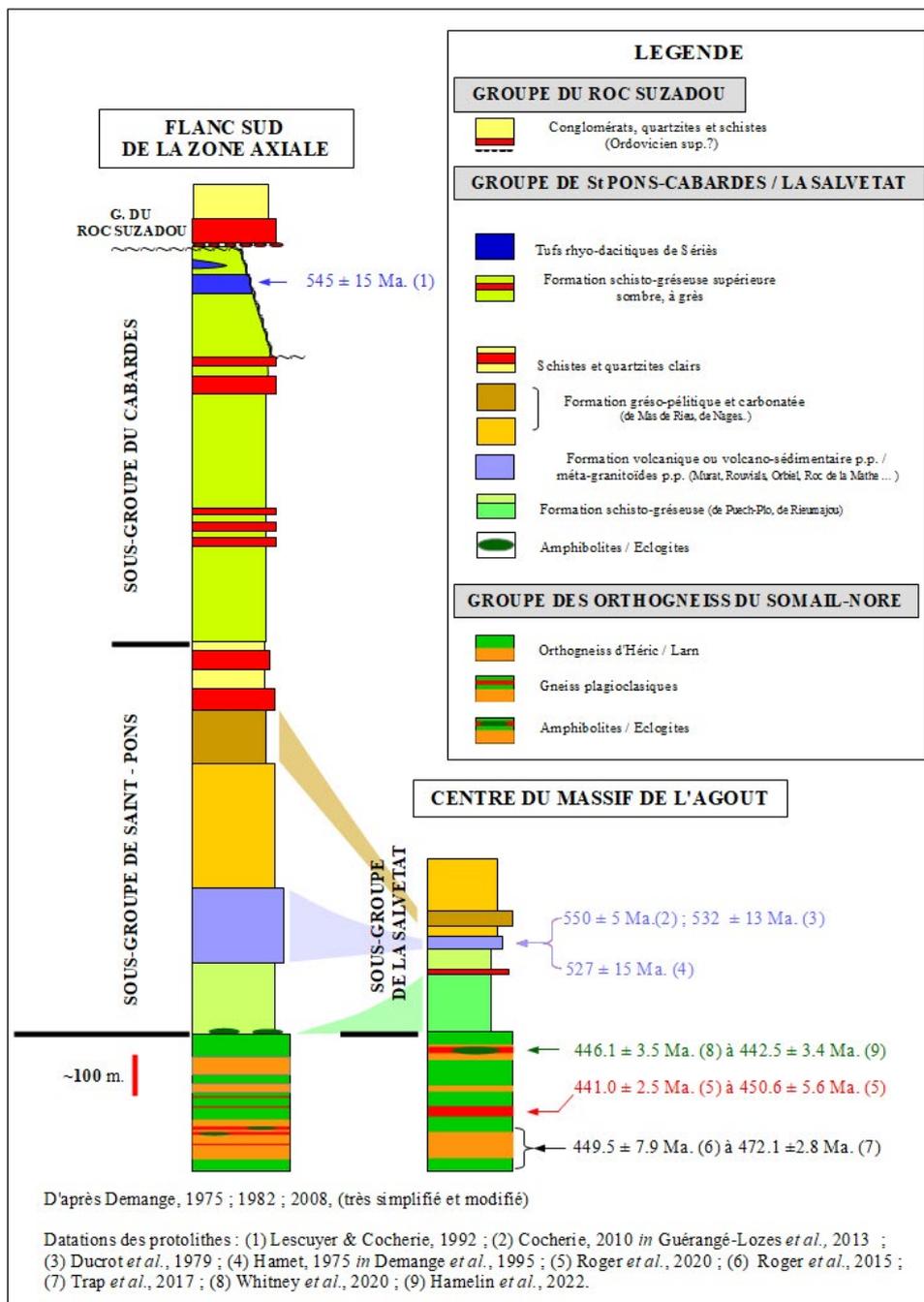


Fig. 2 – Lithostratigraphie et géochronologie de la Zone Axiale.

537.1 ± 2.5 Ma.] à cheval sur la limite Ediacarien-Cambrien [541.0 ± 1.0 Ma. (Cohen *et al.*, 2013)].

A sa partie inférieure, le groupe néoproterozoïque de **Saint Pons-Cabardès / La Salvetat** expose des formations orthogneissiques, structurellement complexes (alternances rythmiques oeillées / non-oeillées), longtemps interprétées - non sans ambiguïté - comme étant originellement des volcanites acides, plus ou moins remaniées, associées à des roches basiques : **Gneiss des Cammazes-Plaisance** ; **Gneiss de Murat** [gneiss du Roc de la

Mathe-Nages et du Devès de Félines (Bard & Loueyit, 1978 ; Bard, 1979)] ; **Gneiss de l'Orbiel** ; **Gneiss de Rouvià** (Debat *et al.*, 1971 ; Demange, 1975 ; Bard & Loueyit, 1978 ; Reille, 1978 ; Bard, 1979 ; Debat & Vidal, 1981 ; Demange, 1982 ; Alabouvette *et al.*, 1993 ; Demange *et al.*, 1995 ; Demange *et al.*, 1997 ; Guérangé-Lozes *et al.*, 2013).

Quelques datations sont à ce jour disponibles concernant ces formations orthogneissiques, qui toutes les placent autour du passage entre l'Ediacarien et le Cambrien inférieur (Figs. 2 & 3) :

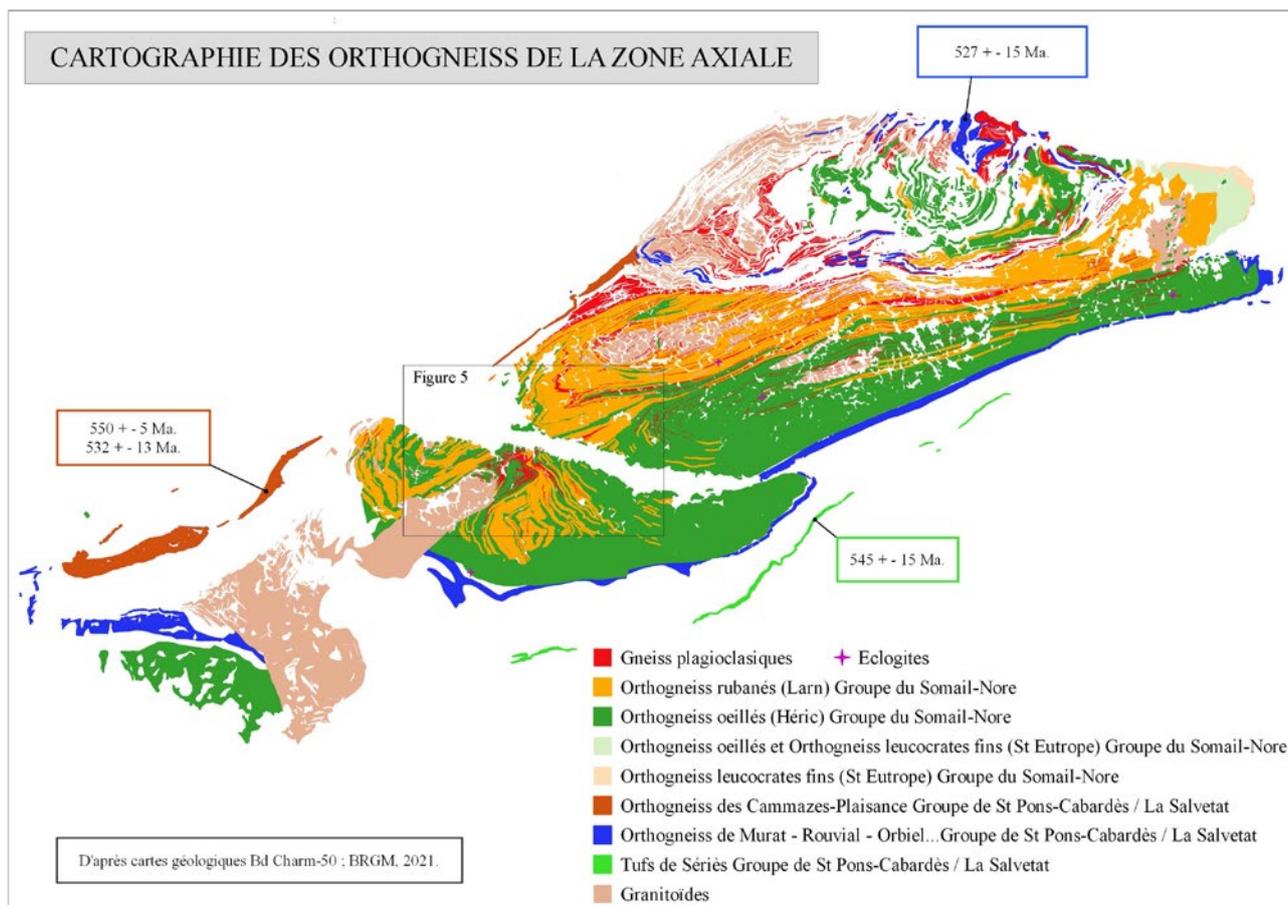


Fig. 3 – Cartographie des orthogneiss de la Zone Axiale.

- Orthogneiss des Cammazes-Plaisance : **550 ± 5 Ma.** (Cocherie, 2010 in Guérangé-Lozes *et al.*, 2013) ; **532 ± 13 Ma.** (Ducrot *et al.*, 1979) ;
- Orthogneiss de Murat : **527 ± 15 Ma.** (Hamet, 1975 in Demange *et al.*, 1995).

Les descriptions pétrographiques de ces complexes orthogneissiques ont été amplement évoquées (Bard, 1978 ; Bard & Loueyit, 1978 ; Debat & Vidal, 1981 ; Demange, 1982 ; Bogdanoff *et al.*, 1984 ; Alabouvette *et al.*, 1993 ; Demange *et al.*, 1995 ; Guérangé-Lozes *et al.*, 2013...). Il convient, toutefois, d'attirer l'attention sur leur aspect à l'affleurement qui a conduit à leur attribuer une origine volcano-détritique. Tous les auteurs ayant étudié en détails ces orthogneiss quartzo-feldspathiques - présentant une composition minéralogique et chimique proche de celle de roches magmatiques acides - en ont souligné les caractéristiques suivantes :

- organisation en bancs métriques à décimétriques, d'aspect stratoïde, avec alternances de lithologies différenciées (faciès ocellés à yeux feldspathiques nombreux ou bien dispersés, à ocelles feldspathiques, faciès leptynitiques à grain fin ou à gros yeux feldspathiques hétérogranulaires, faciès clairs ou plus sombres...);

- présence de niveaux de gneiss fins plagioclasiques, riches en micas, voire de micaschistes ;
- orthoamphibolites en bancs métriques ou en lentilles minces ;
- présence de faciès de type plutonique ou hypovolcanique, interprétés comme des sills.

L'hypothèse, avancée par certains auteurs cités ci-dessus, selon laquelle ces formations gneissiques souvent d'apparence stratifiée, pourrait être issues d'un protolithe granitique préexistant, crée une ambiguïté pour leur attribuer *p.p.* une origine volcanique.

La localisation de ces orthogneiss, ainsi datés de l'Ediacarien final - début du Cambrien (Cohen *et al.*, 2013), à la base de la puissante colonne lithostratigraphique du groupe de Saint Pons-Cabardès / La Salvetat (**Fig. 2**) - surmontée par les tufs de Sériès datés également de la limite Ediacarien-Cambrien - ainsi que leurs corrélations comme un même complexe orthogneissique (Demange, 1982 ; Demange *et al.*, 1995 ; Guérangé-Lozes *et al.*, 2013), excluent donc l'origine volcano-sédimentaire souvent évoquée pour ces formations, sauf à remettre profondément en cause la lithostratigraphie élaborée

depuis plusieurs décennies dans la Zone Axiale. Elles représentent plutôt d'anciens corps plutoniques acides (laccolithes ?), probablement composites, mis en place à la fin du Néoprotérozoïque et déformés plastiquement au cours de l'orogénèse hercynienne. Une telle interprétation est en accord avec les conclusions retenues notamment par Debat *et al.* (1971), Bard & Loueyit (1978), Ducrot *et al.* (1979), Bard (1979) et Debat & Vidal (1981).

Leurs faciès exposés à l'affleurement (aspect « stratifié », alternances rythmiques de faciès de « granulométrie différente » ...) peuvent être interprétés comme des faciès mylonitiques [→ série ou séquence mylonitique *s.l.* (Higgins, 1971 ; Sibson, 1977 ; Wise *et al.*, 1984 ; Crévola *et al.*, 1983 ; Crévola, 1987 ; Magontier, 1988 ; Passchier & Trouw, 2005,...)] traduisant et figeant, une intensité variable de la déformation plastique du protolithe initial et non une origine volcano-détritique. Ces orthogneiss correspondent ainsi à des faciès tectoniques juxtaposés plus ou moins évolués, cicatrisant des zones de cisaillement ductile (Fig. 4) (voir par ex. Passchier & Trouw, 2005 ; Fossen, 2016...).

Dans le versant nord de la Montagne Noire, la mise en place du protolithe granitique de l'orthogneiss de Montredon-Labessonnié, issu de la fusion de roches sédimentaires édiacariennes, vient d'être datée [U-Pb sur zircons] à **544,0 ± 6,2 Ma.** (Couzinié & Laurent, 2021) et présente ainsi un âge voisin.

La transition Ediacarien-Cambrien est donc marquée, dans la Montagne Noire, par la mise en place de granitoïdes et l'existence d'un volcanisme acide (activité magmatique V1 du domaine occitan de Pouclet *et al.*, 2017). Le contexte géotectonique de cet événement magmatique serait lié au *rifting* et à l'extension cambro-ordoviciens de la croûte continentale nord-gondwanienne (Bard, 1979 ; Ducrot *et al.*, 1979 ;... Pouclet *et al.*, 2017 ; Vanderhaeghe *et al.*, 2020).

3.2. Les orthogneiss du groupe du Somail-Nore (Figs. 2 & 3)

Rappelons que le **groupe du Somail-Nore** est un ensemble d'orthogneiss quartzo-feldspathiques, d'origine granitique, mis en place à l'Ordovicien supérieur, dont les faciès principaux, intimement imbriqués, constituent une série continue entre des

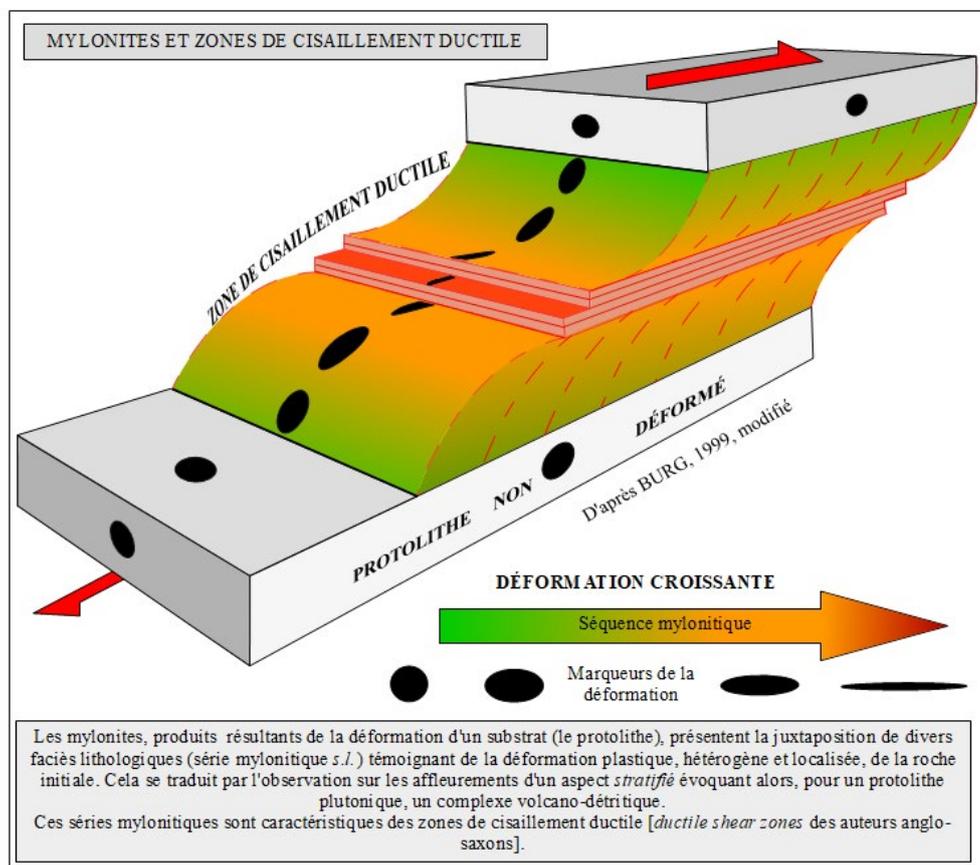


Fig. 4 – Mylonites et zones de cisaillement ductile.

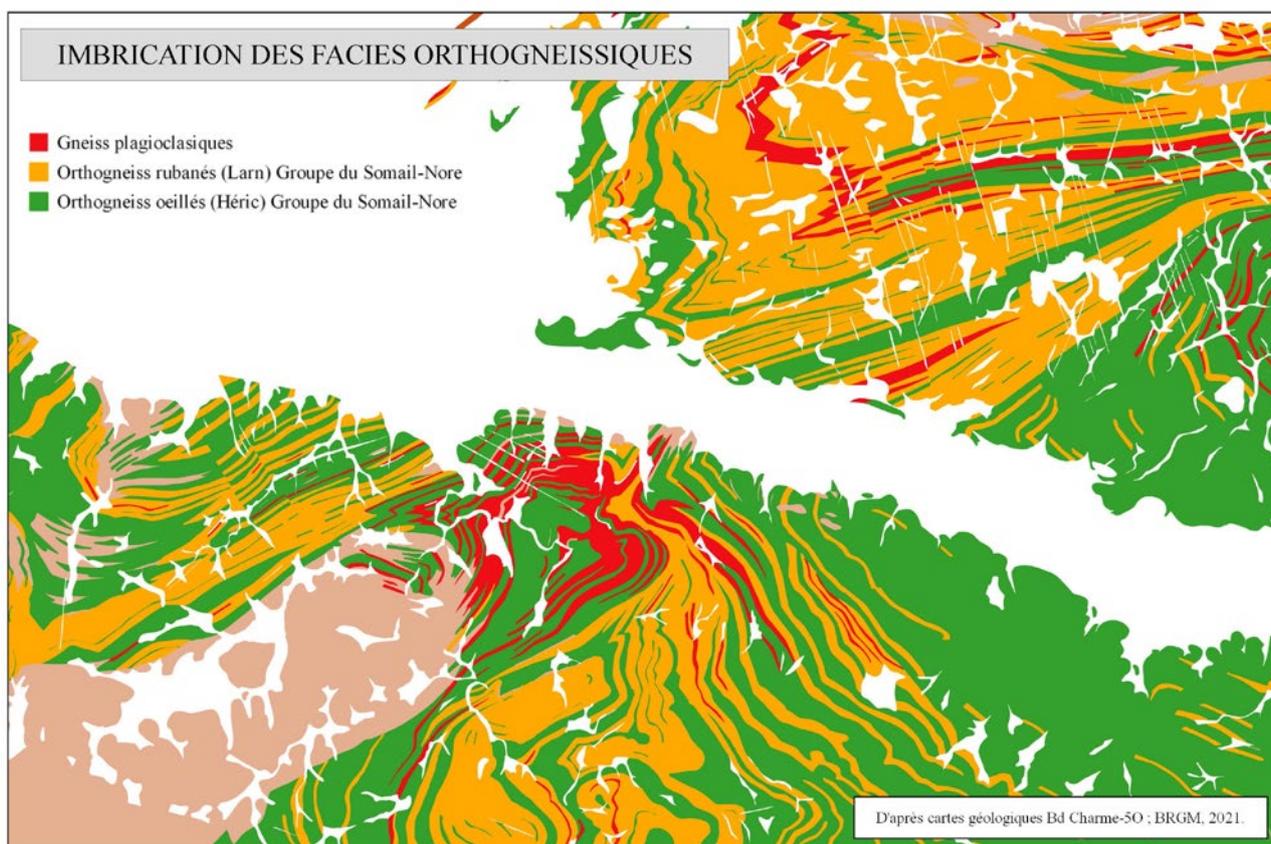


Fig. 5 – Imbrication des faciès orthogneissiques de la Zone Axiale (détail).

faciès ocellés - **les gneiss d'Héric** - et des faciès rubanés non ocellés la plupart du temps - **les gneiss du Larn** - ; des **faciès à yeux sporadiques** assurant la transition entre ces deux termes extrêmes (Demange, 1975, 1982 ; Alabouvette *et al.*, 1993 ; Demange *et al.*, 1995...).

A l'extrémité orientale du dôme de l'Espinouse (Figs. 1 & 3) des orthogneiss plus leucocrates (Bogdanoff *et al.*, 1982 ; Bogdanoff *et al.*, 1984 ; Beaud, 1985), d'extension limitée, parfois dénommés **Orthogneiss de St Eutrope** (Pitra *et al.*, 2012 ; Roger *et al.*, 2020), coiffent les orthogneiss décrits ci-dessus selon une disposition en demi-couronne concentrique. Leur protolithe, un granite leucocrate, a également été daté de l'Ordovicien supérieur (Pitra *et al.*, 2012) (Fig. 11 et Annexes : Tabl. 3).

Ce groupe orthodérivé héberge, d'autre part, deux formations lithologiques très particulières en raison des nombreuses interrogations qu'elles suscitent :

- des **gneiss fins plagioclasiques**, en longues bandes continues, souvent d'extension plurikilométrique, peu puissantes (Ellenberger, 1967 ; Bogdanoff, 1971 ; Bogdanoff *et al.*, 1982 ; 1984,... Roger *et al.*, 2020 ; Pitra *et al.*, 2022) ;
- des **éclogites plus ou moins rétromorphosées**, souvent associées à des orthoamphibolites, en

boules, boudins, ou bien en lentilles, dispersés ou parfois en chapelets, décimétriques à métriques, voire décamétriques, imbriqués dans les gneiss plagioclasiques précédents (Cohen, 1975 ; Bogdanoff, 1971 ; Demange & Frignet, 1977 ; Demange, 1982 ; 1985 ; Demange *et al.*, 1995 ; Faure *et al.*, 2010 ; Lotout, 2017 ; Whitney *et al.*, 2020 ; Hamelin *et al.*, 2022).

Après avoir commenté l'origine des faciès orthogneissiques du groupe du Somail-Nore, nous discuterons de ces deux « niveaux » lithologiques très particuliers.

3.2.1. Origine des faciès orthogneissiques

Pour Demange (1975) les **orthogneiss ocellés d'Héric** dérivent d'un faciès granitique porphyroïde, les **orthogneiss rubanés de Larn** dérivant pour leur part d'un faciès granitique non porphyroïde.

L'intrication intime de ces deux faciès, observée à l'échelle cartographique (Fig. 5) apparaît défavorable à cette interprétation, eu égard à l'importance de la déformation affectant ces orthogneiss (Beaud, 1985 ; Van Den Driessche & Brun, 1991-1992 ; Schranzhofer, 1999), sauf à envisager la juxtaposition originelle de faciès granitiques porphyroïdes et isogranulaires fins,

sous formes de dykes ou de sills, qui aurait survécu à l'intense déformation varisque.

Ultérieurement, cet auteur conclut (Demange, 1982 ; v1, p. 32) : « *il s'agit d'orthogneiss dérivant de granitoïdes grenus, parfois porphyroïdes, par cataclase, blastomylonitisation et recristallisation jusqu'à des textures mosaïques rubanées, les phénocristaux étant plus (faciès oeillés) ou moins préservés. En particulier, il est vraisemblable que tout ou partie des gneiss du Larn dérivent de gneiss oeillés dont les yeux auraient été totalement granulés* ». Il poursuit : « ... les **gneiss du Larn** et **gneiss à yeux sporadiques** dérivent, pour l'essentiel, de **gneiss oeillés** par une blastomylonitisation plus intense qui granule totalement les yeux, suivie d'une recristallisation (p. 33) ».

Alabouvette *et al.* précisent (1993), concernant les **gneiss d'Héric** : « *Les déformations tectoniques tendent à détruire ces phénocristaux [yeux de feldspath potassique] par apparition de joints de grain, granulation puis blastomylonitisation, parfois accompagnées d'une albitisation du feldspath potassique* ».

A propos des **gneiss de Larn**, Demange *et al.* (1995) notent : « *Tant sur le terrain qu'au microscope, ces gneiss (... quartzo-feldspathiques rubanés (et non lités)...) apparaissent extrêmement analogues à la matrice des gneiss d'Héric dont ils ne diffèrent que par l'absence d'yeux. C'est la déformation synmétamorphique qui est responsable du faciès rubané. Dans quelques cas, la présence de lits millimétriques de feldspath potassique à*

texture mosaïque suggère d'anciens phénocristaux granulés... ».

Enfin, dans un projet de notice pour la carte géologique de Mazamet, Demange (2008, inédit) écrit au terme d'une étude géochimique [éléments majeurs] des orthogneiss du Somail-Nore : « **les gneiss du Larn et les gneiss oeillés (faciès gneiss d'Héric) ont des compositions chimiques identiques : les gneiss du Larn appartiennent à la même suite magmatique que les gneiss oeillés, et dérivent des mêmes granitoïdes, soit que le granite initial n'ai pas contenu de phénocristaux, soit que les phénocristaux aient été totalement granulés conduisant à des textures rubanées au lieu de textures oeillées (ce que confirme l'étude pétrographique) : les faciès rubanés (Larn) et les faciès oeillé (Héric) dérivent des mêmes protolithes. Les compositions sont celles de granitoïdes formant une série différenciée depuis des granodiorites ($\text{SiO}_2 \sim 65,6 \%$), jusqu'à des granites ($\text{SiO}_2 \sim 74,5 \%$), les termes les plus abondants étant des granites monzonitiques ($\text{SiO}_2 \sim 70-72\%$)** ».

Dans le détail, une analyse plus fine (**Fig. 6**) montre que ces orthogneiss présentent deux lignées magmatiques (Demange *et al.*, 1995 ; Demange, 2008) :

- Une série légèrement plus ferrifère et plus calcique, située au sud du dôme de Laouzas-Espinouse ;
- Une série plus magnésienne et potassique, plutôt localisée au coeur de ce dôme (Unités profondes de Demange).

Ces deux séries sont identifiées pour les deux faciès principaux des orthogneiss, les faciès oeillé et rubané (**Fig. 6**) : les caractéristiques chimiques principales de

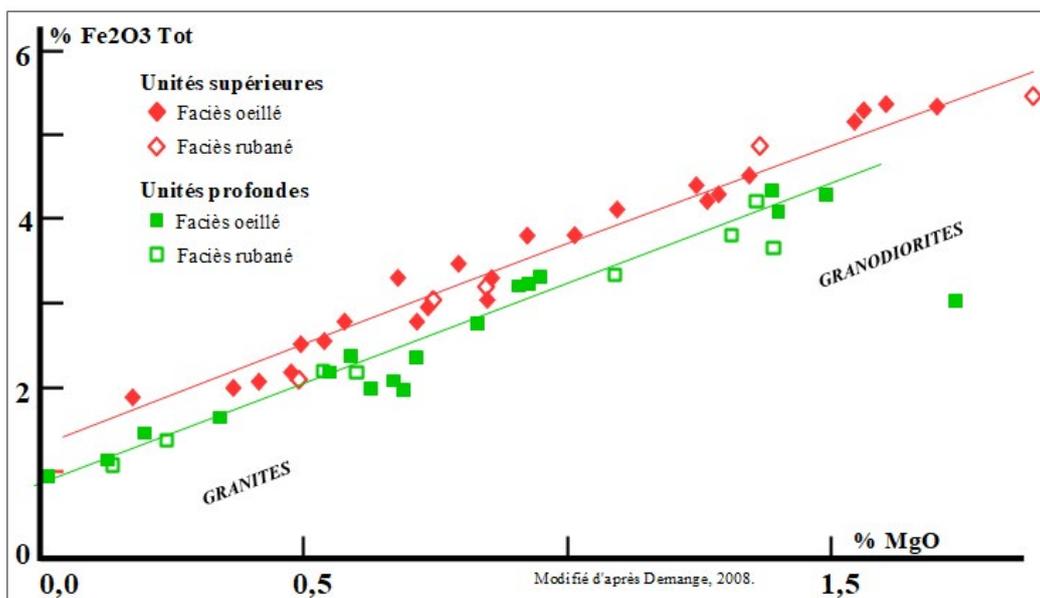


Fig. 6 – Diagramme Fe_2O_3 tot / MgO .

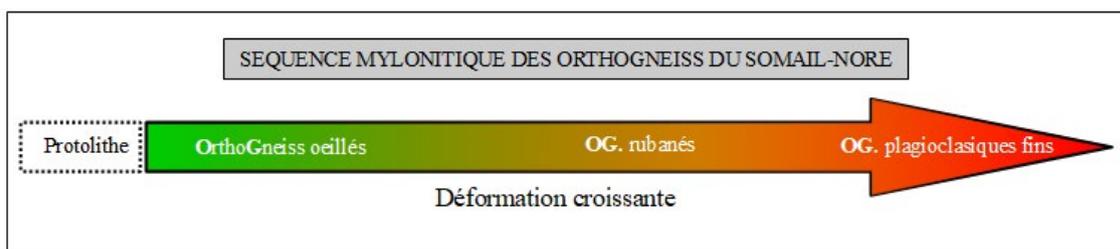


Fig. 7 – Séquence mylonitique des orthogneiss du Somail-Nore.

ces roches, intimement associées, ne dépendent donc pas de leur aspect macroscopiques (oeillé ou rubané) mais, plus probablement, d'une variabilité initiale du protolithe originel dans son ensemble. En d'autres termes, l'acquisition de la structure macroscopique est postérieure à la mise en place du protolithe : ces deux faciès - Héric et Larn - ne sont donc pas des faciès magmatiques originels.

L'ensemble de ces constatations permet d'interpréter (Fig. 7) les divers faciès orthogneissiques du Somail-Nore, intimement imbriqués, comme une séquence mylonitique (s.l.) tout à fait caractéristique (Higgins, 1971 ; Sibson, 1977 ; Wise *et al.*, 1984 ; Crévola *et al.*, 1983 ; Crévola, 1987 ; Magontier, 1988...).

La description pétrographique des yeux feldspathiques des orthogneiss (Demange, 1982 ; v 2, p.p. 4-7) est tout à fait significative à cet égard (voir, par exemple, Magontier, 1988, p.p. 77-109).

Il est important de noter que la répartition cartographique (Fig. 3) des faciès ocellés (orthogneiss d'Héric) et rubanés (orthogneiss de Larn) suggère l'existence d'un gradient croissant de la déformation, apparemment du S-SE vers le N-NW, à l'échelle de la Zone Axiale.

3.2.2. Les gneiss fins plagioclasiques.

Ellenberger (1967) les décrit ainsi : « *Minces bandes (rarement plus de 20 m de puissance) replissées de paragneiss mélanocrates à petits yeux de plagioclases ou de gneiss fins schisteux ...* ».

L'origine et la signification de ces « *mystérieuses bandelettes de paragneiss* » (Alabouvette *et al.*, 1993), « *... remarquables rubans minces mais continus de roches semblables à divers termes caractéristiques de l'enveloppe...* » (Bogdanoff *et al.*, 1984) sont controversées. Trois hypothèses ont été avancées :

1 - replis tectoniques des séries para-dérivées [notations cartographiques : Z1/Sa1] de la couverture

dans les orthogneiss considérés comme un socle (Arthaud *et al.*, 1966 ; Ellenberger, 1967 ; Demange, 1975, 1982 ; 1985 ; Beaud, 1985 ; Alabouvette *et al.*, 1993) ;

2 - septa en enclaves d'une ancienne série paragneissique dans les orthogneiss du Somail considérés comme intrusifs (Bard & Loueyit, 1978 ; Alabouvette *et al.*, 1993) ;

3 - zones de cisaillement ductile ultramylonitiques, couloirs mylonitiques (Cohen, 1975 ; Bogdanoff *et al.*, 1984 ; Van Den Driessche & Brun, 1991-1992 ; communication J.M. Quénardel *in* Alabouvette *et al.*, 1993 ; Schranzhofer, 1999 ; Roger *et al.*, 2020).

Si la première hypothèse est devenue obsolète, en raison de l'âge ordovicien supérieur du protolithe granitique à l'origine du groupe orthogneissique (Fig. 11), la deuxième semble devoir être écartée en raison de la régulière continuité de ce niveau (Alabouvette *et al.*, 1993).

Un argument décisif, en faveur de la troisième hypothèse, réside dans les datations sur monazite [Annexes : **Tabl. 4**] pratiquées sur ces roches (Roger *et al.*, 2020). En dehors d'âges (Fig. 10 et Annexes : **Tabl. 1 & 2**) que l'on peut relier aux manifestations fini-carbonifères de l'orogénèse hercynienne (Faure *et al.*, 2010 ; Franke *et al.*, 2011 ; Roger *et al.*, 2015...), ces gneiss fins plagioclasiques ont livré dans le Caroux (Gouffre du Cerisier) des monazites datées à **450.6 ± 5.6 Ma.**, **445.8 ± 3.8 Ma.** et **441.0 ± 2.5 Ma.** (Roger *et al.*, 2020).

Ces âges fini-ordoviciens sont maintenant bien documentés dans la Zone Axiale de la Montagne Noire (Fig. 11) en ce qu'ils correspondent à la mise en place du protolithe granitique à l'origine du groupe orthodérivé du Somail-Nore (Roger *et al.*, 2004, 2015 ; Cocherie *et al.*, 2005 ; Pitra *et al.*, 2012).

Notons que ces gneiss fins plagioclasiques semblent prendre de l'extension dans la partie septentrionale du dôme de l'Agout (Fig. 3).

La présence de monazites fini-ordoviciennes, dans ces niveaux précédemment attribués aux termes inférieurs méta-sédimentaires (Alabouvette *et al.*, 1993 ; Demange *et al.*, 1995 ; Guérangé-Lozes *et al.*, 2013) de la colonne lithostratigraphique édiacarienne (Fig. 2), ne peut donc logiquement se concevoir qu'en considérant ces gneiss fins plagioclasiques comme des faciès tectoniques ultramylonitiques issus de la déformation plastique ultime du protolithe granitique ordovicien à l'origine du groupe orthodérivé du Somail-Nore (Fig. 7).

Ces niveaux gneissiques, en minces bandelettes continues essentiellement contenues dans les orthogneiss du Somail-Nore, auparavant attribués à des replis de la couverture méta-sédimentaire édiacarienne, peuvent alors être interprétés comme des cicatrices de zones de cisaillement ductile probablement précoces : elles sont replissées et mises en forme au cours de la formation des dômes de la Zone Axiale (voir Fig. 3 et fig. 2 in Roger *et al.*, 2020).

Une telle interprétation est cohérente avec les conclusions retenues notamment par Schranzhofer (1999) et Roger *et al.* (2020).

3.2.3. Les élogites plus ou moins rétromorphosées en amphibolites

Rares témoignages (Figs. 1 & 3) d'un métamorphisme précoce de haute pression (Cohen, 1975 ; Demange, 1982 ; 1985 ; Lotout, 2017 ; Whitney *et al.*, 2020 ; Hamelin *et al.*, 2022...), les élogites peu ou prou rétromorphosées en amphibolites de la Zone Axiale apparaissent comme des roches résiduelles totalement étrangères à leur environnement (Cohen, 1975 ; Demange, v1, p. 296, 1982 ; Demange, 1985 ; Pitra *et al.*, 2022), eu égard au faciès métamorphique (BP /HT) de leur hôte orthogneissique (Fig. 12 et Annexes : Tabl. 6).

Ces élogites sont étroitement associées à d'anciennes roches magmatiques ultrabasiques à basiques (Webstérites, gabbros, pyroxénites, hornblendites,... Demange & Frignet, 1977 ; Demange, 1982 ; 1985) - correspondant parfois à des cumulats ferro-magnésiens ou plagioclasiques - et affleurent dans les bandes de gneiss plagioclasiques ou bien sur leurs bordures.

Les élogites du Cabardès et les amphibolites affiliées sont les seules à jalonner le contact entre l'ensemble orthogneissique du Somail-Nore et le groupe méta-sédimentaire de St Pons-Cabardès / La

Salvetat (Demange & Léger, 1980 ; Bonnemaïson *et al.*, 1980 ; Demange, 1982). Il faut noter que ce contact est interprété comme une zone de cisaillement ductile précoce (Cassard *et al.*, 1993).

L'âge de ce métamorphisme écolitique [Annexes : Tabl. 5] est fortement controversé (voir les discussions in Lotout, 2017 ; Pitra *et al.*, 2022 ; Hamelin *et al.*, 2022) :

- Un âge minimal à *ca.* 360 Ma. [Dévonien supérieur] est proposé (Faure *et al.*, 2014 ; Lotout, 2017 ; Pitra *et al.*, 2022) ;

- Pour Whitney *et al.* (2015 ; 2020) et Hamelin *et al.* (2022), le métamorphisme écolitique est sub-contemporain du métamorphisme de BP/HT fini-carbonifère [*ca.* 315 / 310 Ma.] ; ce qui requiert une exhumation extrêmement rapide de la Zone Axiale. Cela impliquerait aussi l'existence, pratiquement au même moment et au même site, de conditions métamorphiques très différentes (Pitra *et al.*, 2022).

Les protolithes ultramafiques à mafiques à l'origine de ces roches, lithologiquement très variés (Demange *et al.*, 1995 ;... Whitney *et al.*, 2020 ; Hamelin *et al.*, 2022), ont livré [Annexes : Tabl. 5] des âges sur zircon à 446 ± 3.5 Ma. [Ordovicien supérieur ; (Cohen *et al.*, 2013)] (Whitney *et al.*, 2020) et 442.5 ± 3.4 Ma. (Hamelin *et al.*, 2022) [transition Ordovicien-Silurien ; (Cohen *et al.*, 2013)] pour une écolite préservée du Cabardès.

Ces deux datations ne sont pas sans rappeler celles - de l'Ordovicien supérieur - des protolithes felsiques à l'origine du groupe du Somail-Nore (Fig. 11).

Remarquons qu'un âge fini-dévonien, interprété comme datant le protolithe ou bien un stade métamorphique pré-écolitique, a été évoqué par Whitney *et al.* (2015).

L'affinité continentale (Whitney *et al.*, 2020 ; Hamelin *et al.*, 2022) ou océanique (Lotout, 2017 ; Pitra *et al.*, 2022) des protolithes écolitiques paraît être reliée au *rifting* et à l'amincissement plus ou moins développé de la marge continentale nord du Gondwana au Cambro-Ordovicien (Poulet *et al.*, 2017 ; Vanderhaeghe *et al.*, 2020).

L'écolitisation des protolithes ultramafiques à mafiques est attribuée :

- à leur enfouissement et au fluage latéral de la croûte profonde vers l'avant pays, en cours d'épaississement, suivis de son exhumation très rapide au Carbonifère supérieur (voir figs. 8 et 9 in Hamelin *et al.*, 2022) ;

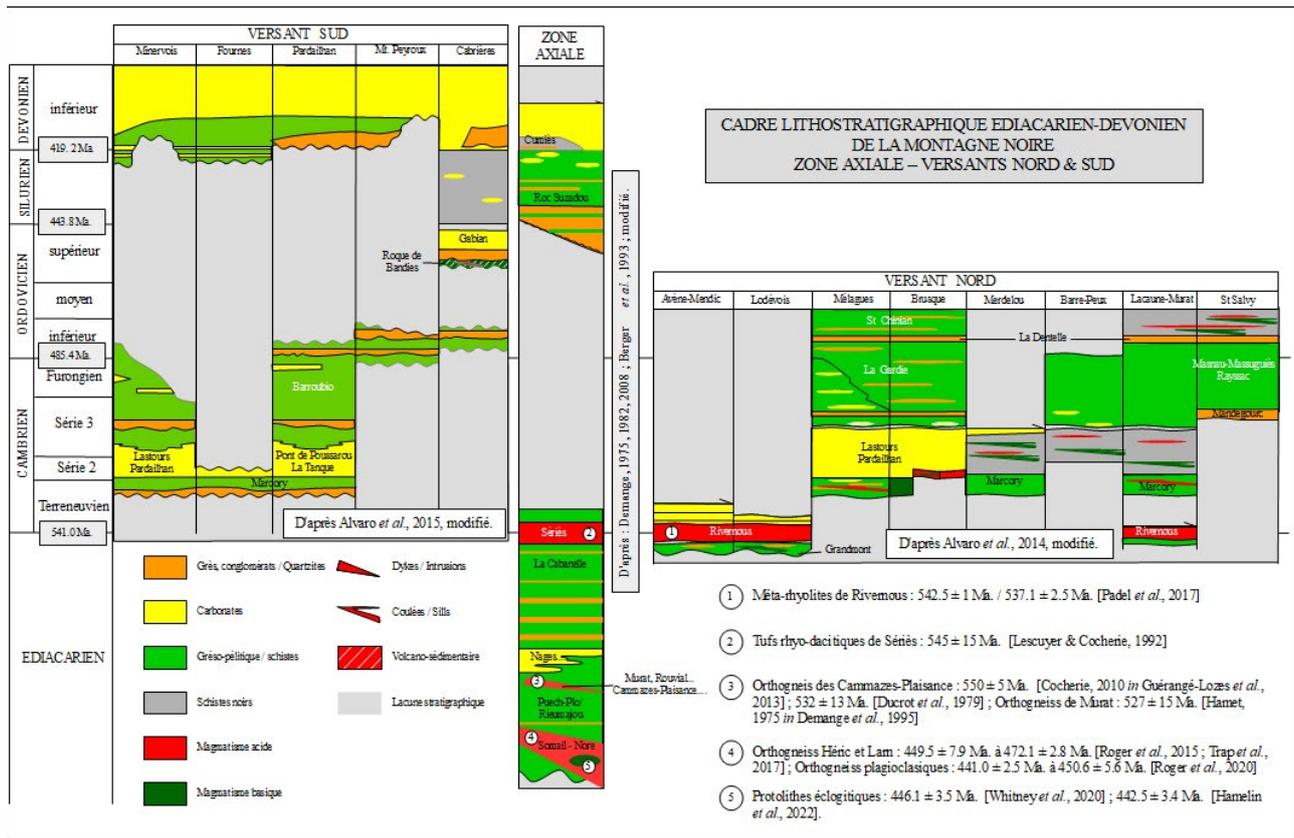


Fig. 8 – Cadre lithostratigraphique Ediacarien-Dévonien inférieur de la Montagne Noire - Zone Axiale, versants nord et sud.

- à la subduction pré-carbonifère de la croûte continentale hyper-étirée, avec portions en cours d'océanisation, suivie de la migration vers le sud des écloğites (écloğites allochtones) résultantes au cours du fluage latéral de la croûte profonde et de son exhumation contemporaine de la migmatitisation fini-carbonifère (Lotout, 2017 ; Pitra *et al.*, 2022. Voir aussi Vanderhaeghe *et al.*, 2020) ;
- à une subduction intra-continentale dévondinantienne (Faure *et al.*, 2014).

La coexistence de protolithes felsiques (croûte continentale) et ultra-mafiques à mafiques (d'origine crustale et/ou océanique) d'âge similaire [Ordovicien supérieur] pose le problème de l'absence apparente de reliques minérales de HP au sein même de l'ensemble felsique migmatitique, essentiellement le groupe des orthogneiss du Somail-Nore. L'absence, jusqu'à ce jour, de témoins résiduels de HP reconnus au sein même de cet ensemble felsique migmatitique pourrait trouver son explication dans le caractère métastable - dans un environnement métamorphique de HP - des roches de composition quartzo-feldspathique (Proyer, 2003 ; Petermann *et al.*, 2009 ; Lotout, 2017 ; Hamelin *et al.*, 2022 ...). D'autre part, les roches acides, plus facilement

déformables que les roches basiques, seraient donc plus susceptibles de voir leur paragenèse minérale antérieure oblitérée au cours de leur exhumation ; la déformation favorisant les recristallisations rétomorphiques. L'identification de paragenèse de HP relictuelles nécessiterait la reconnaissance de faciès méta-granitiques peu ou pas déformés (De Hoym de Mariem, 2019).

Les boudins, boules et lentilles écloğitiques ne sembleraient donc pas aussi étrangers que cela à leur environnement proche : ils représenteraient les seuls vestiges du métamorphisme précoce de haute pression ayant affecté les formations de la Zone Axiale et permettant ainsi de quantifier les conditions de ce métamorphisme anté-collision continentale (Fig. 12 et Annexes : Tabl. 6).

La localisation et la préservation partielle de ces écloğites pourraient s'expliquer en admettant que leur hôte (les niveaux continus de gneiss fins plagioclasiques, ici considérés comme des zones de cisaillement ductile ultramytonitiques) a absorbé l'essentiel de la déformation.

L'abondance des corps ultrabasiques à basiques amphibolitisés - affleurant sous forme de boules, boudins ou lentilles - localisés au sein des gneiss

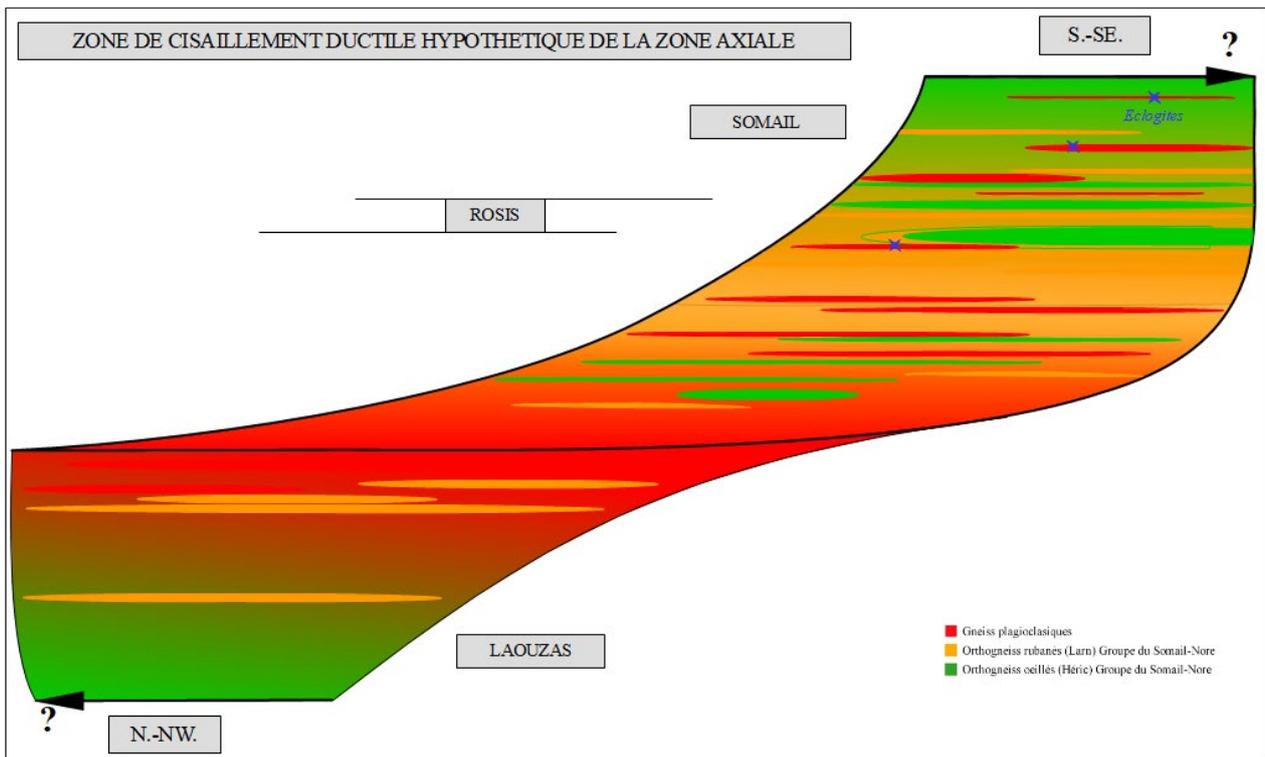


Fig. 9 – Zone de cisaillement ductile hypothétique de la Zone Axiale.

plagioclasiqes, suggère que ces écolgites étaient initialement plus répandues qu'elles ne le sont actuellement (Demange & Frignet, 1977 ; Demange, 1982 ; 1985).

4. Conclusions

L'analyse et la réinterprétation des données issues de la littérature géologique concernant les orthogneiss (*sl.*) de la Zone Axiale de la Montagne Noire mettent en exergue les points suivants :

A - Dans la Zone Axiale de la Montagne Noire, la transition Ediacarien-Cambrien est jalonnée par la mise en place de granitoïdes à la base - actuellement reconnue - de la puissante colonne lithostratigraphique néoprotozoïque correspondant au groupe de Saint Pons-Cabardès / La Salvetat.

B - Ces méta-granitoïdes - les orthogneiss des Cammazes-Plaisances, de l'Orbiel, de Murat-Rouviat... - sont ici interprétés comme des orthogneiss mylonitiques, c'est à dire présentant des faciès tectoniques juxtaposés plus ou moins évolués, matérialisant l'intensité variable de la déformation plastique du protolithe granitique initial.

Cette interprétation rend compte des divers faciès rencontrés à l'affleurement, ces orthogneiss ayant été jusqu'ici déchiffrés en termes de méta-volcanites

plus ou moins remaniées. Leur position au sein de la colonne lithostratigraphique et les données géochronologiques disponibles démontrent que cette précédente attribution est aujourd'hui obsolète, à moins de remettre profondément en cause la lithostratigraphie de la Zone Axiale.

C - La mise en place de ces méta-granitoïdes est sub-contemporaine :

- de l'émission des tufs rhyo-dacitiques de Sériès, qui coiffent le groupe néoprotozoïque de Saint Pons-Cabardès / La Salvetat ;
- de l'émission des méta-rhyolites de Rivernous au nord-est de la Zone Axiale (Fig. 8) ;
- de l'intrusion du protolithe de l'orthogneiss de Montredon-Labessonnié ($544,0 \pm 6,2$ Ma., Couzinié & Laurent, 2021).

D - Les divers faciès orthogneissiques exposés dans le groupe du Somail-Nore, dont le protolithe granitique est daté de l'Ordovicien supérieur, sont ici interprétés comme constituant une série mylonitique ayant pour terme ultime (ultra-mylonite) les gneiss fins plagioclasiqes : ces derniers ont fourni des monazites datées de la fin de l'Ordovicien, ce qui est incompatible avec leur précédente identification aux termes inférieurs méta-sédimentaires de la colonne lithostratigraphique édiacarienne (Fig. 8). Ces faciès mylonitiques correspondent alors à des faciès tectoniques, chacun témoignant d'un stade

plus ou moins évolué de la déformation plastique du protolithe granitique (**Fig. 4**).

E - La répartition cartographique (**Fig. 3**) de ces faciès mylonitiques, dans le dôme de l'Agout-Nore, suggère l'existence d'un gradient croissant de la déformation, apparemment du S-SE vers le N-NW.

La Zone Axiale de la Montagne Noire pourrait alors coïncider avec une méga-zone de cisaillement ductile (**Fig. 9**), probablement précoce car voutée en antifformes, dont la base se situerait dans la partie nord du dôme de l'Agout.

L'âge, la cinématique et le contexte structural liés à la mise en place de cette méga-structure sont inconnus. Il serait toutefois tentant de la relier au fluage latéral de la croûte profonde, partiellement fondue, accompagnant l'effondrement de la chaîne varisque au cours du Carbonifère (par ex. : Vanderhaeghe *et al.*, 2020).

F - Les éclogites en boudins, et les amphibolites affiliées, jalonnent des zones de cisaillement ductile matérialisées par les orthogneiss fins plagioclasiques. Les données géochronologiques disponibles montrent que la mise en place des protolithes à l'origine de ces roches résiduelles - témoignant d'un métamorphisme précoce de HP - est sub-contemporaine de celle des protolithes felsiques ordoviciens supérieurs dont dérivent les orthogneiss du Somail-Nore.

Ce constat et la localisation des éclogites enclavées au sein de ces orthogneiss suggèrent que l'ensemble à probablement été soumis à un événement métamorphique de HP dont l'âge reste à préciser : carbonifère supérieur (Whitney *et al.*, 2015 ; 2020 ; Hamelin *et al.* 2022) ou anté-dévonien supérieur (Faure *et al.*, 2014 ; Lotout, 2017 ; Pitra *et al.*, 2022). Jusqu'à ce jour, aucune trace d'un métamorphisme de HP n'a été décelée au sein des méta-granites du Somail-Nore. Des investigations ultérieures apporteront peut-être des réponses à cette difficulté, comme cela a pu être fait ailleurs dans le Massif Central Français (par ex. : Lotout, 2017 ; De Hoÿm de Mariem, 2019).

G - Les divers orthogneiss (*sl.*) qui constituent une bonne partie de la Zone Axiale de la Montagne Noire, ainsi que les méta-basites qu'ils hébergent, témoignent fort probablement de l'hyper-extension du Nord-Gondwana au Paléozoïque inférieur.

Remerciements : Mes plus vifs remerciements à Mrs Philippe Fauré et Claude Majesté-Menjoulas pour leurs lectures critiques et suggestions qui ont permis d'améliorer le manuscrit. Une mention spéciale pour Jean-Pierre Paris avec qui je partage depuis de longues années une discussion sur la Zone Axiale de la Montagne Noire.

Références.

- Aerden D.G.A.M. (1998) - Tectonic evolution of the Montagne Noire and a possible orogenic model for syn-collisional exhumation of deep rocks, variscan belt, France. *Tectonics*, 17, 1 : 62-79.
- Alabouvette B., Demange M., Echlter H., avec la collaboration de Guiraud R., Perrin M. & Vignard G. (1993) - Carte géol. France (1/50000), feuille Saint-Pons (1013). Orléans : *Bureau de Recherches Géologiques et Minières*. Notice explicative par B. Alabouvette, M. Demange & coll. (1993), 123 p.
- Alabouvette B., Demange M., avec la collaboration de Sauvel C & Vautrelle C. (1993) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50000), feuille Saint-Pons (1013). Orléans : *Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, 123 p. Carte géologique par B. Alabouvette, M. Demange & coll. (1993).
- Álvaro J.J. & Vizcaïno D. (2001) - The southern Montagne Noire : a key region for the research on lower paleozoic paleontology. *Annales de la Société géologique du Nord*, 8, 2, : 185-189.
- Álvaro J.J., Bauluz B., Clausen S., Devaere L., Imaz A.G., Monceret E. & Vizcaïno D. (2014) - Stratigraphic review of the Cambrian-Lower Ordovician volcanosedimentary complexes from the northern Montagne Noire, France. *Stratigraphy*, 11, 1 : 83-96.
- Álvaro J.J., Sánchez-García T., Puddu C., Maria Casas J., Díez-Montes A., Liesa M. & Oggiano G. (2020) - Comparative geochemical study on Furongian-earliest Ordovician (Toledanian) and Ordovician (Sardic) felsic magmatic events in south-western Europe : underplating of hot mafic magmas linked to the opening of the Rheic Ocean. *Solid Earth*, 11 : 2377-2409.
- Arthaud F., Mattauer M. & Proust F. (1966) - La structure et la microtectonique des nappes hercyniennes de la Montagne Noire. *Etages tectoniques, Colloque de Neuchâtel 18-21 avril 1966, Tiré à part, Institut de Géologie de l'Université de Neuchâtel* : 229-241.
- Bard J.P. (1978) - A propos du style tectonique de la phase hercynienne « précoce » de la zone axiale de la Montagne Noire (Massif Central). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, D, 287 : 1321-1324.
- Bard J.P. (1979) - Existence d'une suite granitique alcaline d'âge paléozoïque inférieur dans la zone axiale de la Montagne Noire (Massif Central français) et ses abords immédiats. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, D, 288 : 371-374.
- Bard J.P. & Rambeloson R. (1973) - Métamorphisme plurifacial et sens de variation du degré géothermique durant la tectogenèse polyphasée hercynienne dans la partie orientale de la zone axiale de la Montagne Noire (Massif du Caroux, Sud du Massif Central Français). *Bulletin de la Société géologique de France*, 7, XV, 5-6 : 579-586.
- Bard J.P. & Loueyit J. (1978) - Sur l'origine des gneiss ocellés de l'Espinouse dans la Zone axiale de la Montagne noire (Massif central). Conséquences tectoniques. *Bulletin de la Société géologique de France*, 7, XX : 751-772.
- Beaud F. (1985) - Etude structurale de la zone axiale orientale de la Montagne Noire (Sud du Massif Central Français). Détermination des mécanismes de déformation, relation avec les nappes du versant sud. *Thèse 3^{ème} cycle, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier*. 191 p.
- Be Mezeme E. (2005) - Contribution de la géochronologie U-Th-Pb sur monazite à la compréhension de la fusion crustale dans la chaîne varisque française et implication géodynamique. *Thèse de l'Université d'Orléans*, 249 p.
- Berger G. M., Debat P., Demange M., Issard H., Perrin M.,

- Boyer F., Freytet P. & Mazéas H. (1993) - Carte géol. France (1/50000), feuille Carcassonne (1037). Orléans : *Bureau de Recherches Géologiques et Minières*. Notice explicative par G.M. Berger *et al.* (1993), 78 p.
- Berger G.M., Boyer F., Debat P., Demange M., Freytet P., Marchal J.P., Mazéas H. & Vautrelle C. (1993) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Carcassonne (1037). Orléans : *Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, 78 p. Carte géologique par G.M. Berger *et al.* (1993).
- Bergeron J. (1889) - Étude géologique du Massif ancien situé au Sud du Plateau Central. *Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences, Paris, Annales Sciences Géologiques, Masson éditeur*, Paris, 362 p.
- Bogdanoff S. (1968) - Aspect et âge de l'anatexie dans la zone axiale de la Montagne Noire, Espinouse (Hérault). *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, D, 267 : 1565-1566.
- Bogdanoff S. (1971) - Sur la transformation amphibolite-granodiorite. Monts de l'Espinouse, Montagne Noire (Hérault). *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, D, 272 : 1833-1835.
- Bogdanoff S., Donnot M., Ellenberger F. & Coll. (1982) - Carte géologique de France à 1/50 000, feuille Bédarieux (988). Orléans, *Bureau de Recherches Géologiques et Minières*.
- Bogdanoff S., Donnot M., Ellenberger F. & Coll. (1984) - Notice carte géologique de France à 1/50000, feuille Bédarieux (988). Orléans, *Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, 105 p.
- Bonnemaison M., Demange M., Issard H., Léger M., Pascal M.L. & Perrin M. (1980) - Lithostratigraphie et structure des « schistes X » du Cabardès (Montagne Noire. France). *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, D, 291 : 147-150.
- Bouchardon J.L., Dechomets R. & Demange M. (1979) - A propos du disthène en roche dans les micaschistes et gneiss du synclinal de Rosis et du flanc sud, zone axiale de la Montagne Noire (Massif Central Français). *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, D, 288 : 1067-1069.
- Bureau de Recherches Géologiques et Minières – InfoTerre – (2021) - <http://infoterre.brgm.fr/formulaire/telechargement-cartes-geologiques-departementales-150-000-bd-charm-50>. Consulté en 2021.
- Bruguier O., Becq-Giraudon J.F., Champenois M., Deloué E., Ludden J. & Mangin D. (2003) - Application of in situ zircon geochronology and accessory phase chemistry to constraining basin development during post-collisional extension: a case study from the French Massif Central. *Chemical Geology*, 201, 3-4 : 319 - 336.
- Brun J.P. & Van den Driessche J. (1994) - Extensional gneiss domes and detachment fault systems: structures and kinematics. *Bulletin Société.Géologique de France*, 165, 6 : 519-530.
- Burg J.P. (1999) - Ductile structures and instabilities : their implication for Variscan tectonics in the Ardennes. *Tectonophysics*, 309 : 1-25.
- Cassard D., Feybesse J.L. & Lescuyer J.L. (1993) - Variscan crustal thickening, extension and late overstacking during the Namurian-Westphalian in the western Montagne Noire (France). *Tectonophysics*, 222 : 33-53.
- Cavaillé A., Debat P. & Calas G. (1975) - Carte géologique de France (1/50000), feuille Castelnaudary (1036). Orléans, *Bureau de Recherches Géologiques et Minières*.
- Chardon D., roques D. & Aretz M. (2020) - Reappraisal of Variscan tectonics in the southern French Massif Central. *Tectonophysics*, 787, 1-16 : 228477.
- Charles N., Faure M. & Chen Y. (2009) - The Montagne Noire migmatitic dome emplacement (French Massif Central) : new insights from petrofabric and AMS studies. *Journal of Structural Geology*, 31 : 1423-1440.
- Clausen S. & Álvaro J.J. (2004) - Implications biostratigraphiques et paléobiogéographiques de la découverte du métazoaire néoprotérozoïque *cloudina* dans le versant nord de la Montagne Noire (France). *Résumé du Colloque de paléogéographie (8 et 9 mars 2004)*, *Académie des Sciences et Société Géologique de France*, Paris : 42-43.
- Cohen K.M., Finney S.C., Gibbard P.L. & Fan J.-X. (2013 ; updated) - *The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes* 36 : 199-2.
- Cohen M. (1975) - Sur la présence d'une enclave ultrabasique d'origine profonde probable dans les gneiss du Caroux (zone axiale, Montagne Noire, France). *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, D, 280 : 537-540.
- Cocherie A., Baudin T., Autran A., Guerrot C., Fanning M. & Laumonier B. (2005) - U-Pb zircon (ID-TIMS and SHRIMP) evidence for the early Ordovician intrusion of metagranites in the late Proterozoic Canaveilles Group of the Pyrenees and the Montagne Noire (France). *Bulletin de la Société géologique de France*, 176, 3 : 269-282.
- Couzinié S. & Laurent O. (2021) - Zircon U–Pb dating of the Montredon-Labessonnié orthogneiss by LA–ICP–MS : new evidence for late Ediacaran crustal melting in the French Massif Central. *Géologie de la France*, 2 : 24-31.
- Crévola G. (1987) - Les orthomicaschistes, produits de la déformation cisailante ductile symmétamorphe de granites avec transfert de matière : principaux caractères et exemples dans la chaîne varisque du Sud de la France, *Geodinamica Acta*, 1, 3 : 207-221.
- Crévola G., Boucarut M., Magontier J. & Collomb P. (1983) - Origine granitique des gneiss de la Cézarenque (Cévennes, Massif Central) : identification de plusieurs faciès plutoniques originels. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 296, 2 : 1519-1522.
- Debat P., Deramond J. & Soula J.C. (1971) – Origine de la structure ocellée dans les gneiss de la Montagne Noire occidentale. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, D, 272 : 2759-2762.
- Debat P., Mouline M.P., Féraud J. & Cosson J. (1979). - Notice explicative, Carte géol. France (1/50000), feuille Mazamet (1012). Orléans : *Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, 50 p. Carte géologique par Debat P. & Mouline M.P. (1979).
- Debat P. & Vidal J.L. (1981) - Essai sur la déformation des orthogneiss (exemples pris dans la Montagne Noire occidentale). *Mémoires de la Société géologique de France. Nouvelle série*, LX, 141 : 1-80.
- De Hoÿm de Marien L. (2019) - Pressure-temperature-time evolution of the Variscan high-pressure units of the eastern Massif-Central : geodynamic implications. *Thèse doctorat Université de Rennes 1*. 275 p.
- Demange M. (1975) - Style pennique de la Zone Axiale de la Montagne Noire entre Saint-Pons et Murat-sur-Vèbre (Massif Central). *Bulletin du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, 2, 2 : 269-291.
- Demange M. (1982) - Étude géologique du massif de l'Agout (Montagne noire, France). *Thèse Doctorat Science, Université Paris, VI*, 1052 p., 2 volumes.
- Demange M. (1985) - The eclogite-facies rocks of the Montagne Noire, France. *Chemical Geology*, 50 : 173-188.
- Demange M. (1998) - Contribution au problème de la formation des dômes de la zone axiale de la Montagne Noire : analyse

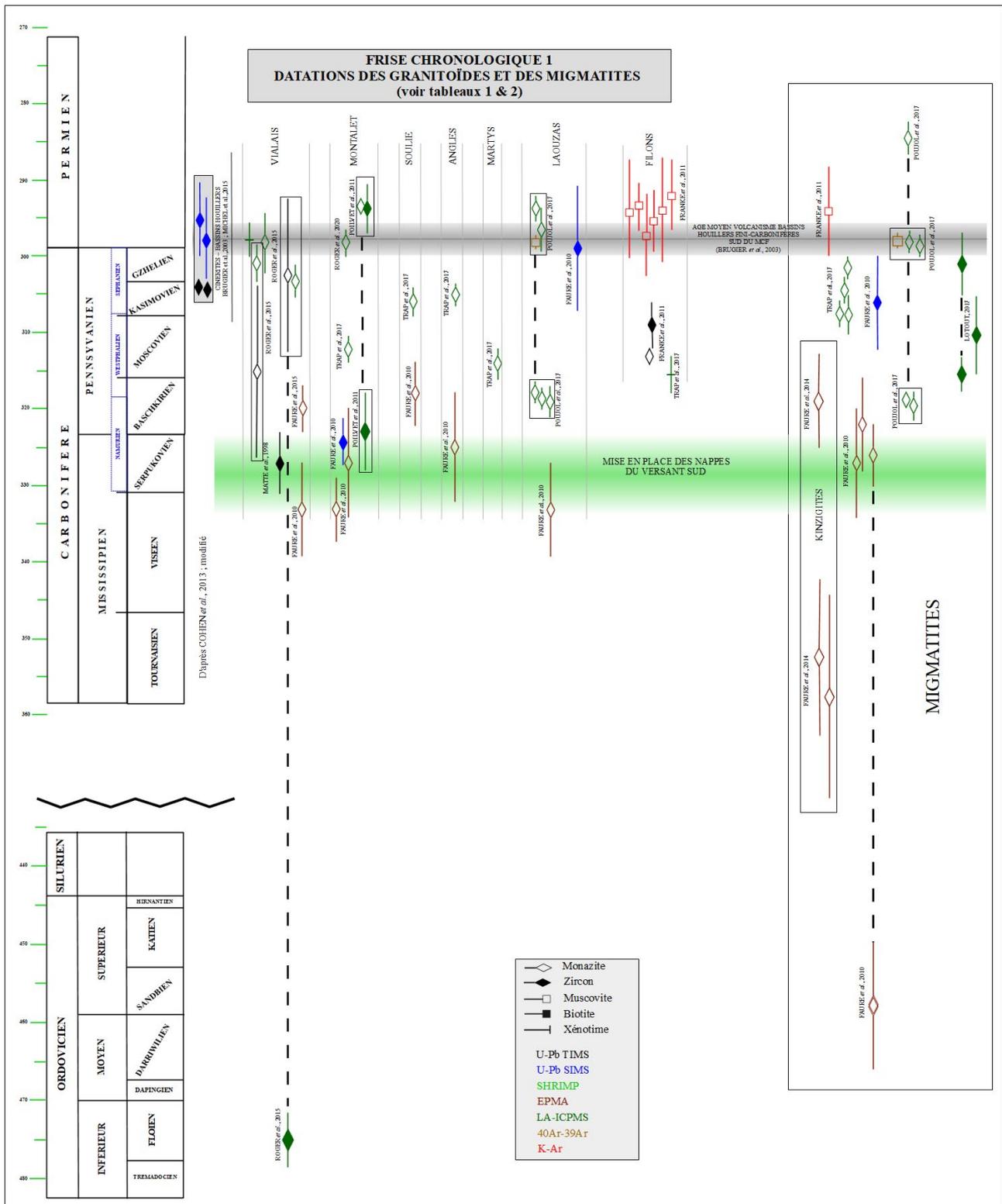


Fig. 10 – Frise chronologique 1 : datation des granitoïdes et des migmatites (d’après Talbs. 1 & 2).

Fig. 11 – Frise chronologique 1 : datation des orthogneiss du groupe Somail-Nore et des éclogites (d’après Talbs. 3, 4 & 5).

- géométrique des plissements superposés dans les séries sédimentaires de l'enveloppe. Implication pour tout modèle géodynamique. *Géologie de la France*, 4 : 3-56.
- Demange M. (1999) - Évolution tectonique de la Montagne noire : un modèle en transpression. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 2, 329, 11 : 823-829.
- Demange (2008) - Documents inédits préalables à la notice de la nouvelle carte géologique de Mazamet (communiqués en février 2013 par J.-P. Tarayre).
- Demange M. & Frignet B. (1977) - Les roches basiques de l'Ayrole (commune de Fraïsse-sur-Agout, Hérault), massif de l'Agout, Montagne Noire. Étude chimique. *Bulletin de la Société française de Minéralogie et de Cristallographie*, 100, 2 : 114-122.
- Demange M. & Perrin M. (1978) - Distinction d'unités lithostratigraphiques au sein des gneiss du massif de Nore (Montagne noire). Conséquences tectoniques. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, D, 286 : 571-573.
- Demange M. & Gattoni L. (1978) - Le métamorphisme progressif des formations d'origine péliitique du flanc sud du massif de l'Agout (Montagne Noire, France). Isogrades et faciès de métamorphisme. *Bulletin de Minéralogie*, 101, 3 : 334-349.
- Demange M. & Léger M. (1980) - Présence d'éclogites en Cabardès. Un nouveau témoin de métamorphisme de haute à moyenne pression sur le flanc sud de la zone axiale de la Montagne Noire. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, D, 291, 7 : 597-599.
- Demange M. & Jamet P. (1986) - L'accident majeur Mazamet-Tantajo (Montagne Noire) : décrochement tardi-hercynien et faille inverse pyrénéenne. *Géologie de la France*, 3 : 273-280.
- Demange M., Guérangé-Lozes J. & Guérangé B. (1996) - Carte géol. France (1/50000), feuille Lacaune (987). Orléans : Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Notice explicative par M. Demange, J. Guérangé-Lozes, B. Guérangé & coll. (1995), 153 p.
- Demange M., Guérangé-Lozes J. & Guérangé B., avec la collaboration de Astruc J.G., Teissier J.L., Maldinier M., Galharague J., Michard A.G. & Servelle C. (1995) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50000), feuille Lacaune (987). Orléans Bureau de Recherches Géologiques et Minières, 153 p. Carte géologique par M. Demange, J. Guérangé-Lozes & B. Guérangé (1996).
- Demange M., Mouline M.P., Alabouvette B. (1997) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Revel (1011). Orléans : Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Notice explicative par M. Demange, B. Alabouvette, M.P. Mouline, J.G. Astruc (1997), 104 p.
- Demange M., Alabouvette B., Mouline M.P., Astruc J.G. (1997) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Revel (1011). Orléans : Bureau de Recherches Géologiques et Minières, 104 p. Carte géologique par M. Demange, M.P. Mouline, B. Alabouvette (1997).
- Ducrot J., Lancelo T.J. R. & Reille J.L. (1979) - Datation en Montagne Noire d'un témoin d'une phase majeure d'amincissement crustal caractéristique de l'Europe prévarisque. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 7, XXI, 4 : 501-505.
- Echtler H. & Malavieille J. (1990) - Extensional tectonics, basement uplift and stephano-permian collapse basin in a late variscan metamorphic core complex (Montagne Noire, southern Massif Central). *Tectonophysics*, 177 : 125-138.
- Ellenberger F. (1967) - Replis des micaschistes et tectonique d'infrastructure au sein du massif gneissique du Caroux (Zone axiale de la Montagne Noire). *Comptes-rendus sommaires de la Société géologique de France*, 6 : 227-228.
- Ellenberger F. & Santarelli N. (1974) - Les « Schistes X » de la Montagne Noire orientale : distinction d'unités lithostratigraphiques et conséquences tectoniques. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, D, 278 : 2409-2412.
- Engel W., Feist R. & Franke W. (1978) - Synorogenic gravitational transport in the carboniferous of the Montagne Noire (S-France). *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 129 : 461-472.
- Engel W., Feist R. & Franke W. (1980-1981) - Le Carbonifère de la Montagne Noire : rapports entre mise en place des nappes et sédimentation. *Bulletin du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, 2, I, 4 : 341-389.
- Faure M. (1995) - Late orogenic carboniferous extensions in the Variscan French Massif Central. *Tectonics*, 14 : 132-153.
- Faure M., Cocherie A., Be Mezeme E., Charles N. & Rossi P. (2010) - Middle carboniferous crustal melting in the variscan belt : new insights from U-Th-Pb_{tot} monazite and U-Pb zircon ages of the Montagne Noire Axial Zone (southern French Massif Central). *Gondwana research*, 18 : 653-673.
- Faure M., Cocherie A., Gache J., Esnault C., Guerot C., Rossi P., Lin W. & Li Q. (2014) - Middle carboniferous intracontinental subduction in the outer zone of the variscan belt (Montagne Noire Axial Zone, French Massif Central) : multimethod geochronological approach of polyphase metamorphism. In : Schulmann K., Martinez Catalan J.R., Lardeaux J.M., Janousek V., Oggiano G. (Eds.), The variscan orogeny : extend, timescale and the formation of the european crust, *Geological Society, London, Special Publications* 405.
- Feist R. & Galtier J. (1985) - Découverte de flores d'âge namurien probable dans le flysch à olistolites de Cabrières (Hérault). Implication sur la durée de la sédimentation synorogénique dans la Montagne Noire (France méridionale). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 2, 300, 6 : 207-212.
- Fossen H. (2016) - Structural Geology. 2nd Edition, Cambridge University Press, 524 p.
- Franke W., Doublier MP., Klama K., Potel S. & Wemmer K. (2011) - Hot metamorphic core complex in a cold foreland. *International Journal of Earth Sciences*, 100, 4 : 753-785.
- Fréville K., Cenki-Tok B., Leyreloup AF., Trap P., Malavieille J. & Teyssier C. (2013) - New structural insights and thermobarometrical analyses in the Montagne Noire gneiss dome (French Massif Central) : Implication for the late Variscan intracontinental tectonics. *Building Strong Continents: Evolution of the continental crust: growth, stabilisation, preservation and recycling' Portsmouth*, 2-4 September 2013 : 46.
- Fréville K., Cenki-Tok B., Trap P., Rabin M., Leyreloup A., Régnier J.L. & Whitney D.L. (2016) - Thermal interaction of middle and upper crust during gneiss dome formation: Example from the Montagne Noire (French Massif Central). *Journal of Metamorphic Geology*, 34, 5 : 447-462.
- Gèze B. (1949) - Étude géologique de la Montagne noire et des Cévennes méridionales. *Mémoire Société Géologique de France*, nouvelle série, Paris, 29, (62), 215 p.
- Guérangé-Lozes J. (1987) - Les nappes varisques de l'Albigeois cristallin. Lithostratigraphie, volcanisme et déformations. Thèse d'État, *Documents du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, 135. 259 p.
- Guérangé-Lozes J. & Burg J.P. (1990) - Les nappes varisques du Sud-Ouest du Massif central (cartes géologique et structurale a 1/250000 Montpellier et Aurillac). *Géologie de la France*, 3-4 : 71-106.
- Guérangé-Lozes J., Guérangé B., avec la collaboration de Lefavrais A., Raçon J.P., Astruc J.G., Michard A., Greber

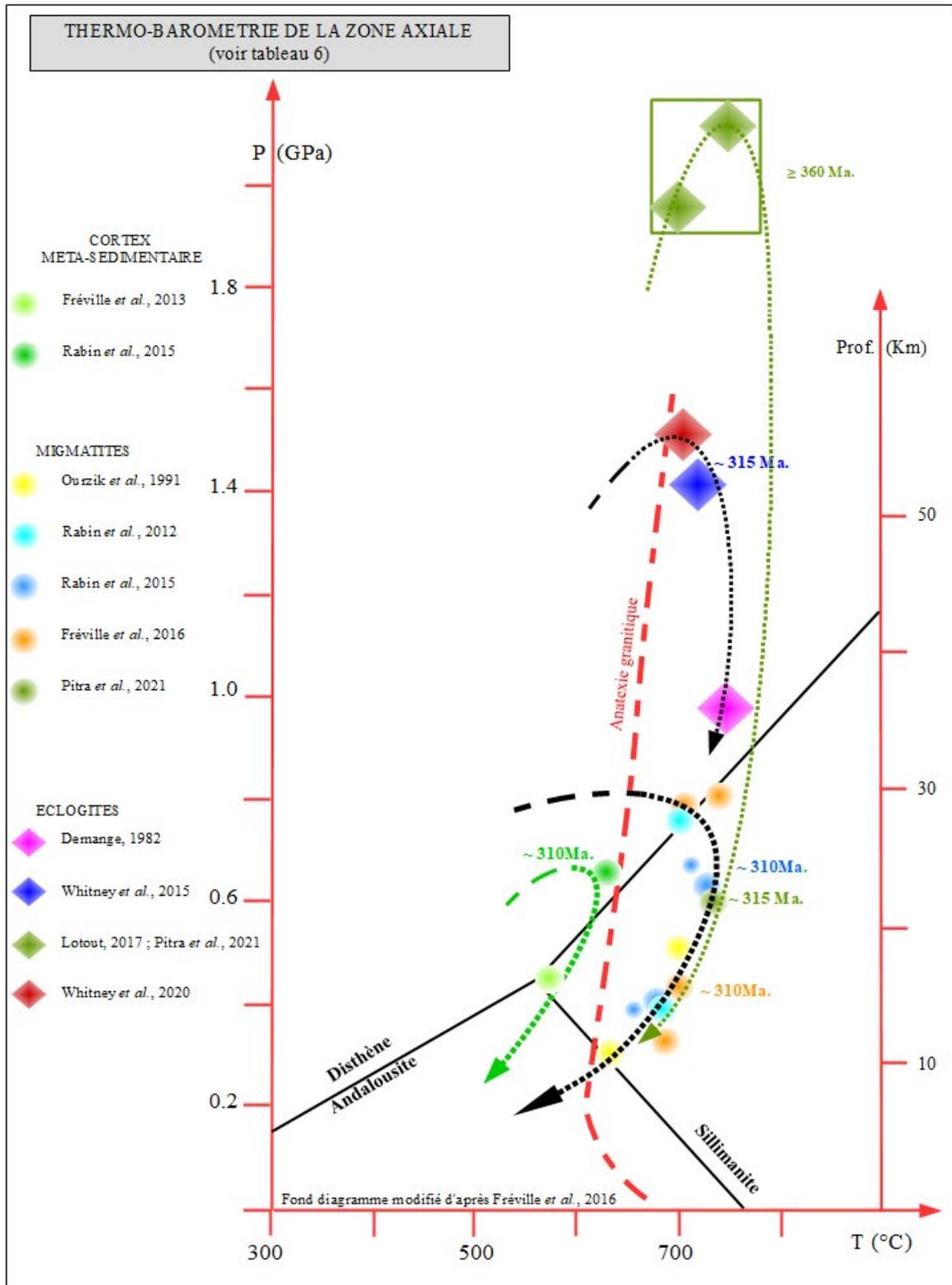


Fig. 12 – Diagramme thermo-barométrique de la Zone Axiale (d’après Tabl. 6).

- C. & Servelle C. (1991) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50000), feuille Camarès (961) – Orléans ; *Bureau de recherches géologiques et minières*, 84p. Carte géologique par Donnot M., Lefavrais A., Lablanche G., Greber C., Rouchy J.M. & Prian J.P. (1990).
- Guérangé-Lozes J., Demange M. & Mouline M. (2013) - Carte géol. France (1/50 000), feuille Castres (986). Orléans : *Bureau de recherches géologiques et minières*. Notice explicative par Guérangé-Lozes J., Demange M. & Mouline M., 170 p.
- Guérangé-Lozes J., Demange M. & Mouline M. (2012) - Notice explicative, Carte géol. France (1/50 000), feuille Castres (986). Orléans : *Bureau de recherches géologiques et minières*, 170 p. Carte géologique par Guérangé-Lozes J., Demange M. & Mouline M. (2013).
- Hamelin C., Whitney D.L., Roger F. & Teyssier C. (2022) - Orogenic eclogites record relative magnitude of deep crustal flow and extent of migmatite-eclogite interaction. *Lithos*, 434-435, 106917.
- Higgins M.W. (1971) - Cataclastic rocks. *U. S. Geological Survey professional paper*; 687, 97 p.
- Lescuyer, J. L. & Cocherie A. (1992) - Datation sur monozircons des métadacites de Sériès. Arguments pour un âge protérozoïque terminal des « schistes X » de la Montagne noire (Massif central français). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 2, 314 : 1071-1077
- Magontier J. (1988) - Étude géologique de la Gardonnenque entre St Jean du Gard et La Grand'Combe à l'Ouest d'Alès (Gard, France), *Thèse Doctorat Université de Bordeaux III*, 487 p.
- Malavieille J. (2010) - Impact of erosion, sedimentation and structural heritage on the structure and kinematics of orogenic wedges : analog models and case studies. *The Geological Society of America Today*, 20, 1, 10 p.
- Maluski H., Costa S. & Echtler H. (1991) - Late variscan tectonic evolution by thinning of earlier thickened crust. An ⁴⁰Ar-³⁹Ar study of the Montagne Noire, southern Massif Central, France. *Lithos*, 26, 3-4 : 287-304.
- Matte P., Lancelot J. & Mattauer M. (1998) - La zone axiale hercynienne de la Montagne Noire n'est pas un « metamorphic core complex » extensif mais un anticlinal post-nappe à cœur anatectique. *Geodinamica Acta*, 11, 1 : 13-22.
- Michel L.A., Tabor N.J., Montañez I.P., Schmitz M.D. & Davydov V. I. (2015) - Chronostratigraphy and Paleoclimatology of the Lodève Basin, France: Evidence for a pan-tropical aridification event across the Carboniferous–Permian boundary. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 430 : 118-131.
- Ourzik A., Debat P. & Mercier A. (1991) - Evolution métamorphique de la partie N et NE de la zone axiale de la Montagne Noire (Sud du Massif Central, France). *Comptes Rendus de l'Académie des sciences*, Paris, 12 a, 313 : 1547-1553.
- Padel M., Alvaro J.J., Clausen S., Guillot F., Poujol M., Chichorro M., Monceret E., Pereira M. F. & Vizcaino D. (2017) - U–Pb laser ablation ICP-MS zircon dating across the Ediacaran–Cambrian transition of the Montagne Noire, southern France. *Comptes-Rendus Geoscience*, 349, 8 : 380-390.
- Passchier C. W. & Trouw R. A. J. (2005) - Microtectonics. 2nd Edition, *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*. 372 p.
- Peterman E.M., Hacker B.R. & Baxter E.F. (2009) - Phase transformations of continental crust during subduction and exhumation: Western Gneiss Region, Norway. *European Journal of Mineralogy*, 21 : 1097-1118.
- Pille L., (2008) - Foraminifères et algues calcaires du Mississippien supérieur (Viséen supérieur-Serpukhovien): rôles biostratigraphique, paléocéologique et paléogéographique aux échelles locale, régionale et mondiale. *Thèse Doctorat, Université de Lille*, 317 p.
- Pitra P., Poujol M., Van den Driessche J., Poilvet J.C. & Paquette J.L. (2012) - Early Permian extensional shearing of an Ordovician granite: The Saint-Eutrope “C/S-like” orthogneiss (Montagne Noire, French Massif Central). *Comptes-Rendus Geoscience*, 344 : 377-384.
- Pitra P., Poujol M., Van den Driessche J., Bretagne E., Lotout C. & Cogné N. (2022) - Late Variscan (315 Ma) subduction or deceptive zircon REE patterns and U–Pb dates from migmatite-hosted eclogites? (Montagne Noire, France). *Journal of Metamorphic Geology*, 40, 1 : 39-65.
- Poilvet J.C., Poujol M., Pitra P., Van den Driessche J. & Paquette J.L. (2011) - The Montalet granite, Montagne Noire, France : an early Permian syn-extensional pluton as evidenced by new U-Th-Pb data on zircon and monazite. *Comptes-Rendus Geoscience*, 343 : 454-461.
- Poucllet A, Álvaro J.J., Bardintzeff J.M., Imaz A.G., Monceret E. & Vizcaino D. (2017) - Cambrian-early Ordovician volcanisme across the south armorican and occitan domains of the variscan belt in France : continental break-up and rifting of the northern Gondwana margin. *Geoscience Frontiers*, 8, 1 : 25-64.
- Poujol M., Pitra P., Van Den Driessche J., Ruffet G., Tartese R., Paquette J.L. & Poilvet J.C. (2017) - Two-stage partial melting during the Variscan extensional tectonics (Montagne Noire, France). *International Journal of Earth Sciences*, 106, 2 : 477-500.
- Proyer A. (2003) - The preservation of high-pressure rocks during exhumation: metagranites and metapelites. *Lithos*, 70, 3 : 183-94.
- Quémart P., Dabard M.P., Chauvel J.J. & Feist R. (1993) - La transgression éo-dévonienne sur le Paléozoïque ancien dans la nappe du Mont Peyroux (Montagne Noire, Hérault) : signature pétrographique et implications géodynamiques. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 2, 317 : 655-661.
- Rabin M., Trap P., Carry N., Marquer D. & Goncalves P. (2012) - New structural insights, GIS analysis and thermobarometrical study in the Montagne Noire axial zone (French Massif Central) : implication for the late variscan intracontinental tectonics. Relative contribution of variscan orogenic events to formation of european crust, abstracts, *Géologie de la France*, 1 : 175-176.
- Rabin M., Trap P., Carry N., Freville K., Cenki-Tok B., Lobjoie C., Goncalves P. & Marquer D. (2015) - Strain partitioning along the anatectique front in the variscan Montagne Noire massif (Southern French Massif Central). *Tectonics*, 34, 1709-1735.
- Reille J.L. (1978) - Mise en évidence de formations hypovolcaniques alcalines cambriennes parmi les orthogneiss hercyniens de la Zone Axiale de la Montagne Noire d'après l'étude des populations de zircons. Conséquences géologiques. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, D, 287 : 579-582.
- Rey P. F., Teyssier C., Kruckenberg S.C. & Whitney D.L. (2011) - Viscous collision in channel explains double domes in metamorphic core complexes. *Geology*, 39, 4 : 387-390.
- Roger F., Respaut J.P., Brunel M., Matte P. & Paquette J.L. (2004) - Première datation U–Pb des orthogneiss ocellés de la zone axiale de la Montagne noire (Sud du Massif central) : nouveaux témoins du magmatisme ordovicien dans la chaîne Varisque. *Comptes-Rendus Geoscience*, 336 : 19-28
- Roger F., Teyssier C., Respaut J.P., Rey P. F., Jolivet M., Whitney D.L., Paquette J.L. & Brunel M. (2015) - Timing of formation

- and exhumation of the Montagne Noire double dome, French Massif Central. *Tectonophysics*, 640-641 : 53-69.
- Roger F., Teyssier C., Whitney DL., Respaut JP., Paquette JL. & Rey P. F. (2020) - Age of metamorphism and deformation in the Montagne Noire dome (French Massif Central) : Tapping into the memory of fine-grained gneisses using monazite U-Th-Pb geochronology. *Tectonophysics*, 776 : 228316.
- Schranzhofer C. (1999) - La zone de cisaillement polyphasée du versant sud de la zone axiale de la Montagne Noire (Massif Central, France) : un «vecteur» pour l'exhumation des dômes migmatitiques. *Thèse Doctorat Université Paris VI-Pierre et Marie Curie*. 188 p.
- Schüling R. D. (1960) - Le dôme gneissique de l'Agout (Tarn et Hérault). *Mémoire de la Société géologique de France*, nouvelle série, Paris, 29, (91), 59 p.
- Sibson R. H. (1977) - Fault types and fault mechanisms. *Journal of the Geological Society*, 133 : 191-213.
- Teyssier C., Whitney, D. L., Roger F., Rey P. F. & Trap P. (2015) - Coeval eclogitization and migmatization during orogenic collapse (Montagne Noire dome). *The variscan belt correlations and plate dynamics, abstracts, Géologie de la France*, 1 : 133-134.
- Trap P., Roger F., Cenk-Tok B. & Paquette J-L. (2017) - Timing and duration of partial melting and magmatism in the Variscan Montagne Noire gneiss dome (French Massif Central). *International Journal of Earth Sciences*, 106 : 453-476.
- Vachard D., Izart A. & Cozar P. (2017) - Mississippian (middle Tournaisian-late Serpukhovian) lithostratigraphic and tectonosedimentary units of the southeastern Montagne Noire (Hérault, France). *Géologie de la France*, 1 : 47-88.
- Soula J-C, Debat P, Brusset S, Bessiere G, Christophoul F & Deramond J (2001) - Thrust-related, diapiric, and extensional doming in a frontal orogenic wedge : example of the Montagne Noire, Southern French Hercynian Belt. *Journal of Structural Geology*, 23, 11 :1677-1699.
- Vanderhaeghe O., Laurent O., Gardien V., Moyen J.-F., Gèbelin A., Chelle-Michou C., Couzinié S., Villaros A. & Bellanger M. (2020) - Flow of partially molten crust controlling construction, growth and collapse of the Variscan orogenic belt: the geologic record of the French Massif Central. *Bulletin de la Société géologique de France*, 191 : 1-56.
- Van den Driessche J. & Brun J.P. (1992) - Tectonic evolution of the Montagne Noire (French Massif Central) : a model of extensional gneiss dome. *Geodinamica Acta*, 5, 1-2 : 85-99.
- Whitney D. L., Roger F., Teyssier C., Rey P. F. & Respaut J.P. (2015) - Syn-collapse eclogite metamorphism and exhumation of deep crust in a migmatite dome : the P-T-t record of the youngest variscan eclogite (Montagne Noire, French Massif Central). *Earth and planetary Science Letters*, 430 : 224-234.
- Whitney D., Hamelin C., Teyssier C., Raia N., Korchinski M., Seaton N., Bagley B., Handt A., Roger F. & Rey P. (2020) - Deep crustal source of gneiss dome revealed by eclogite in migmatite (Montagne Noire, French Massif Central). *Journal of Metamorphic Geology*, 38, 165 : 297-327.
- Wise D.U., Dunn D.E., Engelder J.T., Geiser PA., Hatcher R.D., Kish S.A., Odom A.L. & Schamel S. (1984) - Fault-related rocks : suggestions for terminology. *Geology*, 12 : 391-394.

DOAJ

DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS



Soumis le 28.02.2023

Accepté le 22.03.2023

Publié en ligne (pdf) le 14.04.2023

ANNEXES

TABLEAU I : Datations des migmatites (+ Kinzigites).

TABLEAU I : Datations des migmatites (+ Kinzigites).				
AUTEURS	LITHOLOGIE	METHODE	AGE	OBSERVATIONS
MIGMATITES				
Bé-Mézeme, 2005	Métatexite (Ourt 1)	U-Th-Pb EPMA	<u>Mz = 326 ± 4 Ma.</u> <u>Mz = 458 ± 9 Ma.</u>	Col d'Ourtigas
Faure et al., 2010	Migmatite	U-Th-Pb EPMA	<u>Mz = 322 ± 6 Ma.</u>	Espinouse
	Diatexite	U-Pb SIMS	<u>Zr = 306 ± 6 Ma.</u>	La Salvetat/Agout
U-Th-Pb EPMA		<u>Mz = 327 ± 7 Ma.</u>		
Franke et al., 2011	Orthogneiss migmatitique (Do 209)	K-Ar	<u>Mu = 294,3 ± 5,8 Ma.</u>	La Salvetat/Agout
Trap et al., 2017	Métatexite Bi-Gr (MN 14-04B)	LA-ICP-MS	<u>Mz = 301.5 ± 1.4 Ma.</u>	Cabot M – LP/HT Déformation D3
	Métatexite Cd-Bi (MN 9-B1)		<u>Mz = 304.7 ± 1.7 Ma.</u>	
	Métatexite Bi-Cd-Sill (MN C-04)		<u>Mz = 307.7 ± 2.5 Ma.</u>	Espinouse M2 - HT
	Métatexite Bi-Sill-Cd-Gr (MN 13-B2)		<u>Mz = 307.6 ± 1.8 Ma.</u>	La Salvetat/Agout M2 – HT Déformation D2
Poujol et al., 2017	Métatexite (ES 8)	U-Th-Pb LA-ICP-MS	<u>Mz = 318.5 ± 0.7 Ma.</u> <u>Mz = 319.8 ± 1.8 Ma.</u> <u>Mz = 298.8 ± 1.3 Ma.</u> <u>Mz = 298.2 ± 1.5 Ma.</u> <u>Mz = 284.7 ± 2.1 Ma.</u>	La Salvetat/Agout Migmatisation 1 Migmatisation 2 ? + Circulations fluides
		⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	<u>Mu = 298 ± 1 Ma.</u>	Migmatisation 2 ? + Circulations fluides
Lotout, 2017 Pitra et al., 2022	Migmatite Gr-Bi-Sill (EP 5) (adjacente à l'éclogite EP 1)	U-Pb LA-ICP-MS	<u>Zr = 301 ± 4 Ma.</u> <u>Zr = 310.4 ± 5.0 Ma.</u> <u>Zr = 315.3 ± 2.2 Ma.</u>	Métamorphisme BP/HT (Refroidissement isobare: 0.6 GPa, 730 ► 690°C) + circulation de fluides
KINZIGITES				
Faure et al., 2014	Gneiss kinzigitiques Cd-Gr (E 48)	U-Th-Pb EPMA	<u>Mz = 319 ± 6 Ma.</u>	La Salvetat
	Gneiss kinzigitiques (F 2)		<u>Mz = 352 ± 10 Ma.</u>	
	Gneiss kinzigitiques (F 11)		<u>Mz = 357 ± 13 Ma.</u>	Puech Plo

Mz = 357 ± 13 Ma. : datation reportée sur la frise chronologique 1.

Mu : muscovite ; **Mz** : monazite ; **Zr** : zircon. [Bi : biotite ; Cd : cordièrite ; Sill : sillimanite ; Gr : grenat].

TABLEAU 2 : Datations des granitoïdes.

TABLEAU II : Datations des granitoïdes.				
AUTEURS	LITHOLOGIE	METHODE	AGE	OBSERVATIONS
GRANITE ANATECTIQUE (Cd) DU VIALAIS				
Matte <i>et al.</i> , 1998		U-Pb TIMS	$Zr/Mz = 327 \pm 4 \text{ Ma.}$	
Roger <i>et al.</i> , 2015	Granite déformé (MN 17)	U-Pb TIMS LA-ICP-MS	$Mz = 302.6 \pm 9.9 \text{ Ma.}$ $Mz = 303.6 \pm 2 \text{ Ma.}$ $Zr = 474.9 \pm 3.4 \text{ Ma.}$	Bardou
	Granite déformé (MN 19)	U-Pb TIMS LA-ICP-MS	$Mz = 315 \pm 11 \text{ Ma.}$ $Mz = 301.2 \pm 2.4 \text{ Ma.}$	Douch
	Leucogranite à Gr (MN 30)	LA-ICP-MS	$Mz = 298.6 \pm 4 \text{ Ma.}$ $Xe = 298.2 \pm 2.2 \text{ Ma.}$	Ourtigas
Bé-Mézème, 2005 Faure <i>et al.</i> , 2010	Leucogranite	U-Th-Pb EPMA	$Mz = 320 \pm 3 \text{ Ma.}$ $Mz = 333 \pm 6 \text{ Ma.}$	
GRANITE PERALUMINEUX (Bi - Gr) DU MONTALET - PICOTALEN				
Bé-Mézème, 2005 Faure <i>et al.</i> , 2010	Faciès à Grenat	SIMS	$Zr = 324 \pm 3 \text{ Ma.}$	
		U-Th-Pb EPMA	$Mz = 327 \pm 7 \text{ Ma.}$	
Faure <i>et al.</i> , 2010	Faciès à Biotite	U-Th-Pb EPMA	$Mz = 333 \pm 4 \text{ Ma}^*$	
Poilvet <i>et al.</i> , 2011	Leucogranite à Gr - C/S (ES 5)	U-Th-Pb LA-ICP-MS	$Mz = 293.7 \pm 1 \text{ Ma.}$ $Zr = 294.1 \pm 3.1 \text{ Ma.}$ $Zr = 323 \pm 5 \text{ Ma.}$	Col de Picotalen
Trap <i>et al.</i> , 2017	Dyke granite à Cordiérite (MN 14-04C)	LA-ICP-MS	$Mz = 312.1 \pm 1.8 \text{ Ma.}$ $Xe = 315.4 \pm 2.3 \text{ Ma.}$	Cabot
Roger <i>et al.</i> , 2020	Leucogranite C/S à Gr Cisaillement NE	U-Th-Pb LA-ICP-MS	$Mz = 298.5 \pm 1.8 \text{ Ma.}$	
LEUCOGRANITE (Mu-Bi-Gr) DU SOULIE				
Faure <i>et al.</i> , 2010		U-Th-Pb EPMA	$Mz = 318 \pm 4 \text{ Ma.}$	
Trap <i>et al.</i> , 2017	Granite syntectonique (MN 14-11)	U-Th-Pb LA-ICP-MS	$Mz = 306 \pm 1.9 \text{ Ma.}$	Emplacement D2
GRANITE (Bi) D'ANGLES				
Bé-Mézème, 2005 Faure <i>et al.</i> , 2010		U-Th-Pb EPMA	$Mz = 325 \pm 7 \text{ Ma.}$	
Trap <i>et al.</i> , 2017	Granite syntectonique (MN 14-09)	U-Th-Pb LA-ICP-MS	$Mz = 305 \pm 1.5 \text{ Ma.}$	Foliation verticale S2 - N60°E Emplacement D2
GRANITE DES MARTYS				
Trap <i>et al.</i> , 2017	(MN 14-19)	U-Th-Pb LA-ICP-MS	$Mz = 314.0 \pm 2.0 \text{ Ma.}$	Emplacement D2
LEUCOGRANITE (Mu-Bi-Gr-Cd) DU LAOUZAS				
Bé-Mézème, 2005 Faure <i>et al.</i> , 2010	Granite à Cd	U-Th-Pb EPMA	$Mz = 333 \pm 6 \text{ Ma.}$	
Faure <i>et al.</i> , 2010		SIMS	$Zr = 299 \pm 8 \text{ Ma.}$	
Poujol <i>et al.</i> , 2017	(ES 7)	U-Th-Pb LA-ICP-MS	$Mz = 318 \pm 1.4 \text{ Ma.}$ $Mz = 318.8 \pm 1.5 \text{ Ma.}$ $Mz = 319.1 \pm 2 \text{ Ma.}$ $Mz = 293.5 \pm 1.7 \text{ Ma.}$ $Mz = 296.5 \pm 2.8 \text{ Ma.}$	Mise en place Circulations hydrothermales
		$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	$Mu = 298.2 \pm 0.8 \text{ Ma.}$	

TABLEAU II - Suite

FILONS				
Franke <i>et al.</i> , 2011	Dyke méta-aplite (H 6)	U–Pb TIMS	<u>Zr = 309 ± 3 Ma.</u> <u>Mz = 313 ± 1 Ma.</u>	Gorges d'Héric
	Dyke de pegmatite post-tectonique (H 2)	K/Ar	<u>Mu = 292,0 ± 4,4 Ma.</u>	
	Dyke microgranite (H 3)		<u>Mu = 294,3 ± 6 Ma.</u>	Gorges d'Héric (Gouffre du Cerisier)
	Pegmatite à tourmaline (H 1)		<u>Mu = 293,3 ± 3 Ma.</u>	Gorges d'Héric
	Pegmatite (BR 4)		<u>Mu = 297,2 ± 5,3 Ma.</u>	
	Pegmatite (BR 19)		<u>Mu = 295,2 ± 3,8 Ma.</u>	Gorges de Colombières
	Pegmatite cisailée vers l'E dans schistes X 3-5 (BR 20)		<u>Mu = 293,9 ± 6,8 Ma.</u>	NE de Rosis

Mu = 298.2 ± 0.8 Ma. : datation reportée sur la frise chronologique 1.

Mu : muscovite ; **Mz** : monazite ; **Zr** : zircon ; **Xe** : xénotime. [Bi : biotite ; Cd : cordièrite ; Gr : grenat].

TABLEAU 3 : Datations des orthogneiss du Somail-Nore (faciès Héric et Larn + orthogneiss de St Eutrope).

T A B L E A U III : Datations des orthogneiss du Somail-Nore (faciès Héric et Larn + St Eutrope).				
AUTEURS	LITHOLOGIE	METHODE	AGE	OBSERVATIONS
GROUPE DU SOMAIL-NORE [Orthogneiss d'Héric / Larn]				
Maluski et al. 1991	OG – O et L cisailé vers l'E (CA2)	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	<u>Bi = 316 ± 4 Ma.</u> <u>Mu = 300 ± 3 Ma.</u>	Caroux
	OGneiss rubanés (TR 6)		<u>Bi = 311 ± 4 Ma.</u> <u>Mu = 309 ± 2.9 Ma.</u>	Caroux Flanc sud
	Gneiss rubanés (TR 8)		<u>Bi = 308 ± 2.9 Ma.</u>	Caroux Flanc sud
	OG mylonitiques (ZC vers NE) (OS 11)		<u>Mu = 297 ± 2.8 Ma.</u>	NE zone axiale
Roger et al., 2004	Orthogneiss ocellés (MN 7)	U-Th-Pb ID-TIMS	<u>Zr = 450 ± 6 Ma.</u>	Protolithe ordovicien Gorges d'Héric
	Orthogneiss ocellés (MN 15)		<u>Zr = 456 ± 3 Ma.</u> <u>Zr = 454 ± 1 Ma.</u>	Protolithe ordovicien Pont de Larn
Cocherie et al. 2005	Orthogneiss ocellés (SOM 1)	U-Pb SHRIMP	<u>Zr = 471 ± 4 Ma.</u>	Protolithe ordovicien Col de Cabaretou
Blatt et al., 2005 <i>in Franke et al., 2011</i>	Orthogneiss	U-Pb TIMS	<u>Zr = 456 ± 2 Ma.</u>	Protolithe ordovicien
Franke et al., 2011	Orthogneiss (H 6b)	K-Ar	<u>Zr = 416 ± 4/-6 Ma.</u>	Protolithe ordovicien Gorges d'Héric
	Orthogneiss migmatitique (Do 209)		<u>Mu = 294,3 ± 5,8 Ma.</u>	La Salvetat/Agout
Roger et al., 2015	Orthogneiss ocellés (MN 7)	U-Th-Pb ID-TIMS	<u>Zr = 449.5 ± 7.9 Ma.</u> <u>Mz = 308 ± 3 Ma.</u>	Protolithe ordovicien Gorges d'Héric
Trap et al., 2017	Orthogneiss ocellés (MN 14-18)	U-Th-Pb LA-ICP-MS	<u>Zr = 472.1 ± 2.8 Ma.</u> <u>Mz = 470.4 ± 4.7 Ma.</u>	Albine Protolithe ordovicien
Roger et al., 2020	Orthogneiss ocellés (MN 14-03)	U-Th-Pb LA-ICP-MS	<u>Mz = 314.1 ± 1.3 Ma.</u>	Gouffre du Cerisier
	Orthogneiss ocellés MN 5	U-Th-Pb TIMS	<u>Mz = 304.5 ± 1 Ma.</u>	La Planésié
GROUPE DU SOMAIL-NORE [Orthogneiss de St Eutrope]				
Pitra et al., 2012	OG St Eutrope (C/S) (ES 2)	U-Th-Pb LA-ICP-MS	<u>Mz = 294.4 ± 4 Ma.</u> <u>Zr = 455.2 ± 2.2 Ma.</u>	Protolithe ordovicien
Roger et al., 2020	OG St Eutrope (MN 27)	U-Th-Pb LA-ICP-MS	<u>Mz = 314.4 ± 1.6 Ma.</u>	

Mu = 297 ± 2.8 Ma. : datation reportée sur la frise chronologique 2.

Bi : biotite ; **Mu** : muscovite ; **Mz** : monazite ; **Zr** : zircon.

TABLEAU 4 : Datations des gneiss fins plagioclasiqes.

T A B L E A U IV : Datations des gneiss fins plagioclasiqes.				
AUTEURS	LITHOLOGIE	METHODE	AGE	OBSERVATIONS
GNEISS FINS PLAGIOCLASIQUES				
Trap <i>et al.</i>, 2017	FGG (MN 14-03)	U-Th-Pb LA-ICP-MS	<u>Mz = 305.7 ± 3.9 Ma.</u>	La Fage Déformation D3
Roger <i>et al.</i>, 2020	FGG (MN 11-27)	U-Th-Pb LA-ICP-MS	<u>Mz = 294.6 ± 1.6 Ma.</u> <u>Cortex et cœurs</u>	Roc du Peyris
	FGG (MN 11-121)		<u>Mz = 294.9 ± 2.9 Ma.</u> <u>Cortex et cœurs</u>	Gouffre du Cerisier
	FGG migmatitiques (MN 11-47 B)		<u>Mz = 450.6 ± 5.6 Ma. *</u> <u>Mz = 301 ± 4 Ma. *</u>	Protolithe ordovicien Gouffre du Cerisier
	FGG (MN 11-117)		<u>Mz = 445.8 ± 3.8 Ma.</u> <u>Cortex et cœurs</u>	Protolithe ordovicien Gouffre du Cerisier
	FGG (MN 11-118)		<u>Mz = 441.0 ± 2.5 Ma.</u> <u>Cortex et cœurs</u>	Protolithe ordovicien Gouffre du Cerisier
	FGG (MN 11-119 A)		<u>Mz = 297.3 ± 1.6 Ma. *</u> <u>Mz = 316.9 ± 5.5 Ma. *</u>	Gouffre du Cerisier
	FGG (MN 11-57)		<u>Mz = 290.6 ± 2.4 Ma.</u> <u>Cortex et cœurs</u>	Roc du Caroux
	FGG (MN 11-59)		<u>Mz = 294.3 ± 2.2 Ma.</u> <u>Cortex et cœurs</u>	Héric
	FGG (MN 4)	U-Th-Pb TIMS	<u>Mz = 301 ± 7 Ma.</u>	Candoubre
	U-Th-Pb LA-ICP-MS	<u>Zr = 290 ± 9 Ma.</u> <u>(cortex)</u> <u>[cœurs hérités</u> <u>magmatiques]</u>	Candoubre Non magmatique (métamorphique, recristallisé ou hydrothermal)	

Mz = 301 ± 7 Ma. : datation reportée sur la frise chronologique 2.

Mz : monazite ; Zr : zircon.

Datation in situ : Mz = 316.9 ± 5.5 Ma.*

TABLEAU 5 : Datations des éclogites.

T A B L E A U V : Datations des éclogites.				
AUTEURS	LITHOLOGIE	METHODE	AGE	OBSERVATIONS
ECLOGITES				
Gebauer <i>et al.</i> , 1988 in Franke <i>et al.</i> , 2011		U/Pb	<u>Zr = ca. 440 Ma.</u>	Cristallisation du protolithe ultramafique ?
Faure <i>et al.</i> , 2014	Peyrambert - Terme de Fourcaric E 02	U-Pb SHRIMP	<u>Zr = 314 ± 2.5 Ma.</u>	Circulation de fluides hydrothermaux ou ré-homogénéisation isotopique au cours de M2 (HT/BP)
		U-Pb SIMS	<u>Zr = 311 ± 2 Ma.</u> <u>Ru = 308 ± 4 Ma.</u>	
		Sm/Nd	<u>Gr = 357.5 ± 8.6 Ma.</u>	Métamorphisme M1 ? (HP/BT)
Whitney <i>et al.</i> , 2015 Teyssier <i>et al.</i> , 2015	Terme de Fourcaric MN 13-11A (Gr-Omp-Ru)	U-Pb LA-ICP-MS	<u>Zr = 315.2 ± 1.6 Ma.</u> <u>Zr = 359.5 ± 4.7 Ma.</u>	Éclogitisation HP Cœur : Protolithe ou mét. pré-éclogitique
Lotout, 2017 Pitra <i>et al.</i> , 2021	Peyrambert - Terme de Fourcaric EP 1 (Éclogite fraîche) (Gr-Omp- Amph-Ru-Dist) (adjacente à la migmatite EP 5)	U-Pb LA-ICP-MS	<u>Zr = 361.5 ± 6.3 Ma.</u> <u>Zr = 366 ± 5 Ma.</u> <u>Zr = 339.6 ± 3.2 Ma.</u> <u>Zr = 315.4 ± 1.2 Ma.</u>	Métamorphisme HP ≥ 360 Ma.
	Peyrambert - Terme de Fourcaric MN 12-03 (Éclogite rétro-morphosée) (Gr-Hb-Bi)		<u>Mz = 311.4 ± 1.2 Ma.</u> <u>Zr = 309.4 ± 1.6 Ma.</u> <u>Zr = 314.2 ± 1.1 Ma.</u>	Métamorphisme BP/HT + circulation de fluides Protolithe océanique
Whitney <i>et al.</i> , 2020	Terme de Fourcaric MN 13-11	U-Pb SHRIMP	<u>Zr = 310.0 ± 1.9 Ma.</u>	Métam HP
	Cabardès MN 16-05B		<u>Zr = 310.7 ± 5.5 Ma.</u> <u>Zr = 446.1 ± 3.5 Ma.</u>	Métam HP age protolithe mafique
Hamelin <i>et al.</i> , 2022	Terme de Fourcaric MN 13-11	U-Pb LASS-ICP-MS	<u>Zr = 313 ± 1.9 Ma.</u> (cortex) <u>Zr : 434-400 Ma.</u> (cœur) <u>Ru = 304.2 ± 5.7 Ma.</u>	Varisque Protolithe mafique d'origine crustale
	Le Jounié [rétromorphosée] MN 13-08		<u>Zr = 320.2 ± 2.8 Ma.</u> (cortex) <u>Zr : 495-412 Ma.</u> (cœur) <u>Ru = 307.3 ± 4.5 Ma.</u>	
	Cabardès MN 16-04		[Zr = 304 ± 9 Ma.] (cortex)	
	Cabardès [rétromorphosée] MN 16-05B		<u>Zr = 442.5 ± 3.4 Ma.</u> (cœur)	
	Cabardès [rétromorphosée] MN 16-05B		<u>Ru = 307.4 ± 2.9 Ma.</u>	Varisque

Ru = 307.4 ± 2.9 Ma. : datation reportée sur la frise chronologique 2.

Mz : monazite ; **Zr** : zircon ; **Gr** : grenat ; **Ru** : rutile [Omp : omphacite ; Amp : amphibole ; Hb : hornblende ; Dist : disthène]

TABLEAU 6 : Thermo-barométrie de la zone axiale.

TABLEAU VI : Thermo-barométrie de la zone axiale.			
AUTEURS	P	T	OBSERVATIONS
MIGMATITES - MICASCHISTES			
Ourzik <i>et al.</i>, 1991	0.5 GPa	700 °C	Migmatites du Laouzas
	0.3 GPa	630 °C	
Rabin <i>et al.</i>, 2012	0.75 ± 0.1 GPa ► 0.4 ± 0.1 GPa	700 ± 50 °C ► 680 ± 50 °C	Partie migmatitique du dôme oriental
Freville <i>et al.</i>, 2013	0.45 GPa	570 °C	Cortex méta-sédimentaire
Rabin <i>et al.</i>, 2015	0.37 ± 0.05 GPa	660 ± 15 °C	Métatexites (MN 6)
	0.67 ± 0.05 GPa ► 0.37 ± 0.05 GPa	710 ± 20 °C ► 670 ± 20 °C	Métatexites (MN 12)
	0.62 ± 0.07 GPa ► 0.44 ± 0.05 GPa	725 ± 20 °C ► 665 ± 25 °C	Métatexites (MN 13-B2) Mz = 307.6 ± 1.8 Ma.
	0.65 ± 0.05 GPa	630 ± 20 °C	Micaschistes à Gr + St (MN 22) Mz = 309.0 ± 3.1 Ma.
Fréville <i>et al.</i>, 2016	0.43 ± 0.1 GPa	705 ± 45 °C	Gneiss migmatitiques (MN C-04) [Espinouse] Mz = 307.7 ± 2.5 Ma.
	0.78 ± 0.1 GPa ► 0.33 ± 0.07 GPa	723 ± 5 °C ► 695 ± 33 °C	Gneiss migmatitiques (MN C-17) [Espinouse]
	0.8 ± 0.07 GPa	738 ± 12 °C	Gneiss migmatitiques (MN 11-47) [Caroux]
Lotout, 2017 Pitra <i>et al.</i>, 2021	ca. 0.6 GPa	730°C	Migmatite (EP 5) [Terme de Fourcaric] (adjacente à l'éclogite EP 1) Zr = 315.3 ± 2.2 Ma.
ECLOGITES ± RETROMORPHOSEES			
Demange & Léger, 1980	0.98 ± 0.25 GPa	730 ± 70 °C	Eclogites le Cabardès
Demange, 1985	0.9 ± 0.2 GPa	750 ± 50 °C	Eclogites le Cabardès & le Jounié
Franke <i>et al.</i>, 2011	≥ 1.4 GPa	≥ 650 °C	Données Demange 1985 recalculées
Whitney <i>et al.</i>, 2015 Teyssier <i>et al.</i>, 2015	1.4 GPa	725 °C	Eclogites Terme de Fourcaric (MN 13-11A) Zr = 315.2 ± 1.6 Ma.
Lotout, 2017 Pitra <i>et al.</i>, 2021	ca. 0.95 GPa ► ca. 2.1 GPa	700°C ► 750°C	Eclogites Terme de Fourcaric (EP 1) (adjacente à la migmatite EP 5) Zr = 366 ± 5 Ma

Mz : monazite ; Zr : zircon. [St : staurotide ; Gr : grenat].

Découverte de deux stations de *Tulipa sylvestris* L. subsp. *sylvestris* sur la commune de Castres (Tarn, France)

Clother Coste¹, Philippe Durand², Mathieu Menand³,
Nicolas Leblond⁴ et Alain Gaston⁵

Résumé

Découverte sur la commune de Castres de deux stations de *Tulipa sylvestris* L. subsp. *sylvestris*, plante protégée en France. Le bilan des stations tarnaises est fait ainsi qu'une présentation des tulipes sauvages du Tarn et de France.

Mots clés : *Tulipa, sylvestris*, Tarn, Castres.

Abstract

Discovery in the municipality of Castres of two stations of *Tulipa sylvestris* L. subsp. *sylvestris*, plant protected in France. The assessment of the Tarn stations is made as well as a presentation of the wild tulips of the Tarn and France.

Keywords: *Tulipa, sylvestris*, Tarn, Castres.

Introduction

C'est au cours de prospections naturalistes sur la commune de Castres que nous avons eu le plaisir de découvrir deux stations de *Tulipa sylvestris* subsp. *sylvestris*. Cette tulipe sauvage et rare sur le département, est protégée nationalement.

Les deux stations observées sur la commune de Castres complètent la petite dizaine de stations déjà connues sur le Tarn, qui font l'objet d'un suivi annuel dans le cadre du projet « Urbaflore ».

Cette découverte nous permet de présenter les tulipes sauvages présentes sur le Tarn et plus largement en France.

Tulipa sylvestris L. subsp. *sylvestris* (Fig. 1 et 2)

Brève description

Nous reprenons la description de Lombard et Bajon (2000) : la Tulipe sylvestre est une plante vivace à bulbe entouré de tuniques brunâtres. La tige dressée est haute de 20 à 50 cm, glabre, simple et assez fine. Elle possède généralement trois feuilles basales, étroites et très allongées, pliées en gouttière, aiguës et légèrement glauques. La fleur unique, penchée avant la floraison, odorante, jaune vif, en forme de cloche possède 6 pétales ovales-lancéolés, les externes plus étroits et légèrement lavés de vert. Le fruit est une

-
1. 26 rue de Venise, 81100 Castres, cloter@wanadoo.fr
 2. 16 rue du Pont, 81570 Vielmur-sur-Agout, stsn@wanadoo.fr
 3. 8 Impasse du Chêne, 31620 Bouloc, mathieumenand@yahoo.fr
 4. Le Bourg, 12550 Saint-Juéry, nico.leblond@laposte.net
 5. 58 rue Blaise Pascal, 81100 Castres, gast.abcd@gmail.com





Fig. 1 - *Tulipa sylvestris* subsp *sylvestris* : vue intérieure des tépales (©PhD).



Fig. 2 - *Tulipa sylvestris* subsp *sylvestris* : vue extérieure des tépales (©PhD).

capsule allongée, arrondie au sommet et à la base, long d'environ 3 cm. La floraison s'observe du mois d'avril au mois de mai.

Reproduction

Les individus peuvent rester stériles pendant plusieurs années avant de refleurir. La multiplication végétative est rendue possible grâce aux caïeux du bulbe qui donnent naissance à de nouveaux bulbes. La reproduction sexuée semble moins efficace.

Statut national et régional

La tulipe sylvestre est protégée en France depuis l'arrêté du 20 janvier 1982 fixant la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire national. Elle est évaluée « LC - Préoccupation mineure » (risque de disparition faible) sur les listes rouges de la flore vasculaire de Midi-Pyrénées (Corriol *et al.* 2013) et de France métropolitaine (UICN *et al.*, 2018).

Bilan des stations tarnaises (Fig. 3)

Les stations bien connues et encore régulièrement visitées dans le Tarn sont Rabastens, Mézens, Albi,

Montpinier et Viviers-lès-Montagnes (source : LOBELIA : système d'information du Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées). L'espèce est par ailleurs citée récemment à Grazac (M. Tessier), Lautrec (F. Néri) et Fiac (L. Coubès).

Enfin, historiquement Doumenjou (1847) la citait à Castres, Vielmur et Saïx ; Martrin-Donos (1864) à Castres (la Bernadié), Guitalens, Parisot (Le Rougé) et Montans (près du presbytère), et Bel (1885) à Lavaur. Ces mentions restent à actualiser.

Nos deux stations castraises ne semblent donc pas avoir été récemment signalées et permettent de mettre à jour la présence de la tulipe sur cette commune. Elles ont été saisies dans la base de données LOBELIA du CBNPMP.

Écologie et menaces

Cette Tulipe sauvage est présente sur les plaines et les collines de l'Albigeois et du Castrais ainsi que sur les coteaux de Montclar et du Gaillacois, deux entités paysagères naturelles du Tarn.

Les deux stations castraises sont localisées en bord de route sur deux talus non entretenus, situation classique de milieu refuge pour une espèce jadis inféodée aux cultures sarclées et autres vignes (Fig. 4).

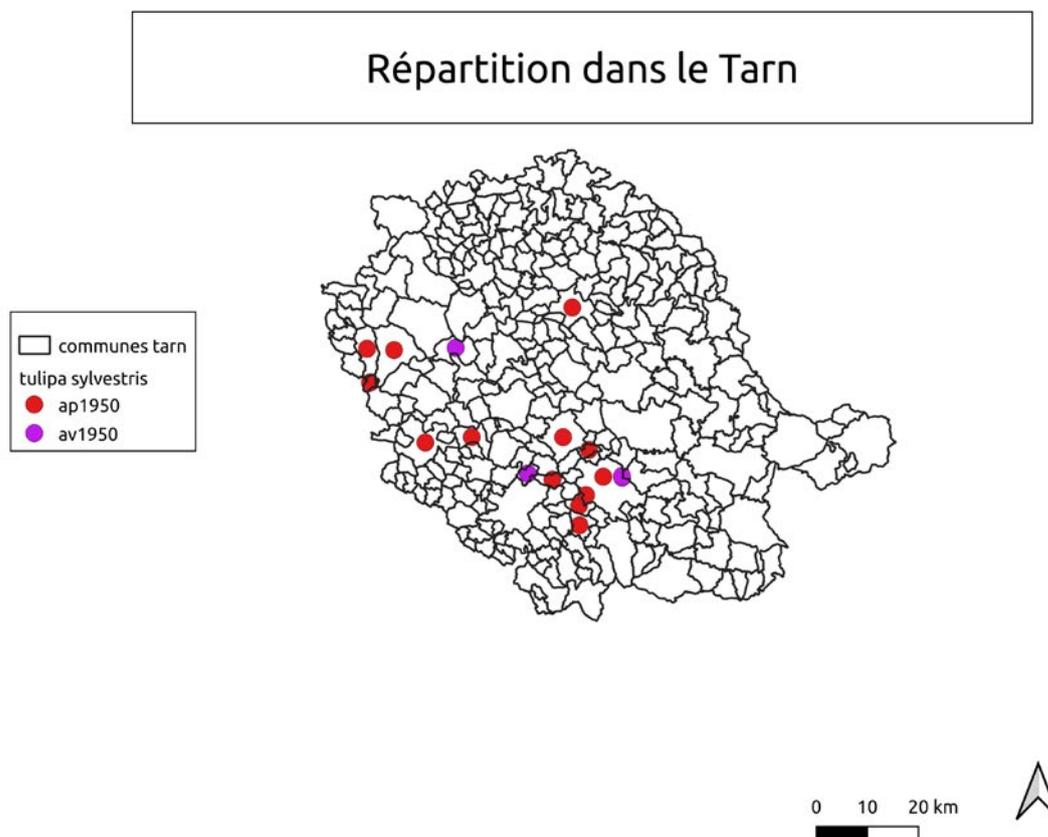


Fig. 3 - Carte de localisation tarnaise de *Tulipa sylvestris* subsp. *sylvestris* (©AG).

Le sol correspond ici aux argiles du Bartonien moyen (source InfoTerre). Elle est victime partout en France de l'urbanisation, de l'intensification des pratiques agricoles, du recours quasi-systématique aux herbicides, ainsi que de la cueillette, malgré son statut réglementaire d'espèce protégée (Lombard et Bajon, 2000).



Fig. 4 - Exemple de talus non entretenu où se développe *Tulipa sylvestris* subsp. *sylvestris* (©MM).

Les tulipes sauvages du Tarn

Dans le département on peut observer 5 tulipes sauvages :

Tulipa sylvestris L. subsp. *sylvestris*, stations précédemment citées ;

T. sylvestris subsp. *australis* (Link) Pamp. (**Fig. 5A, B, et C**), Monts de Lacaune et Haut-Dourdou à Nages, Barre, Murat-sur-Vèbre, vallée de l'Agout à Brassac et historiquement bords de l'Arn à Saint-Amans-Valtoret (Leblond, 2016) ;

T. raddii Reboul (**Fig. 6A, B**) à Lautrec (Leblond & Menand, 2021) ;

T. agenensis DC. (**Fig. 7A et B**) à Lautrec (Caraven-Cachin, 1878) et Puycalvel (Leblond & Menand, 2021) ;

T. clusiana DC. (**Fig. 8A et B**), historiquement dans les vignes de Viviers-lès-Montagnes et Saïx (Doumenjou, 1847) et sur les coteaux de Mézens (herbier J. Bel), aujourd'hui uniquement revue subspontanée à Albi (Leblond, Menand & Kessler, 2020).

Les tulipes sauvages de France

Tulipa sylvestris subsp. *australis* est la seule tulipe réellement indigène en France et dans le Tarn. *T. sylvestris* subsp. *sylvestris*, *T. raddii* et *T. agenensis* sont probablement toutes les trois archéophytes en France : espèces asiatiques naturalisées au moins par endroits avant 1500 (Lascurettes, 2004a) ; leur date d'introduction dans le Tarn reste inconnue (espèces cryptogènes).

Le statut de *T. clusiana* en France reste controversé : introduction post-1500 documentée pour certaines régions, mais présence adventice dans certains vignobles avant 1500 possible ; sa date d'introduction dans les vignes du Castrais reste également inconnue mais ces stations semblent aujourd'hui disparues.

Tulipa lortetii Jord. se trouve uniquement en Provence, où elle est très rare.

Enfin, sous l'appellation collective *Tulipa gesneriana* L. sont regroupées des tulipes d'origine asiatique probable, soit « ensauvagées » (tulipes cultivées échappées de jardins çà et là), soit inconnues dans leur aire d'origine et localisées à certains sites très confidentiels de Savoie et du Dauphiné (« néo-tulipes »). Certaines de ces néo-tulipes ont même disparu de leur zone d'origine et ne sont plus connues que par des parts d'herbiers, des horticulteurs ou des conservatoires. Ces tulipes sont toutes protégées en France. Il s'agit des espèces suivantes : *T. aximensis*, *T. billietiana*, *T. didieri*, *T. marjoletti* (= *T. perrieri*), *T. mauriana*, *T. montisandrei*, *T. perrieri*, *T. planifolia* (inclus *T. sarracenic*), *T. platystigma*, *T. rubidusa*.

Conclusion

Les Romains ont importé dans le sud-ouest de la France la culture de la vigne, des peupliers et des arbres fruitiers. Ne connaissant pas le tonneau, ils transportaient les vins, les fruits, les huiles, le grain, les denrées alimentaires, les plants d'arbres ou de vigne, dans des amphores, des vases ou des paniers divers. Ils ont certainement introduit ainsi les tulipes rouges *T. raddii* et *T. agenensis*, et la jaune *T. sylvestris*



Fig. 5 - **A.** *Tulipa sylvestris* subsp *australis* (©MS) ; **B.** vue extérieure des tépales (©PhD) ; **C.** vue intérieure des tépales (©PhD).

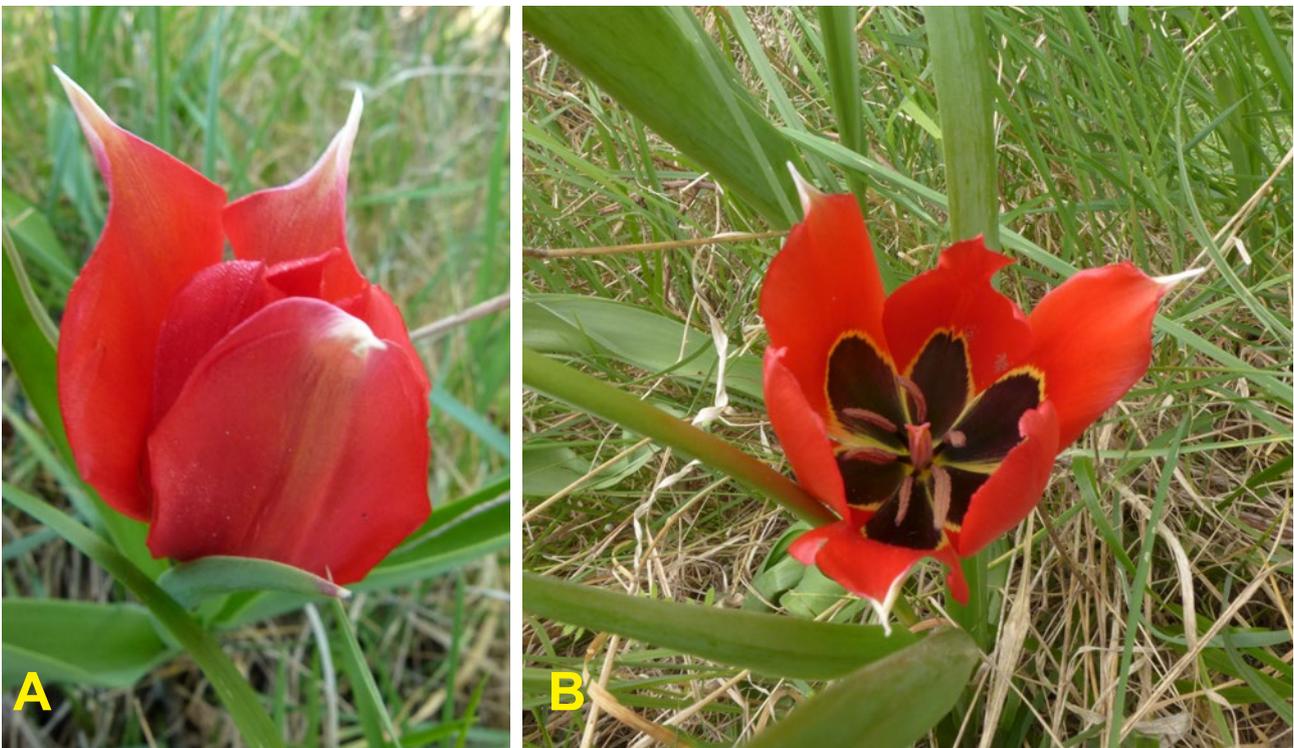


Fig. 6A et B. *Tulipa raddii*.Tépales peu allongés, de forme plus ou moins arrondie et terminée en petite pointe (©PhD).

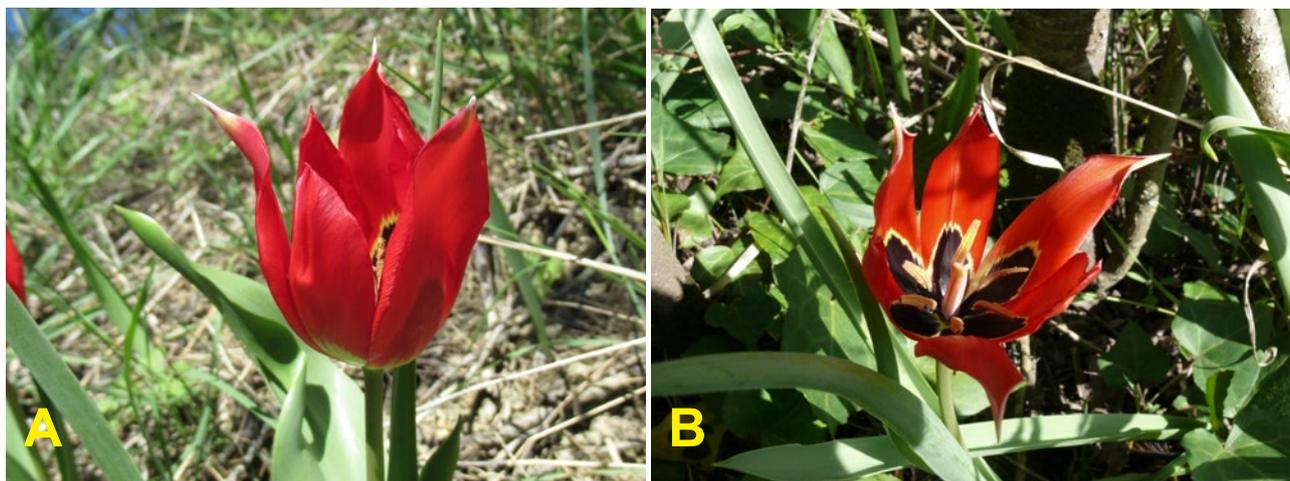


Fig. 7A et B. *Tulipa agenensis*. Tépales oblongs à lancéolés terminés en longue pointe (©PhD).



Fig. 8A et B. *Tulipa clusiana* (©PhD).

subsp. *Sylvestris* (Lascurettes, 2004b). Ces tulipes, qui se comportent comme des adventices de la vigne, des vergers et autres cultures sarclées, y ont alors proliféré. Si la tulipe sylvestre n'est pas (encore) une plante extrêmement rare en France, elle pâtit des menaces irréversibles que sont l'urbanisation, l'utilisation des herbicides et, dans une moindre mesure, la cueillette sauvage. Elle mérite largement son statut d'espèce protégée en France. Toute nouvelle station tarnaise de tulipe sauvage est à signaler et à préserver.

Remerciements : Nous remercions Monique Sicre pour le crédit photo de la Fig. 5.

Références

- Bel J. (1885) - *Nouvelle flore du Tarn et de la Haute-Garonne sous-pyrénéenne*. Imprimerie Amalric, Albi, 371 p.
- Caraven-Cachin A. (1878) - Découverte de la *Tulipa oculus-solis* (St-Am.) dans le département du

Tarn. *Bulletin de la Commission des Antiquités de Castres et du Tarn*, 1 : 270-271.

Corriol G. (coord.) (2013) - *Liste rouge de la flore vasculaire de Midi-Pyrénées*. Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. Bagnères-de-Bigorre, 16 p.

Doumenjou J.B. (1847) - *Herborisations sur la Montagne noire, et les environs de Sorèze et de Castres, suivies du Catalogue des plantes phanérogames qui végètent spontanément dans ces localités*. Ed. Veuve-Chailliol, Castres, 326 p.

Lascurettes B. (2004a) - Tulipes « sauvages - *Isatis* n°4 : 18-19.

Lascurettes B. (2004b) - Présence Romaine, Tulipes et Anémones « sauvages » dans le GERS.

Leblond N. (2016) - Contribution à la connaissance de la flore du département du Tarn. *Le Monde des Plantes*, 510-511-512 (2013) : 3-98.

Leblond N. & Menand M. (2021) - Observations floristiques nouvelles réalisées dans le département

du Tarn au cours de l'année 2020, *Isatis* 31, 20 : 140-165.

Leblond N., Menand M. & Kessler F. (2020) - Observations floristiques nouvelles réalisées dans le département du Tarn au cours de l'année 2019. *Isatis*, 19 : 150-185.

Lombard A. & Bajon R. (2000) - *Tulipa sylvestris* L., 1753 subsp. *sylvestris*. In Muséum national d'Histoire naturelle [Ed]. Conservatoire botanique national du Bassin parisien, site Web <http://www.mnhn.fr/cbnbp>.

Martrin-Donos V. (de) (1864) - *Florule du Tarn ou énumération des plantes qui croissent spontanément dans le département du Tarn*. Libraires-éditeurs J.-B. Baillièrre et fils, Paris, 872 p.

UICN France, FCBN, AFB & MNHN (2018) - La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Flore vasculaire de France métropolitaine. Paris, France.

Sites internet

InfoTerre : le visualiseur des données géoscientifiques du BRGM. <http://infoterre.brgm.fr/>

LOBELIA : Système d'information du conservatoire Botanique National des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. <https://cbnmpmp.lobelia-cbn.fr/>

Programme Urbaflore

<https://www.natureo.org/missions/accompagner-les-territoires-dans-une-meilleure-prise-en-compte-de-la-biodiversite/urbaflore/>

<http://cbnmpmp.blogspot.com/p/urbaflore.html>



Soumis le 19 mai 2023

Accepté le 27 mai 2023

Publié en ligne (pdf) le 6 juin 2023

Note sur une nouvelle espèce de *Pleurotomariidae* (Mollusca, Gastropoda) du genre *Pleurotomaria* dans le Campanien de Charente (France)

Xavier Chaix¹ et Daniel Grenier²

Résumé

De nombreuses récoltes de fossiles ont pu être réalisées dans le Campanien (Crétacé supérieur) de Charente (France) à la suite des travaux de génie-civil réalisés entre les années 2012 et 2016, pour la construction de la Ligne Grande Vitesse de Tours à Bordeaux, ainsi que dans les carrières avoisinantes. Une nouvelle espèce, *Pleurotomaria durousseauorum* nov. sp. est ici décrite.

<https://zoobank.org/2D691F48-3E03-47E4-AFFF-F0D509AF6486>

Mots clés : Gastropoda, Pleurotomariidae, *Pleurotomaria*, Crétacé supérieur, Campanien, Charente, France.

Abstract

Numerous fossil collections were made in the Campanian (Upper Cretaceous) of the Charente (France) following civil engineering works carried out between 2012 and 2016 for the construction of the High Speed Line from Tours to Bordeaux, as well as in neighbouring quarries. A new species, *Pleurotomaria durousseauorum* nov. sp. is described here.

Keywords : Gastropoda, Pleurotomariidae, *Pleurotomaria*, Upper Cretaceous, Campanian, Charente, France.

Introduction

L'étage Campanien est créé en 1859 par Henri Coquand lorsqu'il subdivise l'étage Sénonien de Charente. Bien qu'il ne désigne pas de stratotype, il applique ce terme au terroir du vignoble du Cognac : *la Champagne charentaise*. Essentiellement constitué de calcaires crayeux, l'étage est surtout représenté dans la région sud-charentaise où son étendue d'affleurement est considérable et où son épaisseur atteint 120-130 m environ. Il a dû être découpé en plusieurs unités cartographiques (Campanien 1 à 5) et en biozones (CI à CVIII) valables à l'échelle de toute la région sud-charentaise.

De nombreuses récoltes de fossiles ont pu y être réalisées à la suite des travaux de génie-civil, entre les années 2012 et 2016 pour la construction de la Ligne à Grande Vitesse de Tours à Bordeaux, ainsi que dans les carrières avoisinantes. L'une d'entre elles,

située sur la commune de Combiers, dans le sud-est des Charentes, exploite les sables santoniens qui sont surmontés par des dépôts crayeux du Campanien basal (Campanien 1 = biozones CI et CII), seule partie du Campanien mise en évidence par nos fouilles (2015-2020) (Grenier, 2017).

Contexte géographique et géologique

La carrière de Combiers se situe au lieu-dit « Chez Pourrat » (**Fig. 1**). Elle est actuellement exploitée par une société mixte, la S.A.G., créée par deux exploitants charentais afin d'en extraire un sable blanc très pur, destiné à la fabrication d'optique, appartenant au Santonien supérieur. Surmontant cette assise, on distingue :

- Lit de sable ferrugineux (30 et 50 cm) pétri d'*Exogyra* « farineuses », dont les tests fragiles ne résistent pas au toucher. Il renferme de nombreux agrégats de silice et

1. Musée de Paléontologie et de Préhistoire, 12 rue Saint-Mammès, F-11160 Villeneuve-Minervois.
bernadette.chaix@wanadoo.fr

2. Daniel Grenier, 12 rue d'Aquitaine, F-16100 Châteaubernard.
grenierd75@gmail.com





Fig. 1 - Carrière de Combiers. Aperçu du front de taille de la sablière (2018). De bas en haut : **1.** Santonien : sables blancs exploités pour de l'optique ; **2.** Cordon ferrugineux qui marque la limite entre le Santonien et le Campanien ; **3.** Campanien : calcaire crayo-marneux, puis calcaire crayeux qui apparaît scrapé.
© Dominique Deschamps.

livre des dents de squales, *Cretolamna appendiculata* (Agassiz, 1843) et *Squalicorax pristodontus* (Agassiz, 1843), ainsi que des dents du Mosasaure *Mosasaurus hoffmanni* Mantell, 1829. Cet horizon marque la limite entre le Santonien et le Campanien.

- Calcaire crayo-marneux tendre (environ 1 m), appartenant au Campanien basal.

- Calcaire crayeux, moyennement induré, de plusieurs mètres d'épaisseur scrapé sur la photo (**Fig. 1**). L'holotype du *Pleurotomaria* nouveau décrit dans le présent article provient de ce niveau.

Abréviation : MNHN.F Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, Collection de Paléontologie (France).

Le genre *Pleurotomaria* au Crétacé

Pleurotomaria est un genre cosmopolite uniquement fossile, présent du Jurassique inférieur au Crétacé supérieur (Sénonien). Comme le précise Kollmann (2005, p. 233), les caractères principaux sont les suivants : forme générale conique, portant au niveau des tours une rampe plus ou moins large, la sélénizone étant toujours située sous l'angulation. La base de la coquille est le plus souvent plane ou faiblement convexe, orné de cordons concentriques. L'ornementation spirale porte également des cordons,

avec parfois des costules colabiales avec ou sans nodosités.

Au Crétacé, les *Pleurotomaria* sont des fossiles peu fréquents, même si d'Orbigny dans sa « Paléontologie Française » en décrit et figure 36 espèces. Une seule est actuellement rattachée avec certitude au genre *Pleurotomaria*, *Pleurotomaria astieriana* d'Orbigny 1850, de l'Hautérivien-Barrémien, espèce que l'on doit mettre en synonymie avec *Pleurotomaria elegans* d'Orbigny (1843, p. 242, pl. 190, fig.1-4).

Pleurotomaria ? espaillaciana d'Orbigny sp. dubia, d'âge campanien, qui n'est représentée que par des moules internes, doit être considérée comme douteuse. Tous les autres taxons génériques sont à rattacher à d'autres genres

Étude systématique

Embranchement : Mollusca
Classe Gastropoda
Ordre Vetigastropoda
Sous-Ordre Pleurotomariida
Super-famille Pleurotomarioidea Swainson, 1840
Famille Pleurotomariidae Swainson, 1840

Genre *Pleurotomaria* DeFrance, 1826

Espèce-type : *Trochus anglicus* J. Sowerby, 1818
Par désignation originale.

Pleurotomaria durousseauorum nov. sp.

Fig. 2A-C, 3-4

zoobank.org/A174288B-5CF5-4A86-B4CE-6493ABB40E30

Localité type : L'holotype (Fig. 2A-C) et le paratype (Fig. 3) sont récoltés en place dans les calcaires crayeux de la carrière de Combiers (Charente), lieu-dit « Chez Pourrat ». Deux autres exemplaires de cette espèce proviennent du même site (Figs. 4 et 5).

Âge : Campanien inférieur (Campanien I, biozone CI-CII).

Holotype : Spécimen n° MNHN.F.A88817 (Fig. 2A-C) de la collection Mme Deschamps/Mr Grenier, n° 483), conservé dans les collections du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris.

Paratype : Spécimen n° MNHN.F.A88934 (Fig. 3) de la collection Mme Deschamps/Mr Grenier), conservé dans les collections du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris.

Dimensions :

- MNHN.F.A88817 **Holotype :** Hauteur : 72,0 mm ; diamètre : 110,0 mm.

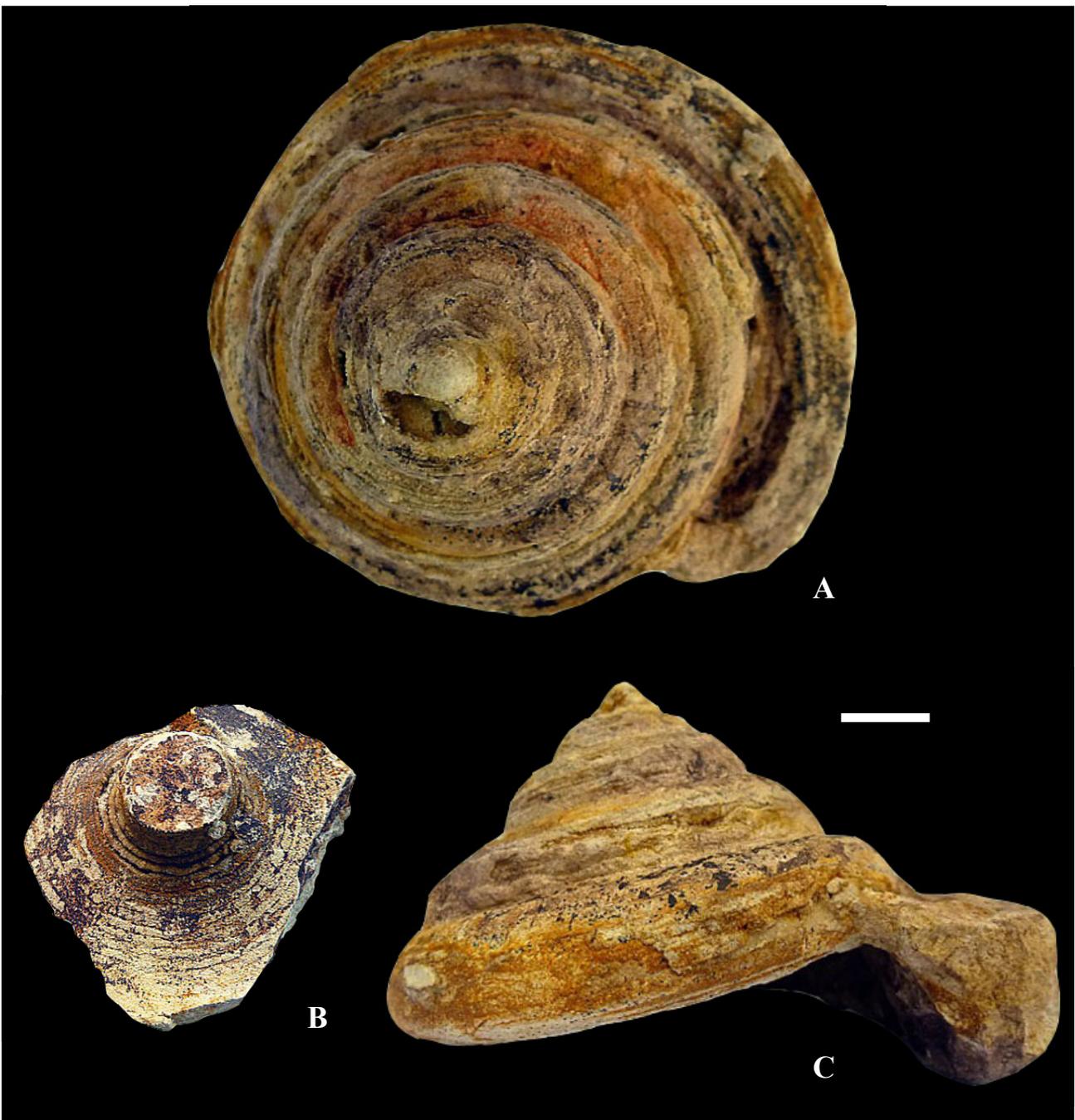


Fig. 2A-C – *Pleurotomaria durousseauorum* nov. sp. **Holotype.** N° MNHN.F.A88817. Calcaires crayeux de la carrière de Combiers, lieu-dit « Chez Pourrat » (Charente). **A :** Vue de dessus ; **B :** base de la coquille ; **C :** vue latérale présentant l'ouverture. Échelle 1 cm ; Photos : Daniel Grenier.



Fig. 3 – *Pleurotomaria durousseauorum* nov. sp. **Paratype**. N° MNHN.F.A88934. Calcaires crayeux de la carrière de Combiers, lieu-dit « Chez Pourrat » (Charente). Échelle 1 cm ; Photos : Daniel Grenier.

- MNHN.F.A88934 **Paratype** : Hauteur : 65,4 mm ; diamètre : 104,0 mm.

Origine du nom : Espèce dédiée à Mr et Mme Dourousseau, parents de Mme Dominique Deschamps.

Diagnose et description :

La coquille est de grande taille, large, conique, trochiforme, à croissance rapide, avec des tours carénés à l'emplacement de la sélénezone. La téléoconque est constituée de 7 à 8 tours peu élevés et nettement étagés. La sculpture spirale est constituée de 7 à 8 cordons spiraux, forts et épais. La coquille est en partie calcifiée et ne laisse observer aucune ornementation axiale. Le dernier tour occupe la moitié de la hauteur totale dont la zone apicale est subhorizontale. La partie abapicale est nettement arrondie, à angle périphérique nettement saillant. La base est large, à peine convexe, ornée d'une vingtaine de cordons spiraux épais, qui persistent jusque dans le contour de l'ombilic. Ce dernier est dépourvu d'épaulement. L'ouverture n'est pas conservée.

Discussion :

La morphologie de cette espèce, angle périphérique aigu et sélénezone placée abapicalement par rapport à l'angulation des tours, nous conduit à la rattacher au genre *Pleurotomaria* DeFrance, 1826 (Cox, 1959 : 238 ; 1960 : 409 ; Kollmann, 2005 : 233).

Pleurotomaria sp. in Kollmann, 1980 du Santonien de Gosau (Autriche), présente une forme et une ornementation très proches, mais les dimensions de la coquille sont plus faibles (Kollmann, 1980 : 199, pl. 1, fig. 1-2). Notre taxon pourrait également être confondu avec *Bathrotomaria subgigantea* (d'Orbigny, 1850) [= *Pleurotomaria gigantea* sensu Goldfuss, 1844 non J. de C. Sowerby, 1836] du Crétacé supérieur d'Aix-la-Chapelle (Allemagne) dont l'ornementation est voisine (d'Orbigny, 1850 : 225), mais cette espèce en diffère par une croissance nettement plus rapide et surtout par la position différente de la sélénezone, caractéristique du genre *Bathrotomaria* (Cox, 1956). Pour toutes ces raisons nous proposons la création d'une nouvelle espèce : *Pleurotomaria durousseauorum* nov. sp., en l'attente d'une nouvelle révision des Pleurotomaires du Crétacé supérieur.

Remerciements : Nous remercions chaleureusement Jean-Michel Pacaud (MNHN) pour sa bienveillante relecture du manuscrit.

References

- Coquand H. (1859) - Synopsis des animaux et des végétaux fossiles observés dans les formations crétacées du sud-ouest de la France : *Bulletin de la Société géologique de France*, Paris. 2 (16) : 945-1023.
- Cox L. R. (1956) - A new genus of Mesozoic



Fig. 4 – *Pleurotomaria durousseauorum* nov. sp. Collection Mr Henri Boisdrion (FM2C). Calcaires crayeux de la carrière de Combiers, lieu-dit « Chez Pourrat » (Charente). L'ornementation spirale est légèrement visible par endroit. Dimensions : hauteur : 72 mm ; diamètre : 118 mm.

- Pleurotomariidae. *Journal of Mollusca studies, Malacological Society*, London. 32 (1-2) : 79.
- Cox L.R. (1959) - Diagnose of two genera of mesozoic Pleurotomariidae : *Proceeding of the malacological Society*, London, 33 : 1-238.
- Cox L.R. (1960) - The British Cretaceous Pleurotomariidae. *Bulletin of the British Museum (Natural History). Geology*, 4(8) : 385-423, pl. 44-60.
- Defrance F. (1826) - Dictionnaire des Sciences Naturelles, Edit. Levrault Strasbourg. 381 p.
- Goldfuss G.A. (1826-1844) - *Petrafacta Germaniae*. Edit. Arnz & Co. Düsseldorf : 1° partie (1826-1833), 252 p. ; 2° partie (1834-1840). 312 p. ; 3° partie (1841-1844). 128 p.
- Grenier D. (2017) - Regard nouveau sur la paléontologie charentaise, les fossiles du chantier de la ligne à grande vitesse Tour-Bordeaux. 88 p. 582 fig.
- Kollmann H.A. (1980) – Gastropoden aus der Sandkalkbank (Hochmooschichten, Obersanton) des Beckens von Gosau. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, 83 : 197-213, pl. 1-4.
- Kollmann H. (2005) - Révision critique de la Paléontologie française d'Alcide d'Orbigny. Gastéropodes crétacés : édit. Backhuys, Leyden (Pays-Bas). Vol.3, 229 p., 18 pl.
- Orbigny A. d' (1850-1852) - *Prodrome de Paléontologie universelle des animaux mollusques et rayonnés*; Editions Masson, Paris. (1850) tomes 1 & 2, 394 p., 27 pl.; (1852) tome 3, 194 p.
- Sowerby J. de C. (1826-1846) - *The Mineral conchology of Great-Britain*. Edit Ardin et Merrett, London.
- Swainson W. (1840) - *A treatise on Malacology, or shells and shell-fish* édit. Longman & Taylor, (London).149 p.

Du XIII^e au XXI^e siècle, histoire de la biodiversité d'une petite forêt tarnaise, le bois de Gabor (Tarn, France)

Michel Bartoli

Résumé

La petite (30 ha) chênaie de Gabor a été royale et dispose d'un riche fonds d'archives qui permet de suivre l'évolution des peuplements, en particulier la présence de gros bois. Ils ont disparu en 1666. La culture du pastel au début du XVI^e siècle avait entraîné la diminution de sa surface de 90 %. La sylviculture mise en place au milieu du XVII^e siècle permet à l'écosystème de vieillir. Mais elle ne favorise que le chêne et n'utilise que la reproduction végétative (par le taillis) figeant le patrimoine génétique des arbres.

Mots clés : Biodiversité, histoire, forêt, taillis, Tarn.

Abstract

The small (30 ha) Gabor oak grove was once royal, and has a rich archives that enables us to follow the evolution of the stands, in particular the presence of large trees. They disappeared in 1666. The cultivation of pastel in the early 16th century led to a 90% reduction in its surface area. The silviculture introduced in the mid seventeenth century allowed the ecosystem to age. But it only favored oak and used vegetative reproduction (coppicing) freezing the tree's genetic heritage.

Keywords: Biodiversity, history, forest, coppice, Tarn.

Une petite chênaie en Midi toulousain

Sur la commune de Lavaur, le pourtant tout petit bois de Gabor – 54 arpents font 30,7 ha¹ (**Fig. 1**) – a épousé tous les grands événements du Midi toulousain : la croisade contre les Albigeois, la culture du pastel, les guerres de religion et la Révolution (Bartoli & Millet, 2011). Il a, plus étonnant encore, participé aux grands mouvements des sylvicultures qu'ont subi les forêts feuillues française du Moyen-Âge au XIX^e siècle, sylvicultures dont les pratiques ont des conséquences sur la biodiversité actuelle toujours très sensibles et même annoncent les évolutions futures. Parce qu'il fut longtemps propriété du Comte de Toulouse puis du roi de France, s'y rattache un fonds d'archives stupéfiant de richesse et d'originalité. C'est lui qui va nous conter l'histoire de sa biodiversité.

Nous nous proposons de suivre les deux principaux indicateurs du niveau de la biodiversité forestière :

1. La présence de gros arbres. Exposés à de nombreux accidents au cours de leur vie. Ils sont les plus riches

en microhabitats et ont stocké beaucoup d'énergie dans leur bois ; nous les nommerons « futaies ». Suivre quelques-uns des événements qui, au cours de siècles ont joué sur les peuplements de Gabor, permet souvent indirectement mais de façon fiable de constater la présence ou l'absence de ces futaies.

2. La taille de l'habitat boisé. Gabor n'est pas resté à l'écart des besoins de défrichement pour satisfaire les besoins domestiques des populations ou, dans le « Pays de Cocagne » où nous sommes, l'économie de la culture capitaliste du pastel.

Des arbres de futaies jusqu'en 1666

En novembre 1420, pour assurer la réparation des murailles de Lavaur, le Dauphin (le futur Charles VII) faisait don aux consuls et habitants des arbres de deux arpents de la forêt de Gabor. S'il était possible de trouver, sur seulement un hectare, suffisamment de bois destiné à des remparts, la forêt ne pouvait être que riche d'arbres de futaie.

1. Gabor a été levé avec la mesure de surface alors en vigueur à Toulouse. Elle vaut 0,569 ha.

Michel Bartoli, michel.bartoli@me.com



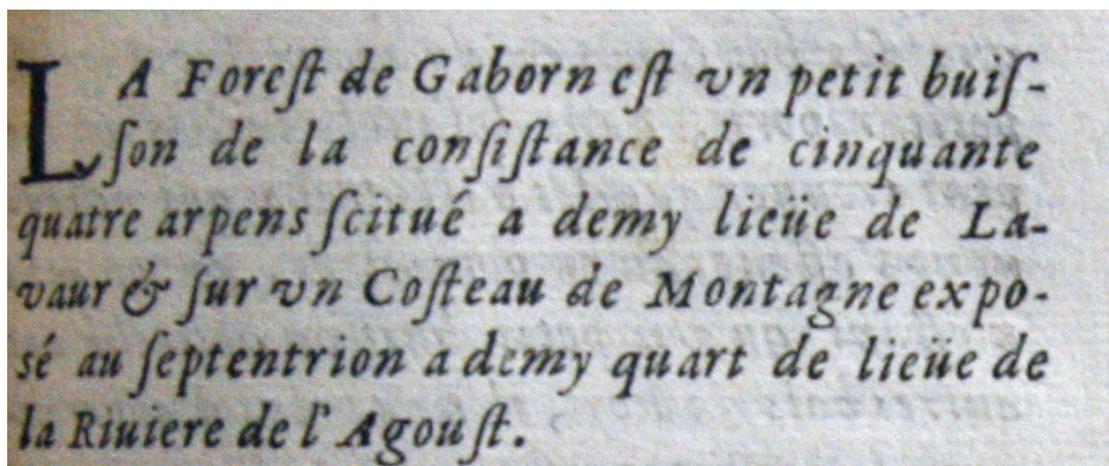


Fig. 1 - Gabor est situé par Louis de Froidour en 1666 dans son ouvrage
« Instruction pour les ventes des bois du roi ».

En 1541, François 1^{er} envoie Jean Bardon, inspecter ses forêts du Languedoc² ce qu'il fera en 1542. À Gabor, il rencontre « Huc La Capelle soi-disant lieutenant du Maître des eaux et forêts du pays de Languedoc » et le condamne parce que, entre autres habitudes de se servir en bois de chauffage, il avait capturé un « essaim de mouches à miel ». L'importance des produits miel, cire et essaim à cette époque était forte, en tout cas, cela montre qu'il y avait encore à Gabor des gros arbres creux. De plus, Bardon découvre « treize arbres de chêne qui n'étaient encore en œuvre » Ils font partie d'une coupe destinée à l'évêque de Lavaur, « ce dernier en ayant obtenu le don du roi pour les réparations de son église » saurait-on plus tard, des futaies assez grosses pour devenir charpentes.

En 1622, les guerres de religions battent leur plein, pour attaquer St Paul-Cap-de-Joux, le duc de Vendôme demande à Lavaur du bois « pour faire des gabionnades, mantelets, plateformes et autres ». Les consuls de la ville lui conseillent d'aller « dans la forêt de Gabor ». Pour fabriquer ces machines de siège, il fallait aussi de gros arbres.

Une quarantaine d'années plus tard, « le treizième jour du mois de septembre » 1666, Louis de Froidour, lointain successeur de Bardon comme commissaire réformateur, ne voit plus à Gabor qu'un « bois taillis d'un, deux, trois, quatre, cinq, six et sept ans de chêne mêlé de très peu de charme »³. Surtout, il voit le « manquement des baliveaux ne s'en étant trouvé un seul tel qu'il peut être soit ancien soit moderne soit de l'âge des taillis derniers coupés ». Il peut s'étonner, la conservation de brin de taillis lors des coupes successives étant la règle sylvicole quasi unique de toutes les ordonnances depuis le XIV^e siècle (les « baliveaux » pour la première, les « modernes » puis

les « anciens » pour les suivantes, tous les fruitiers à chaque fois). Il lui est expliqué que « pour ce qui était des anciens, ils ont été tous coupés en deux années par le feu sieur marquis d'Ambres qui prétendait un chauffage comme forestier de la forêt de Giroussens où il avait coutume de le prendre lorsqu'il résidait à Ambres crut être en droit de le prendre en celle de Gabor ayant établi sa demeure à Lavaur et en deux hivers fit tout couper les anciens baliveaux qui restaient dans ce buisson ».

Voilà donc comment les besoins capricieux d'un grand seigneur local (que Froidour condamnat très fortement sans hésiter) ont, d'un coup, ruiné Gabor, ce taillis simple où le plus gros arbre avait la taille d'un crayon étant alors, on s'en doute, à un étiage de sa biodiversité réelle.

Liée à la culture du pastel, une brutale réduction de l'habitat forestier au début du XVI^e siècle

À Gabor, la réduction de l'habitat boisé a commencé très tôt : en 1269, dans les comptes d'Alphonse de Poitiers⁴ était portée la recette de la vente de 100 sétérées de bois à un habitant de Lavaur. 100 sétérées, partie de Gabor, soit 52 ha dans une forêt aujourd'hui réduite à la trentaine.

En 1542, Bardon allait « circuier » Gabor, c'est-à-dire en faire le tour. L'habitat de ce quartier éloigné de la ville de Lavaur est dispersé et a peu évolué depuis le XVI^e siècle ; il a été possible de reconstituer très correctement les anciennes limites de la forêt royale que Bardon situe lieu-dit par lieu-dit.

2. Par ce mot, il faut n'entendre là que la sénéchaussée de Toulouse, pas du tout la province de ce nom.

3. Arch. dép. Haute-Garonne, 8 B 42.

4. Frère du roi de France Louis IX, il avait épousé Jeanne de Toulouse, fille de Raymond VII et était donc le propriétaire de Gabor. Cette forêt avait été apportée en 1221 dans la dot du fils de Raymond Saisset, coseigneur de Lavaur, qui épousait une nièce de Raymond VI. Sans laisser d'héritier, Alphonse de Poitiers et Jeanne de Toulouse meurent en 1271. Les biens appartenant au comte de Toulouse sont alors rattachés à la couronne de France.

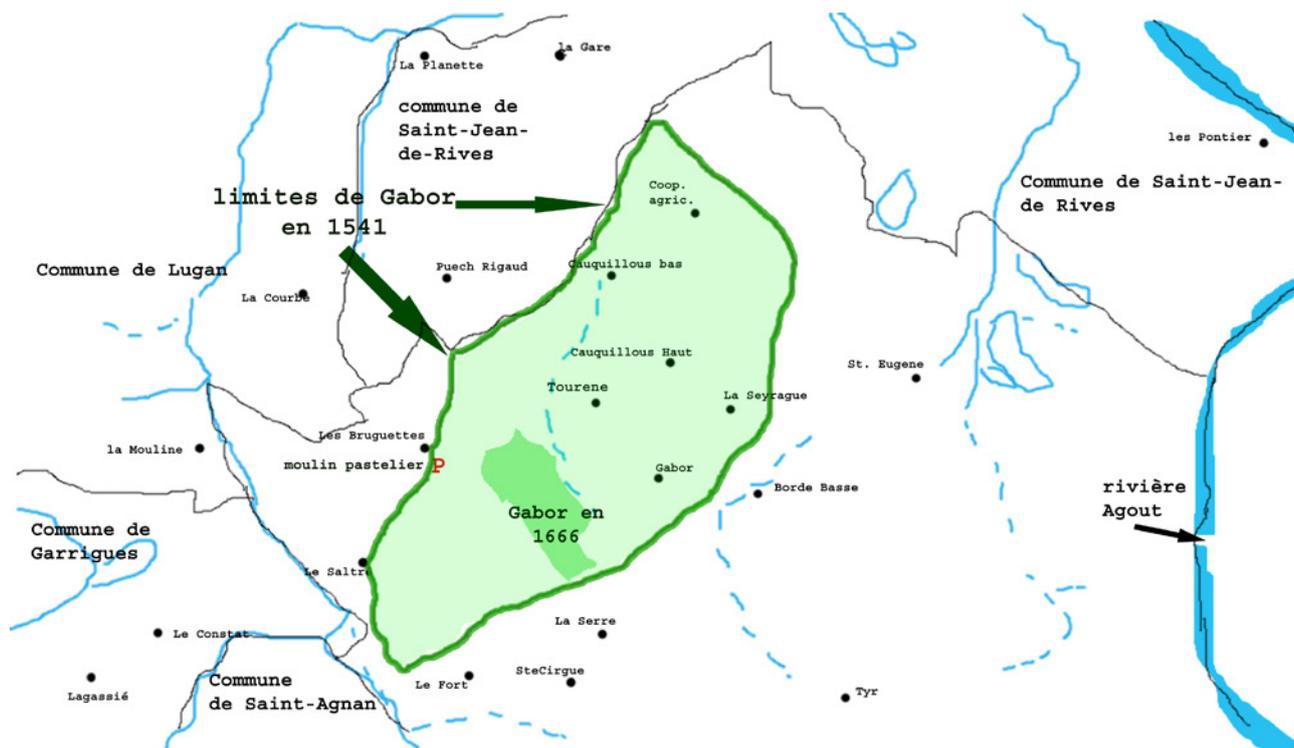


Fig. 2 - Avant la réformation de 1541, Gabor couvrait la zone en vert clair. En 1542, pour cultiver le pastel, il ne reste plus que la partie en vert foncé. Le **P** indique l'emplacement d'un moulin pastelier en 1560. (Carte : © J.-F. Millet)

Presque toute la forêt a été défrichée ! Les gens qui l'accompagnaient « après serment par eux fait, dirent et affirmèrent qu'ils avaient vu lesdites terres et vignes en bois pareil que celui de ladite forêt et avaient ouï dire qu'ils étaient de ladite forêt ». Bien sûr il y a eu usurpation pour ces mises en culture et défrichement. Il est possible de cartographier ces deux états (**Fig. 2**) et de constater qu'au début du XVI^e siècle, Gabor constituait encore un massif d'environ 300 à 400 ha. 50 ans, plus tard, il n'en restait plus que le « buisson » de notre introduction. En un demi-siècle, sa superficie a été réduite de plus de 90 %.

Bardon observe qu'il y a « une borde dans lesdites terres appelée la borde de Gabor car portion de la forêt de Gabor ». Dans le compois de Lavaur de 1508, cette ferme est déjà attestée⁵. Une partie des défrichements date donc du tout début du XVI^e siècle. Cette pression foncière n'a, localement, rien d'étonnant. C'est alors l'âge d'or – il se situe entre 1520 et 1560 – de la culture du pastel. De ce fait, les besoins en terre pour cette culture industrielle hautement rémunératrice sont élevés. Notre hypothèse est vérifiable : un moulin pastelier est signalé dans le compois de Lavaur de 1560⁶ en un lieu-dit immédiatement voisin de la forêt actuelle donc sur un sol pris à la forêt royale (**Fig. 2**) ; en 1508, il n'en est signalé aucun dans le quartier. Des notables locaux ont usurpé le sol forestier royal pour le faire cultiver par des métayers. Jean Bardon saisit

et met « en la main du roi lesdites terres, bois et vignes ». Un loyer sera payé au roi encore au milieu du XVII^e siècle car ces biens avaient été « défrichés de la forêt de Gabor ».

Le dernier défrichement ayant amputé Gabor (de 5 ha) date de 1847. L'administration des Forêts incite le préfet à s'opposer à ce projet, ce qui permet d'apprendre d'une part que la forêt est « un taillis d'essence de chêne bien fourni en voie de prospérité », d'autre part, plus important sur l'état de la biodiversité forestière car, autour de Lavaur, « les forêts sont proches de la ruine [il convient de conserver celles] qui forment des massifs aussi considérables [qui] appartiennent à des propriétaires assez riches pour les entretenir et les améliorer »⁷. Le représentant de l'État oublie que ce type de propriétaires a des entrées politiques au plus haut niveau : le ministre autorise le défrichement un mois après le refus du préfet...

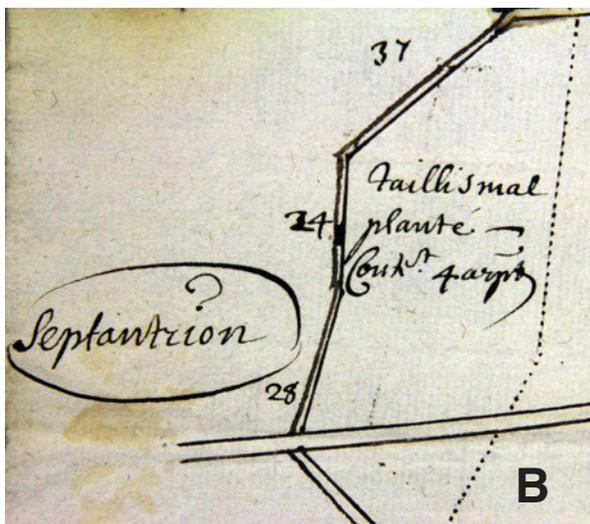
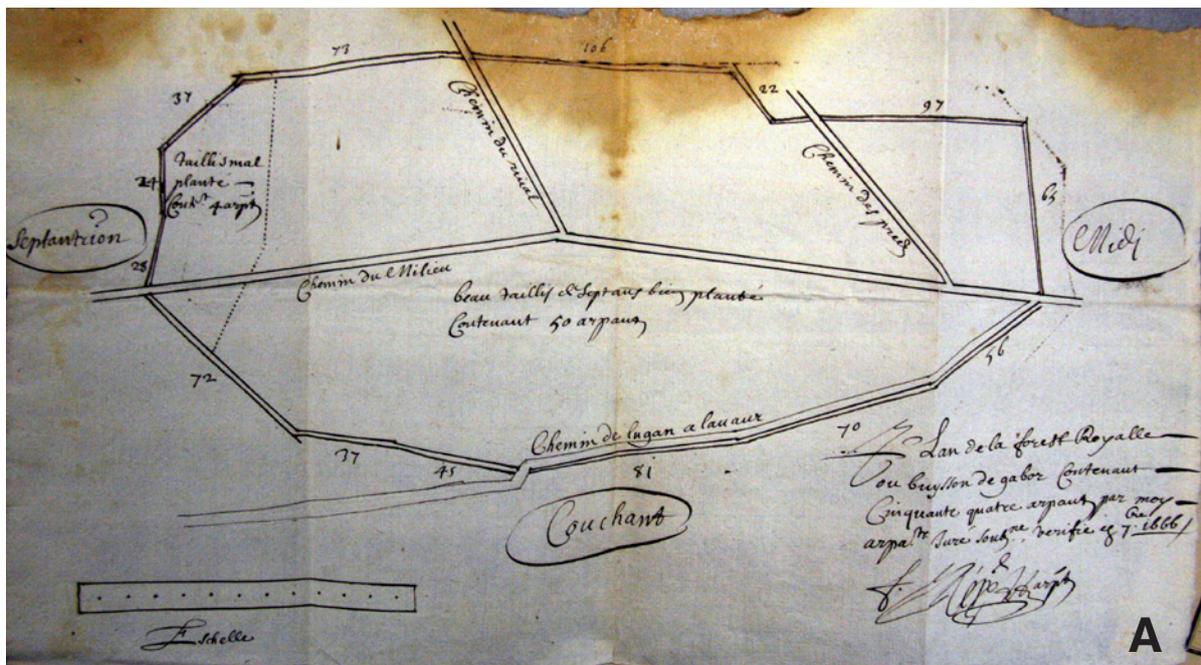
Froidour organise le vieillissement de Gabor et invente le taillis-sous-futaie

Revenons en 1666 et à Froidour ; le commissaire réformateur ne peut pas admettre qu'une forêt royale soit un très jeune taillis. Il analyse d'abord les fertilités des sols, observant que « le fonds est très bon et propre à porter des grands bois sauf environ deux ou trois arpents qui sont vers le septentrion où il est de très mauvaise nature ». Dès lors, le plan de l'arpenteur François Rey devient

5. Arch. mun. Lavaur, CC 2.

6. Arch. mun. Lavaur, CC 6.

7. ADT, K arrêté du préfet n° 116 (12 avril 1847).



Figs 3. A : Le plan de Gabor comporte une véritable cartographie des stations forestières. Il sépare les sols de bonne fertilité des 4 arpents plus pauvres. **B :** détail de la partie gauche du plan. (Source : ADHG, 1A 15, f° 278.)

et donc « en surseoir les coupes pendant sept années à la fin desquelles on coupera de deux en deux ans sept arpents par chaque an pour donner auxdits taillis l'âge de quinze ans ». Il prévoit alors de conserver « vingt-quatre baliveaux [...] en chaque arpent [...] lors des premières [coupes] pour les repeupler d'arbres ». Il innove vraiment en organisant le long terme quand il ordonne de conserver « aux secondes coupes et suivantes [...] seize baliveaux seulement sans qu'on ne puisse couper ceux des coupes précédentes que tant qu'ils auront atteint l'âge de quatre-vingt-dix à cent ans auquel cas parmi les coupes des taillis que l'on fera sera coupé à même temps en chaque arpent de coupe en coupe dix des plus anciens baliveaux qui seront choisis et marqués du marteau du roi ». Froidour dépasse, en organisant le très long terme, le système sylvicole des baliveaux sur taillis en vigueur dans les règlements depuis le XIV^e siècle. Ils prévoyaient une coupe des baliveaux à ... 40 ans. Froidour imagine une durée d'un siècle avec un système de réserves allant décroissant au cours du temps. Un tel « plan de balivage » dégressif est une possibilité par pied d'arbres qui vise, non les arbres à exploiter, mais ceux à réserver. C'est là une première et, en 1927, le professeur de sylviculture de l'école forestière de Nancy (Huffel, 1927) pouvait écrire que, « en avance de plus d'un demi-siècle, [on trouve là] le mode de traitement que nous suivons encore sous le nom de taillis-sous-futaie ».

la première « carte des types de stations forestières » en France et, certainement, bien au-delà (**Fig. 3**).

La grande inégalité de fertilité est toujours marquée et avait été parfaitement située, elle correspond à une solution de continuité géologique. Elle contribue largement à la biodiversité du massif, les compositions floristiques étant très différenciées : entre autres, les chênes sont nettement pubescents dans la partie la moins fertile, roudres dans l'autre.

Froidour prescrit d'arrêter de « continuer la coupe en taillis de l'âge de sept ans qui ne peuvent produire que des houssins⁸ et du menu fagotage de petite utilité ». Ce « serait pécher contre la bonne économie des bois » que de continuer ainsi. À l'inverse, « il n'y a point d'apparence de le laisser croître en futaie [Gabor] n'étant qu'un petit buisson [...] n'étant accompagné d'autre bois voisins qui appartiennent au Roi ». Froidour va d'abord laisser vieillir le taillis

8. Baguettes de houx à l'origine.

Ces prescriptions ont été suivies même au-delà de la Révolution : l'état des recettes de l'an IV (1796) expose que la coupe annuelle est de « trois



Fig. 4 - Aujourd'hui, une petite partie de Gabor est un taillis pur de 70 ans (Photo : MB).



Figs 5A et B - Quelques « surprises » pour les bucherons et le propriétaire. La langue de bœuf (Fig. 5A) est apparue une fois la grume rangée sur sa place de dépôt.

arpents » soit toujours une rotation de 15 ans. On conçoit que la biodiversité forestière ait suivi ce vieillissement. À Gabor, les chênes de 100 ans ont un diamètre d'environ 60 cm, ce sont de « gros bois ». La forêt devient privée en 1796. Les archives des opérations sylvicoles ne sont plus tenues mais les peuplements actuels sont là pour, assez correctement, illustrer le traitement qu'ils ont suivi : toujours un taillis-sous-futaie sur l'essentiel, un taillis simple par endroits à l'issue de la dernière guerre (Fig. 4).

Une biodiversité élevée dans une monoculture de chênes obtenus par clonage

Aujourd'hui, ce vieillissement global et centré sur quelques arbres – les anciens d'aujourd'hui – est très net sur la biodiversité : nombreux insectes xylophages dont les larves nourrissent - entre autres prédateurs - cinq espèces de pics (épeichette, épeiche, mar, vert et noir). Les amateurs de champignons pourridiés profitent des blessures faites aux souches 14 à 15 fois depuis le temps de Froidour. Ce qui, le monde parfait n'existe pas, entraîne de gros défauts aux troncs ; autrement dit, le stock d'énergie verte contenu dans le bois a été transformé en CO₂ par des éléments de la biodiversité, les champignons surtout. Le « puits de carbone » s'est vidé de l'intérieur peut-on dire (Fig. 5B).



Fig. 6 - En 2021, un des chênes réservés est, comme tous, une futaie sur souche, clone d'un arbre présent depuis plusieurs siècles (Photo MB).

La diversité qui a, elle, diminué au cours des siècles, est celle des arbres. La seule essence-objectif a toujours été le chêne. Les autres essences (charme, alisier torminal, érable champêtre en premier lieu) n'ont participé qu'au taillis, ne jouant de fait aucun rôle dans le vieillissement de Gabor puisque coupées tous les 15 ans.

Même si nous n'en avons pas la preuve absolue, il est plus que probable que les générations successives de la chênaie, du milieu du xvii^e siècle à nos jours, ont été construites sur l'ensouchement du « *taillis en bon état et sans aucun délit* » que décrivait Froidour c'est-à-dire dense et complet. Toutes les futaies actuelles sont issues de rejets de souches ce qui n'empêche pas qu'elles puissent avoir parfois belle allure et fortes dimensions (**Fig. 6**). Seule la multiplication végétative a joué un rôle depuis trois siècles et demi, le bagage génétique des arbres – chacun est un clone – n'a pas évolué depuis. Pour le patrimoine génétique, facteur primordial de l'évolution, la biodiversité est figée.

Les mécanismes évolutifs qui permettent assez vite aux arbres de s'adapter à l'environnement toujours changeant n'ont plus pu jouer depuis 350 ans. L'INRAE vient de mettre en évidence

« des changements génétiques sur des pas de temps relativement courts, comparés à l'échelle des temps de l'évolution. Ces variations sont sans doute la conséquence de la variabilité génétique élevée présente chez les deux espèces [chêne rouvre et chêne pubescent], dont certaines mutations initialement ni avantageuses ni défavorables peuvent devenir favorables suite à un changement environnemental d'origine naturelle ou anthropique ». Il est ajouté « que l'hybridation joue aussi un rôle primordial pour l'adaptation, via le transfert d'allèles bénéfiques entre les différentes espèces » (Kremer, 2020).

Conclusion

Prenons une image qu'on utilise beaucoup en évolution : celle de la reine rouge du livre de Lewis Carroll, *De l'autre côté du miroir*. Alice court avec la reine rouge et voit que, malgré son mouvement, le paysage autour d'elle ne bouge pas. La reine lui explique qu'il faut courir pour rester à la même place parce que le paysage bouge lui aussi. À Gabor, le « taillis Alice » ne court plus, il n'y a donc pas eu de coévolution alors que le climat, facteur principal du changement actuellement, se déplace toujours.

Dans notre cas, il paraît dangereux de continuer à cultiver du taillis ou à y opérer une conversion en futaie en partant des cépées en place. Ce serait poursuivre les conséquences d'une multiplication végétative obtenue par blessures, le taillis. Il va falloir pratiquer ce qui était naguère appelé des « coupes de rénovation » c'est-à-dire utiliser des semis de chêne, d'alisier, d'érable champêtre, de cormier, de charme, c'est à dire assurer une multiplication sexuée du peuplement et ne plus traumatiser les tiges. C'est là un investissement indispensable pour faire cesser les désordres constatés et laisser faire l'évolution naturelle des arbres et tenter de revenir à une biodiversité plus correcte, prête, à nouveau, à courir. Nous parions que la chênaie de Gabor, lors du xxi^e siècle, deviendra une chênaie bien plus pubescente que rouvre, riche en essences diverses et en biodiversité car les gros bois vieilliss seront conservés.

Références

- Bartoli M. (2022) – Les conséquences d'une culture en taillis-sous-futaie des siècles après sa mise en route, *La Forêt Privée*, 384 : 51-54.
- Bartoli M. (2012) – Louis de Froidour, nos forêts en héritage, Les dossiers forestiers ONF, 23. 220 p.
- Bartoli M. & Millet J.-F. (2011) – Une forêt exemplaire : le buisson de Gabor (Tarn), ses avatars du xiii^e au xxi^e siècle. *Revue forestière française*, LXII-6 : 655-670.
- Froidour L. de (1668) – *Instruction pour les ventes des bois du Roy*. Toulouse, Bosc. Partie 1 : p. VIII-165, partie 2 : 1-295.

Huffel G. (1927) – *Les méthodes de l'aménagement forestier en France*. École nationale des Eaux et Forêts, I, 2. 229 p.

Kremer A. *et al.*, (2020) – Évolution passée et contemporaine des chênes, *Revue forestière française*, LXXIII, 4 : 297-318.

Soumis le 12 août 2023

Accepté le 20 août 2023

Publié en ligne (pdf) le 26 août 2023



Étude comparée de six critères de la troisième molaire supérieure du campagnol souterrain d'Europe *Microtus subterraneus* (de Selys-Longchamps, 1836) et du campagnol de Fatio *Microtus multiplex* (Fatio, 1905) (Rodentia, Arvicolinae)

Patrick Brunet-Lecomte¹

Résumé

Cette étude compare la variation interspécifique et intraspécifique de six critères de la troisième molaire supérieure chez les campagnols *Microtus subterraneus* (de Selys-Longchamps, 1836) et *M. multiplex* (Fatio, 1905). La confluence des triangles 1 et 2 permet de séparer d'une part, les deux espèces et d'autre part, chez *M. subterraneus*, les populations du Morbihan et d'Ile-de-France de celles de l'Est et Rhodanienne. Les longueurs relatives des triangles T2 et T4 permettent aussi de distinguer la population iséroise de *M. multiplex* de la population toscane de *M. multiplex* et des quatre populations de *M. subterraneus*.

Mots clés : Odontométrie, *Microtus subterraneus*, troisième molaire supérieure, *Microtus multiplex*, Rodentia, Arvicolinae.

Comparative study of the third upper molar in the European ground vole *Microtus subterraneus* and the Fatio's vole *Microtus multiplex* (Rodentia, Arvicolinae)

Abstract

This study compares the interspecific and intraspecific variation of six criteria of the third upper molar in the voles *Microtus subterraneus* (de Selys-Longchamps, 1836) and *M. multiplex* (Fatio, 1905). The confluence of triangles 1 and 2 allows, on the one hand, to separate the two species and, on the other hand, in the case of *M. subterraneus*, to separate the populations of Morbihan and Ile-de-France from those of Eastern and Rhodanien. The relative lengths of triangles T2 and T4 also distinguish the Isère population of *M. multiplex* from the Tuscan population of *M. multiplex* and from the four populations of *M. subterraneus*.

Keywords: Odontometry *Microtus subterraneus*, third superior molar, *Microtus multiplex*, Rodentia, Arvicolinae.

Introduction

Chez les campagnols, la première molaire inférieure (M_1) et la troisième molaire supérieure (M^3) sont les dents les plus pertinentes pour l'étude de la systématique et de l'évolution des espèces (Hinton, 1926 ; Hibbard, 1950 ; Chaline, 1972 ; van der Meulen, 1978 ; Niethammer & Krapp, 1982). La M_1 permet, selon les cas, l'identification des genres, sous-genres ou espèces et la M^3 apporte des informations complémentaires dans la détermination des espèces d'un même genre ou d'un même sous-genre. C'est notamment le cas chez les campagnols souterrains d'Europe du sous-genre *Microtus (Terricola)*, chez lesquels d'une part, la morphologie de la M_1 , caractérisée par la présence d'un rhombe pitymyen

(confluence entre les triangles 4 et 5), les différencie des autres espèces européennes du genre *Microtus* et d'autre la part, la morphologie de la M^3 , caractérisée par un morphotype pouvant être complexe ou simplexe, permet de séparer les espèces du sous-genre.

Le campagnol souterrain d'Europe *Microtus subterraneus* (de Selys Longchamps, 1836), espèce présente dans une grande partie de l'Europe et le campagnol de Fatio *Microtus multiplex* (Fatio, 1905), espèce alpine (Quéré & Le Louarn, 2011 ; Krystufek & Shenbrot, 2022), sont deux espèces du sous-genre *Microtus (Terricola)*, ayant une M^3 de type complexe, caractérisée par 2 triangles (T1 et T3) côté externe de la dent et 3 triangles (T2, T4 et T5) côté interne de la dent (Chaline *et al.*, 1974 ; **Fig. 1**).

1. 5, rue de Palanka, 38000 Grenoble, France - patrick.brunet-lecomte@wanadoo.fr



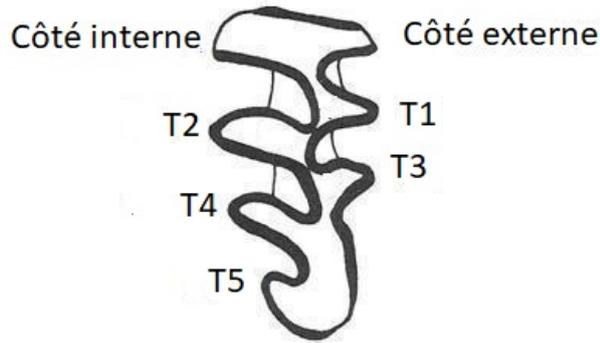


Fig. 1 - Morphologie de la troisième molaire supérieure de *Microtus subterraneus*.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la variation interspécifique et intraspécifique de six critères pris sur la M³ sur différentes populations géographiques de *M. subterraneus* et *M. multiplex* afin de voir lesquels sont les plus pertinents à l'échelle interspécifique et à l'échelle intraspécifique.

Matériel et méthode

Le matériel étudié est composé de 305 M³ appartenant à quatre populations géographiques de *M. subterraneus* :

- 1) Morbihan, Bretagne (quatre communes) : 69 dents ;
- 2) Île-de-France (24 communes de l'Essonne, Val-d'Oise et Yvelines) : 57 dents ;
- 3) Est de la France (18 communes de Côte-d'Or, Aube, Marne, Meurthe-et-Moselle, Meuse, Moselle et Vosges) : 30 dents ;
- 4) Ouest-Rhodanien (11 communes de l'Ardèche, Loire et Rhône) : 33 dents ; et deux populations de *M. multiplex* : 1) Isère (21 communes), 64 dents et 2)

Lunigiana, Toscane (trois communes de la province de Massa-Carrara), 52 dents.

Six critères de la M³ ont été mesurés (**Fig. 2**), analysés pour la comparaison entre les espèces et les populations de chaque espèce :

- 1) LT : la longueur totale exprimée en mm ;
- 2) LT2 : la longueur relative du triangle T2 par rapport à la longueur totale de la dent exprimée en % ;
- 3) RT2T1 : le rapport longueur relative du triangle T2/ longueur relative du triangle T1 ;
- 4) LT4 : la longueur relative du triangle T4 par rapport à la longueur totale de la dent exprimée en % ;
- 5) RT4T3 : le rapport longueur relative du triangle T4/ longueur relative du triangle T3 ;
- 6) RC : la confluence entre les triangles 1 et 2 pondérée par la longueur du triangle T2.

Chaque critère a été comparé entre :

- 1) Les deux espèces (*M. subterraneus* et *M. multiplex*) par un test t de Student.
- 2) Les quatre populations de *M. subterraneus*, par une analyse de variance (ANOVA). En cas d'un effet population significatif, l'analyse est complétée par un test de comparaisons multiples de Bonferroni afin de voir entre quelles populations comparées deux à deux une différence significative est observée.
- 3) Les deux populations de *M. multiplex* par un test t de Student.

Le risque de première espèce a été fixé à 5 %.

Résultats

La description des critères de la M³ chez les espèces et les populations de *Microtus subterraneus*

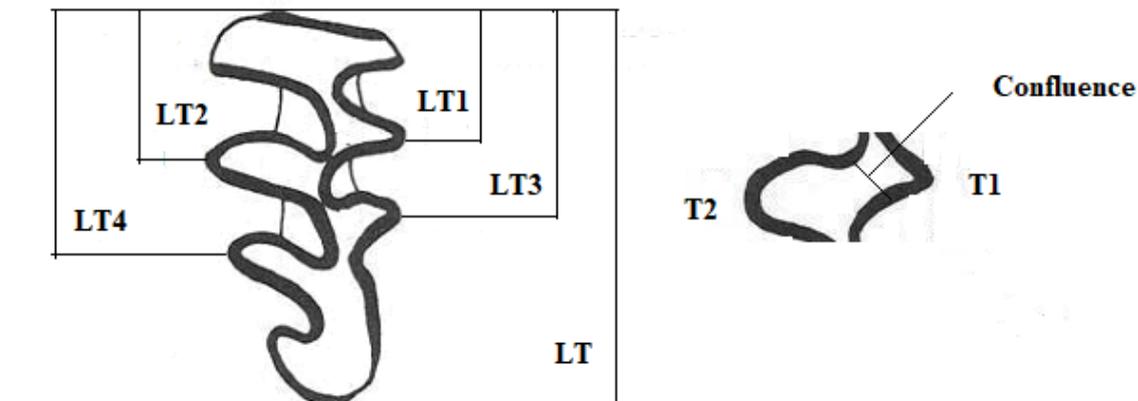


Fig. 2 - Morphométrie de la troisième molaire supérieure de *Microtus subterraneus*. LT : Longueur totale, LT1 : Longueur jusqu'à la pointe du triangle 1, LT2 : Longueur jusqu'à la pointe du triangle 2, LT3 : Longueur jusqu'à la pointe du triangle 3, LT4 : Longueur jusqu'à la pointe du triangle 4, confluence entre les triangles 1 et 2.

	Critères moyenne +/- écart type					
<i>Microtus subterraneus</i>	LT	LT2	RT2T1	LT4	RT4T3	RC
Total N=189	1,66±0,12	40,04±2,26	1,22±0,07	64,49±3,34	1,21±0,06	5,81±3,59
Morbihan N=69	1,62±0,11	40,49±1,90	1,23±0,07	65,33±2,72	1,22±0,06	4,94±2,87
Île-de-France N=57	1,65±0,08	40,40±2,10	1,20±0,07	65,07±3,21	1,20±0,06	4,67±3,64
Est N=30	1,65±0,13	39,38±2,19	1,22±0,08	63,03±3,52	1,21±0,06	7,29±3,63
Ouest-Rhodanien N=33	1,74±0,13	39,09±2,89	1,21±0,07	63,07±3,76	1,19±0,04	8,26±3,27
<i>Microtus multiplex</i>	LT	LT2	RT2T1	LT4	RT4T3	RC
Total N=116	1,74±0,14	42,11±3,41	1,23±0,12	66,55±4,68	1,18±0,08	1,98±2,09
Isère N=64	1,74±0,12	43,88±2,65	1,25±0,09	68,93±3,85	1,19±0,07	1,69±1,69
Lunigiana N=52	1,74±0,17	39,93±2,97	1,21±0,14	63,61±3,90	1,17±0,08	2,34±2,47

Tabl. 1 - Description des critères de la troisième molaire supérieure chez les espèces et les populations de *Microtus subterraneus* et *Microtus multiplex*. LT : longueur totale (mm), LT2 : longueur relative du triangle 2 (%), RT2T1 : rapport longueur relative du triangle T2/ longueur relative du triangle T1, LT4 : longueur relative du triangle 4 (%), RT4T3 : rapport longueur relative du triangle T4/ longueur relative du triangle T3, RC : confluence entre les triangles 1 et 2 pondérée par la longueur du triangle T2.

et *Microtus multiplex* est présentée dans le **Tabl. 1**. La comparaison des critères de la M³ entre les espèces et les populations de *Microtus subterraneus* et *Microtus multiplex* est présentée dans le **tabl. 2**.

Comparaison des critères entre *M. subterraneus* et *M. multiplex*.

Les deux espèces diffèrent significativement pour cinq critères, seul le rapport des longueurs des triangles T2 sur T1 n'étant pas différent entre elles.

- La longueur totale de la M³ et les longueurs relatives des triangles T2 et T4 sont plus grands chez *M. multiplex* que chez *M. subterraneus* (1,74±0,14 mm vs 1,66±0,12 mm, 42,11±3,41 % vs 40,04±2,26 % et 66,55±4,68 % vs 64,49±3,34 %, respectivement).

- Le rapport des triangles T4 sur T3 et la confluence des triangles 1 et 2 sont plus grands chez *M. subterraneus* que chez *M. multiplex* (1,21±0,06 vs 1,18±0,08, et 5,81±3,59 vs 1,98±2,09, respectivement).

Comparaison des critères entre les quatre populations de *M. subterraneus*.

Les quatre populations diffèrent significativement pour cinq critères, seul le rapport des longueurs des triangles T2 sur T1 n'étant pas différent entre elles :

- La longueur totale de la M³ est plus grande dans la population de l'Ouest-Rhodanien que dans celles du Morbihan, d'Île-de-France et de l'Est (1,74±0,13 mm vs 1,62±0,11 mm, 1,65±0,08 mm et 1,65±0,13 mm, respectivement).

- La longueur relative du triangle 2 est plus petite dans la population de l'Ouest-Rhodanien (39,09±2,89 %)

que dans celles de Morbihan et d'Île-de-France et de l'Est (40,49±1,90 % et 40,40±2,10 %, respectivement).

- La longueur relative du triangle 4 est plus grande dans les populations du Morbihan et d'Île-de-France (65,33±2,72 % et 65,07±3,21 %, respectivement) que dans celles de l'Est et de l'Ouest-Rhodanien (63,03±3,52 % et 63,07±3,76 %, respectivement).

- Si le rapport des triangles T4 sur T3 est globalement significatif, la comparaison entre les populations deux à deux par le test de Bonferroni ne montre pas de différence significative.

- La confluence entre les triangles T1 et T2 est plus grande dans les populations de l'Est et de l'Ouest-Rhodanien (7,29±3,63 et 8,26±3,27, respectivement) que dans celles du Morbihan et d'Île-de-France (5,81±3,59 et 4,94±2,87, respectivement).

Comparaison des critères entre les deux populations de *M. multiplex*.

Les deux populations diffèrent significativement pour les trois critères suivants : la longueur relative du triangle 2, le rapport des longueurs des triangles 1 et 2 et la longueur relative du triangle 4 qui sont plus grands dans la population de l'Isère (43,88±2,65 %, 1,25±0,09 et 68,93±3,85 %, respectivement) que dans celle de la Lunigiana (39,93±2,97 %, 1,21±0,14 et 63,61±3,90 %, respectivement).

Discussion et conclusion

La comparaison entre les deux espèces montre une différence pour cinq critères. Parmi ces cinq critères, tous montrent une différence significative entre les populations de *M. subterraneus* et deux entre les

Comparaison	LT	LT2	RT2T1	LT4	RT4T3	RC
<i>Microtus subterraneus vs Microtus multiplex</i>						
Test t	p<0,001	p<0,001	p=0,163	p<0,001	p=0,001	p<0,001
<i>Microtus subterraneus</i>						
Analyse de variance	p<0,001	p<0,001	p=0,124	p<0,001	p=0,042	p<0,001
Test de Bonferroni S : significatif (p<0,05), ns : non significatif (p≥0,05)						
Morbihan vs Ile-de France	ns	ns	-	ns	ns	ns
Morbihan vs Est	ns	ns	-	S	ns	S
Morbihan vs Ouest-Rhodanien	S	S	-	S	ns	S
Ile-de France vs Est	ns	ns	-	S	ns	S
Ile-de France vs Ouest-Rhodanien	S	S	-	S	ns	S
Est vs Ouest-Rhodanien	S	ns	-	ns	ns	ns
<i>Microtus multiplex</i> : Isère vs Lunigiana						
Test t	p=0,791	p=0,001	p=0,049	p<0,001	p=0,066	p=0,115

Tabl. 2 - Comparaison des critères de la troisième molaire supérieure entre les espèces et les populations de *Microtus subterraneus* et *Microtus multiplex*. Légende des critères, voir tableau 1.

populations de *M. multiplex*. Chez *M. subterraneus*, les populations du Morbihan et d'Île-de-France ne montrent pas de différences entre elles, alors que d'une part, chacune d'elles montre une différence d'au moins deux critères avec celles de l'Est et de l'Ouest-Rhodanien et d'autre part, les populations de l'Est et de l'Ouest-Rhodanien ne diffèrent entre elles que par un seul critère, la longueur totale de la M³, plus grande chez la population de l'Ouest-Rhodanien. Comparée à la longueur totale de la M³ de *M. multiplex*, celle-ci est plus petite chez les populations de *M. subterraneus* à l'exception de la population de l'Ouest-Rhodanien qui a une longueur semblable à celle de *M. multiplex*.

Si les longueurs relatives des triangles T2 et T4 sont plus grandes chez *M. multiplex* que chez *M. subterraneus*, cela est dû à la population iséroise de *M. multiplex*, la population de la Lunigiana montrant des longueurs des triangles T2 et T4 plus proches de celles de *M. subterraneus*.

La confluence entre les triangles 1 et 2 est le critère qui d'une part, différencie le plus nettement les deux espèces (très fermée chez *M. multiplex* et fermée chez *subterraneus*) et d'autre part, chez *M. subterraneus* différencie les populations de l'Est et de l'Ouest-Rhodanien de celles du Morbihan et de l'Île-de-France.

Miller (1908) décrit, à partir de l'examen de deux exemplaires, une sous-espèce *M. subterraneus*

capucinus, du Salon-du-Capucin (Mont-d'Or, Puy-de-Dôme, altitude 1400 m). L'auteur décrit l'holotype (une femelle adulte) comme similaire à la sous-espèce nominative *M. subterraneus subterraneus*, décrite par Sélys-Longchamps (1836) de Waremme près de Liège (Belgique), mais avec un crâne plus grand et une boîte crânienne plus large et plus aplatie. L'auteur donne différentes mesures crâniennes en référence à celles d'un mâle adulte de Belgique (mises ci-après entre parenthèses) parmi lesquelles la longueur condylo-basale = 22,4 mm (22 mm), la largeur zygomatique = 13,8 mm (13 mm), la constriction inter-orbitale = 3,8 mm (3,8 mm) et la largeur occipitale = 11,2 mm (10,8 mm). Les éléments comparatifs faits sur aussi peu de mesures ne permettent aucune conclusion sur la validité de cette sous-espèce.

Les différences observées pour la population de *M. subterraneus* de l'Ouest-Rhodanien invitent à faire des études génétiques sur celle-ci, même si comme le montrent des études génétiques récentes (Tougaard, 2016), il n'y a pas de corrélation stricte entre les différences ondotométriques observées et les parentés phylogénétiques de ces populations.

Remerciements : Je remercie pour l'obtention du matériel ayant permis cette étude Ludovic Fleury (Morbihan), Martine Baudin, Dominique Robert et Gilles Touratier (Île-de-France), Claire Parise, Jean Chevallier, François Léger, Loïc Lambert et Damien

Lerat (Est), Roberto E. Rosi (Lunigiana) et Jean-François Noblet (Isère).

Références

- Chaline J. (1972) - Les rongeurs du Pléistocène moyen et supérieur de France (Systématique-Biostratigraphie-Paléoclimatologie). *Cahiers de Paléontologie*, Éditions du C.N.R.S., Paris. 410 p.
- Chaline J., Jammot D., Baudvin H. & Saint Girons M. C. (1974) - Petits mammifères et leur environnement. Les proies des rapaces. Édition Doin, Paris. 160 p.
- Fatio V. (1905) – Campagnols et musaraignes suisses. Quelques formes peu connues. Importance variable de certains caractères. *Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève*, 4(19) : 182-206.
- Hibbard, C.W. (1950) - Mammals of the Rexroad Formation from Fox Canyon, Meade County, Kansas. *Contributions from the Museum of Paleontology*, University of Michigan, **8**: 113-192.
- Hinton M. A. C. (1926) - Monograph of the Voles and Lemmings (Microtinae). *Living and Extinct. Brit. Mus. Publ.*, Vol. 1. 488 p.
- Krystufek B. & Shenbrot G. L. (2022) - Voles and lemmings (Arvicolinae) of the Palaearctic Region. *University of Maribor press*. 436 p.
- Miller G. S. (1908) - Eighteen new European voles. *Annals and Mag. of Natural History*, **I** (8): 194-206.
- Niethammer J. & Krapp F. (1982) - Handuch der Säugetiere Europas. *Akademische Verlagsgesellschaft*, Wiesbaden. 649 p.
- Quéré J. P. & Le Louarn H. (2011) - Les rongeurs de France. Faunistique et biologie. 3^{ème} édition. *Institut National de la Recherche Agronomique*, Paris. 311 p.
- Sély-Longchamps E. de. (1836) - Essai monographique sur les Campagnols des environs de Liège. J. Desoer Éditeur. 15 p.
- Tougaard C. (2016) - Did the Quaternary climatic fluctuations really influence the tempo and mode of diversification in European rodents? *Journal of zoological systematics and evolutionary research*: 1-11
- Van der Meulen A. J. (1978) - *Microtus* and *Pitymys* (Arvicolidae) from Cumberland Cave, Maryland, with comparison of some New and Old World species. *Annals of the Carnegie Museum of Natural History* **47**: 101-145.



DOAJ
DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS

Soumis le 8 novembre 2023

Accepté le 14 novembre 2023

Publié en ligne (pdf) le 21 novembre 2023

Les Gastéropodes du Santonien supérieur (Crétacé supérieur) des Corbières méridionales aux environs de Sougraigne (Aude, France) Huitième étude

Xavier CHAIX¹ et Jérôme PLICOT²

Résumé

L'étude de nouveaux affleurements du Crétacé supérieur des Corbières méridionales (Aude) a permis la récolte de nombreux gastéropodes dans les formations des Marnes bleues de Sougraigne et de la Montagne des Cornes, datées du Santonien supérieur, zone à Polyopsis, sous zone à Paraplanum. Sont cités dans cette huitième étude, les genres et sous-genres suivants : *Rostrocerithium*, *Globiconcha*, *Oligoptycha*, *Eriptycha* et *Ringiculella*. Trois nouveaux taxons sont décrits : *Globiconcha vizcainoi*, *Eriptycha delpeyi* et *Eriptycha royi*.

<https://zoobank.org/35E57E15-41E3-42BC-B5BF-CE7954AD229A>

Mots clés : Gastropoda, Crétacé supérieur, Santonien, Corbières, Aude, France.

The gastropods of the Upper Santonian (Upper Cretaceous) southern Corbières, in the hinterland of Sougraigne (Aude, France). Eighth study

Abstract

News outcrops of the Upper Cretaceous of Sougraigne (Southern Corbières, Aude) has allowed to collect numerous gastropods in the “Marnes bleues de Sougraigne” and “Montagne des Cornes” Formations dating from the Lower Santonian, Carezi Zone and the Upper Santonian, Polyopsis Zone, Paraplanum Sub-zone. In this. Are studied in this seventh study, representatives of the genera and subgenera *Rostrocerithium*, *Globiconcha*, *Oligoptycha*, *Eriptycha* et *Ringiculella*. Three new taxa are described for the first time: *Globiconcha vizcainoi*, *Eriptycha delpeyi* and *Eriptycha royi*.

Keyword : Gastropoda, Upper Cretaceous, Santonian, Corbières, Aude, France.

Introduction

Le présent travail a pour but de poursuivre la réactualisation de la systématique des Gastéropodes du Santonien (Crétacé supérieur) des Corbières méridionales aux alentours de Sougraigne (Aude), qui n'ont pas fait d'étude paléontologique depuis les travaux anciens de d'Archiac (1854), de Roussel (1885), de Cossmann (1896-97, 1902, 1903), de Delpey (1938, 1942a) et de Termier (1954). Dans cette

huitième étude nous décrivons les genres suivants : *Rostrocerithium*, *Globiconcha*, *Oligoptycha*, *Eriptycha*, *Ringicula* ainsi que le sous-genre *Ringiculella*. Trois nouveaux taxons : *Globiconcha vizcainoi*, *Eriptycha delpeyi* et *Eriptycha royi*.

Pour plus de détails sur le cadre historique et stratigraphique, se reporter à la première étude de cette révision (Chaix & Plicot, 2018). Rappelons cependant que les dépôts du Crétacé supérieur des

1. Musée de Paléontologie et de Préhistoire, 12 rue Saint-Mammès, F-11160, Villeneuve-Minervois.
bernadette.chaix@wanadoo.fr

2. Jérôme Plicot, F-11200, Saint-André-de-Roquelongue.



Corbières méridionales appartiennent à la couverture méridionale du Massif hercynien de Mouthoumet et qu'ils s'expriment particulièrement bien au niveau du Synclinal de Rennes-les-Bains, dans lequel se développe un dispositif prodeltaïque à deux composantes sédimentaires disposées en relais latéral, l'ensemble témoignant d'une polarité vers le sud représentative de la marge nord-aquitaine (Bilotte, 2007).

Au nord un complexe sédimentaire de 100 à 250 mètres d'épaisseur, de type deltaïque, regroupé dans la formation de la Montagne-des-Cornes, au sein duquel se développent des bioconstructions récifales à rudistes, qui occupent les trois reliefs de la Montagne-des-Cornes, des Cloutets et du Brenz.

Au sud la formation des Marnes bleues de Sougraigne, uniformément constituée de 100 à 250 mètres de marnes micacées (parfois de couleur gris-bleu), témoignent d'un milieu de dépôt plus profond, représentant les faciès de type prodelta.

Des faciès de transition et des indentations entre ces deux formations concourent à la complexité de la succession lithostratigraphique des environs de Sougraigne où divers faciès intermédiaires, latéralement bien délimités, ont été individualisés sous diverses dénominations, désignant des membres lithologiques très localisés tels les « Calcaires à Lima », les « Marnes à Turritelles et Corbules », les faciès terrigènes à « ossements de Mosasaures », ou encore les « Marnes du Moulin Tiffou ». La coupe historique du chemin de Sougraigne aux Cloutets, regroupe certains d'entre eux.

Étude systématique, par Xavier Chaix

Embranchement : Mollusca

Classe : Gastropoda

Ordre : Caenogastropoda

Superfamille : Campaniloidea Douvillé, 1904

Famille : Campanilidae Douvillé, 1904

Genre : *Rostrocithium* J. de C. Sowerby, 1832

Espèce type : *Rostellaria plicata*

J. de C. Sowerby, 1835

***Rostrocithium rennense* (d'Archiac, 1854)**

Fig. 84 A-C, 85

1854 - *Cerithium rennense* d'Archiac, p. 229, pl. 6, fig. 7 désigné ici comme lectotype.

Dimensions : hauteur : 85 mm ; hauteur reconstituée : 100 mm ; diamètre dernier tour : 35 mm.

Description :

La description que donne d'Archiac (1854, p. 299) de son spécimen (reproduit **Fig. 85**) s'applique parfaitement à notre échantillon : « *coquille (moule) turriculée composée de quatorze à quinze tours légèrement convexes et peu séparés à la base, plus ou moins arrondis et plus détachés au contraire vers le milieu et le sommet de la spire. Dernier tour régulièrement arrondi à sa partie inférieure. Ouverture ovalaire, imparfaitement connue, se prolongeant par un canal également brisé et mal déterminé* ». L'ouverture de notre spécimen est par contre presque complète, malgré un écrasement partiel de la coquille au cours de la fossilisation

A noter que le spécimen K10628 (**Fig. 84C**) présente une ornementation axiale, peu visible en raison de mauvaises conditions de la fossilisation, qui s'étend presque verticalement entre les sutures. Un tel caractère n'avait pas été rencontré à ce jour sur d'autres exemplaires du genre *Rostrocithium*.

Comparaisons :

Rostrocithium plicata (J. de C. Sowerby), espèce fréquente dans le Coniacien de Soulatgé, une localité voisine, possède un même type d'ornementation axiale, mais *R. rennense* s'en distingue par sa forme plus allongée et moins pointue.

G. Termier (Delpy, 1942a, Termier, 1954) estimait pouvoir placer dans une même espèce, à la fois « *Pterodonta (Rostrocithium) plicata* Sowerby » et tous les autres taxons à coquille allongée que nous avons étudiés, en y incluant également d'autres formes voisines car, sur certains exemplaires « *le moule interne porte souvent sur la base une ou plusieurs fossettes qui sont sans doute les empreintes laissées par des épaisissements labiaux* ». Cette interprétation ne peut être retenue que pour certains taxons.

A noter également qu'une attribution au genre *Pterodonta* (d'Orbigny, 1843), ne peut être retenue car il ne regroupe, d'après Kollmann (2005, p. 137), « *que des espèces oviformes à surface lisse, présentant une courte saillie prélabrale* ». Ce qui n'est pas le cas de *R. rennense*.

Âge et provenance : Santonien supérieur, zone à Polyopsis, sous-zone à Paraplanum, Marnes bleues de Sougraigne, récolté en place sur le chemin des Cloutets (**Fig. 84 A-B**) et Marnes à Mosasaures à Sougraigne (**Fig. 84 C**).

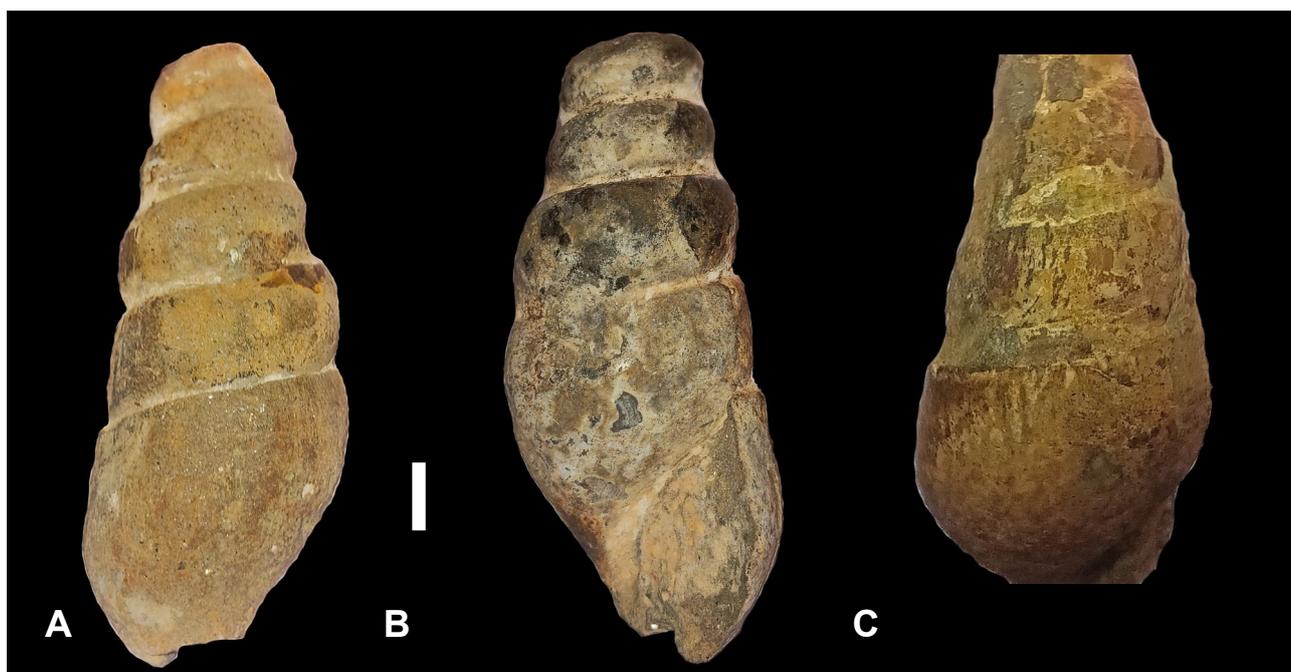


Fig. 84A-C - *Rostrocerithium rennense* (d'Archiac, 1854). **A-B** : K11698. Marnes bleues, sur le chemin des Cloutets à Sougraigne (Aude) ; **C** : K10628. Noter l'ornementation axiale peu visible. Marnes bleues, niveau à Mosasaures, sous le chemin des Cloutets à Sougraigne (Aude) X1. Échelle 10 mm.

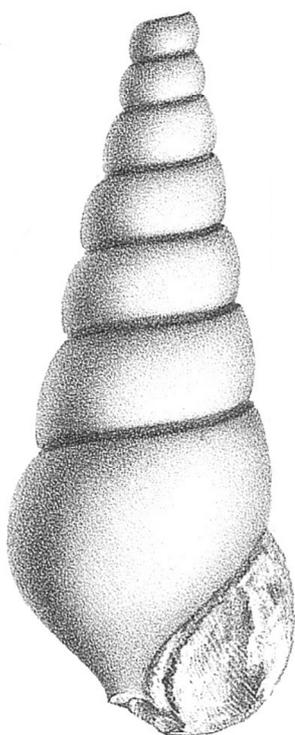


Fig. 85 - *Rostrocerithium rennense* (d'Archiac, 1854). **Lectotype**. Reproduction de la fig. 7, pl. 6 provenant des « Calcaires bruns ou jaunâtres à échinodermes », à Rennes-les-Bains (Aude).

Matériel étudié : K11698 (**Fig. 84**) et K10628 (**Fig. 85**) de la collection Chaix, conservés au Muséum d'Histoire Naturelle de Toulouse.

Ordre : Cephalaspidea Fischer, 1883

Super famille : Acteonoidea d'Orbigny, 1842

Famille : Acteonidae d'Orbigny, 1842

Sous famille : Acteoninae d'Orbigny, 1842

Genre : *Globiconcha* d'Orbigny, 1842

Espèce type : *Globiconcha rotunda* d'Orbigny, 1842

Globiconcha vizcainoi nov. sp.

Fig. 86 A-C

zoobank.org/act:D398DF27-F10B-4457-B123-DD26A027AAA6

Localité et stratotype : l'Holotype provient de la Formation des Marnes bleues de Sougraigne où il a été trouvé en place sur le chemin des Cloutets.

Âge : Santonien supérieur, zone à Polyopsis, sous-zone à Paraplanum.

Holotype : Spécimen N°K11699 (**Fig. 86**) de la collection Chaix, conservé dans les collections du Muséum d'Histoire Naturelle de Toulouse (Haute-Garonne). L'holotype est un individu adulte d'une hauteur de 32 mm dont le diamètre moyen du dernier tour est de 25 mm. Il a été trouvé à proximité de deux

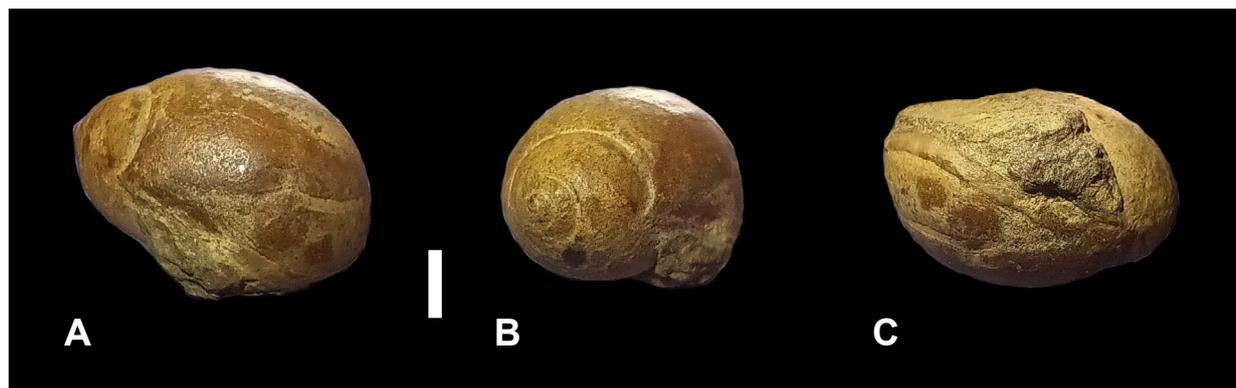


Fig. 86 A-C - *Globiconcha vizcainoi* nov. sp. **Holotype**. K11699. Marnes bleues, sur le chemin des Cloutets, à Sougraigne (Aude) X1. Échelle 10 mm.

autres individus en mauvais état de conservation, ne pouvant justifier une figuration.

Origine du nom : En l'honneur de Daniel Vizcaïno, naturaliste audois et spécialiste des faunes d'invertébrés du Paléozoïque.

Diagnose :

Moule interne de moyenne taille et de forme ovoïde présentant cinq à six tours de spire, le dernier occupant près de 80 % de la hauteur totale de la coquille. La suture présente un très léger méplat, en recouvrant nettement le tour précédent. L'ouverture, très typique du genre, est de forme demi-circulaire et semble porter sur notre échantillon un épaississement de moins d'un millimètre sur son bord labral. L'ouverture du côté columellaire n'est pas dégagée mais laisse cependant supposer la présence d'un pli. Aucune ornementation n'est visible.

Comparaison et remarques :

Nous rattachons ce nouveau taxon au genre *Globiconcha* (d'Orbigny, 1842) en raison de son galbe, de forme ovoïde, et de son ouverture en forme de large croissant, avec sans doute la présence d'un court pli columellaire.

Globiconcha est un genre crétacé dont la quasi-totalité des espèces françaises ont été décrites dans la Paléontologie Française de d'Orbigny. L'espèce la plus proche est certainement *Globiconcha ovum* (Dujardin, 1835, p. 231, pl. 17, fig. 2) provenant de la « Craie tuffau » de Touraine, d'âge Turonien moyen. Le spécimen type, décrit par Dujardin, étant considéré comme perdu (Kollmann, 2005, p. 46), cette espèce est à nouveau décrite par Kollmann (2005, p. 46, pl. 7, fig. 3a-b) avec, pour support, un spécimen provenant

du Cénomaniens de Cassis (Bouches-du-Rhône) décrit et figuré par d'Orbigny (1842, p. 123, pl. 167, fig. 19-20).

Notre nouvelle espèce en diffère par une forme nettement plus globuleuse, l'absence totale d'ornementation et une ouverture de forme moins allongée.

Super famille : Ringiculidea Philippi, 1853

Famille : Ringiculidae Philippi, 1853

Genre : *Oligoptycha* Meek, 1876

Espèce type : *Oligoptycha concinna* Meek, 1876

Tous les genres appartenant à la famille des Ringiculidae, dont l'étymologie latine est *Ringor* (= je montre les dents), ont en commun la présence de dents ou d'indentations pouvant être labrales, pariétales ou columellaires. Leur classification a toutefois été rendue difficile en raison de la présence d'un petit canal à l'extrémité de l'ouverture. C'est la raison pour laquelle les anciens auteurs les ont rapprochés tantôt des Nasses, des Marginelles, des Volutes, des Auricules ou encore des Pedipes. Delpey (1942b, p. 94) précise pourtant que, pour caractériser les représentant des Ringiculidae, « l'on ne peut faire appel aux caractères de l'épaississement labial ni à ceux du col pariétal, qui sont par trop variables ». Il nous semble important de souligner, au moins chez nos espèces de Sougraigne, l'existence d'une importante variabilité des autres caractères taxonomiques. Signalons enfin que les échantillons que nous avons pu récolter, sont généralement mal conservés, surtout au niveau de l'apex, très souvent brisé, avec une ouverture rarement dégagée, ce qui rend les déterminations parfois incertaines.

***Oligoptycha ? grossouvrei* Cossmann, 1896**

Fig. 87, 88

1896 - *Oligoptycha ? grossouvrei* Cossmann p. 247, pl. 1, fig.8-9.

Holotype : Collection de Grossouvre, conservé dans la typothèque de l'institut de Paléontologie du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris.

Dimensions : Longueur : 11 mm ; Diamètre moyen : 7 mm.

Description :

Petite espèce de forme ovoïde dont la spire obtuse est complètement enveloppée. La surface semble lisse. L'ouverture, très dilatée à l'une de ses extrémités, occupe toute la hauteur de la coquille. Le bord labral, légèrement épaissi, porte de fines crénelures. Le bord columellaire se caractérise par un net pli à l'une de ses extrémités. Nous reproduisons également la figuration originale de Cossmann (1896) (**Fig. 88**).



Fig. 87 - *Oligoptycha ? grossouvrei* Cossmann, 1896. K10637. Marnes bleues, sur le chemin des Cloutets à Sougraigne (Aude) X2. Échelle 5 mm.

Remarques et comparaisons :

Depuis sa première description par Cossmann (1896), cette espèce, seule représentante française du genre, n'a jamais été à nouveau signalée.

Son attribution au genre *Oligoptycha* (Meek, 1876) n'est proposée par Cossmann qu'avec réserve, le type du genre de Meek, ayant été sans doute établi sur un échantillon usé au cours de la fossilisation et d'interprétation difficile. Pourtant, le genre *Oligoptycha* est représenté par de nombreuses espèces dans le Crétacé d'Amérique. Il conviendrait donc de redéfinir avec précision quelles sont ses caractéristiques exactes.

A noter qu'il ne pas confondre *Oligoptycha* (Meek), avec *Oligoptychia* (Brettger, 1877), gastéropode pulmoné, de la famille des *Clausilidae*.

Âge et Provenance : Santonien supérieur, zone à Polyopsis, sous-zone à Paraplanum, échantillon trouvé en place dans les Marnes bleues sur le chemin des Cloutets à Sougraigne.

Matériel étudié : K10637 (**Fig. 87**), conservé dans les collections du Musée de Paléontologie et de Préhistoire de Villeneuve-Minervois (Aude).



Fig. 88 - *Oligoptycha ? grossouvrei* Cossmann, 1896. Reproduction de la fig. 8-9, pl. 1 de Cossmann (1896).

Genre : *Eriptycha* (Meek, 1876)

Espèce type : *Avellana decurtata* (J. de C. Sowerby, 1832)

***Eriptycha delpeyi* nov. sp.**

Fig. 89 A-B

zoobank.org/act:B65AB29C-1126-4D18-99EF-5B9FFAE2B49C

Localité et stratotype : l'Holotype a été récolté dans la formation des Marnes bleues et récolté en place sur le chemin des Cloutets à Sougraigne (Aude).

Âge : Santonien supérieur, zone à Polyopsis, sous-zone à Paraplanum.

Holotype : Spécimen K11702 (**Fig. 89**) de la collection Chaix, conservé dans les collections du Muséum d'Histoire Naturelle de Toulouse (Haute-Garonne). L'Holotype est un individu adulte d'une hauteur de 8 mm. Le diamètre moyen du dernier tour est de 7 mm.

Origine du nom : En l'honneur de Geneviève Delpey (épouse Termier) qui a catalogué les gastéropodes



Fig. 89A-B - *Eriptycha delpeyi* nov. sp. **Holotype.** K11702. Marnes bleues, sur le chemin des Cloutets à Sougraigne (Aude) X3. Échelle 5 mm.

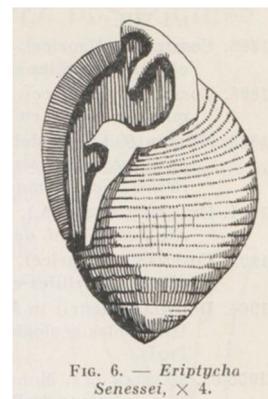


Fig. 90 - *Eriptychia senessei* (Delpey, 1938). Reproduction de la fig. 6, p. 161 de Delpey (1938).

du Crétacé supérieur répertorié dans les collections françaises, en particulier de la collection Pierre Sènesse (récoltée vers 1930), malheureusement très incomplète, à la suite d'une inondation survenue dans les sous-sols de la Faculté des Sciences de Montpellier.

Diagnose :

Petite coquille de forme ovoïde arrondie dont le dernier tour occupe plus des trois quarts de la hauteur de la spire. L'ornementation est formée de fines rayures séparées par de larges intervalles dont la surface est plane. Présence d'un large et épais bord palléal. L'ouverture présente, au niveau du labre, une série d'une quinzaine d'indentations parallèles séparées par de courts intervalles. Un fort et large pli pariétal est présent, ainsi qu'une double indentation columellaire.

Comparaison et remarques :

Notre nouveau taxon est bien à classer dans le genre *Eriptycha* (Meek, 1876), en raison de la présence d'un épais bord labral externe, d'indentations labrales (internes) et de plis columellaires et pariétaux. Il convient de bien préciser que l'orthographe « *Eryptycha* » n'est pas acceptable (cf. Molluscabase).

Notre espèce est morphologiquement très proche de *Eriptychia senessei* (Delpey, 1938, p. 161, fig. 6) (reproduite **Fig. 90**), seul représentant du genre signalé à ce jour dans le Santonien de Sougraigne, et c'est avec hésitation que nous avons créé une nouvelle espèce. Malgré certaines concordances au niveau des plis columellaires et du pariétal, *E. delpeyi* s'en distingue cependant par une taille deux fois plus petite, une forme nettement plus sphérique très différente du galbe allongé que présente la figuration de Delpey. Cet auteur indique également la présence

de nettes ponctuations au niveau des fins sillons qui ornent la coquille sur la totalité de sa surface. Les fins sillons existent bien mais ne portent sur notre fossile aucune ornementation visible.

Avellana decurtata Sowerby, signalé dans le Crétacé supérieur de Gosau (Autriche) par Zekeli (1852, pl. 8, fig. 103), renommé ensuite *Eriptycha decurtata* par Delpey (1938, fig. 6), est très proche de notre nouveau taxon par sa taille, mais s'en distingue principalement par la présence de sillons beaucoup plus nombreux (presque le double) dont les intervalles ne sont pas lisses.

Avellana archiaciana d'Orbigny (1842, p. 137, pl. 169, fig. 7-9) est une espèce du Campanien proche de la nôtre, dont l'ornementation est toutefois différente, placée sous ce taxon par Kollmann (2005, p. 51). Aucun matériel de référence n'a été retrouvé dans sa collection.

Eriptycha ? royi nov. sp.

Fig. 91 A-B

zoobank.org/act:07E655BB-07A8-4E40-B832-EB2AD3361AFF

Localité et strate type : L'Holotype provient des Marnes bleues, niveau à Mosasaures. Il est récolté en place sous le chemin des Cloutets, à Sougraigne (Aude).

Âge : Santonien supérieur, zone à Polyopsis, sous-zone à Paraplanum.

Holotype : Spécimen K11703 (**Fig. 91 A-B**) de la collection Chaix, conservé dans les collections du Muséum d'Histoire Naturelle de Toulouse (Haute-Garonne). L'Holotype est le moule interne d'un individu que nous estimons adulte.



Fig. 91 A-B - *Eriptycha ? royi* nov. sp. **Holotype**. K11703. Marnes bleues, niveau à Mosasaures, sous le chemin des Cloutets à Sougraigne (Aude) X3. Échelle 5 mm.

Dimensions de l'Holotype : Hauteur 9 mm ;
Diamètre : 7 mm.

Origine du nom : Dénommé en l'honneur de Jean Roy, professeur au lycée Carnot de Paris (17ème) et Inspecteur Général de l'Éducation Nationale en 1960, à qui je dois ma passion pour la Paléontologie.

Diagnose et description :

Très petite coquille de forme ovoïde arrondie, caractérisée par une ouverture arquée joignant presque les deux extrémités du fossile. Sa largeur, à peu près constante, est égale au tiers du reste de la coquille. Aucune ornementation n'est visible. Le bord du labre est mince et semble ne porter aucune dent interne, sauf peut-être à l'extrémité « siphonale » ou, à fort grossissement, il est possible de distinguer trois petites excroissances pointues.

En l'absence totale d'ornementation (le test n'ayant pas été fossilisé), c'est avec doute que nous avons provisoirement classé l'unique spécimen de notre nouvelle espèce dans le genre *Eriptycha* dont il présente la forme générale, mais dont il se distingue par une ouverture nettement plus étroite.

Genre : *Ringicula* (Meek, 1876)

Espèce type : *Ringicula ringens* (Deshayes, 1838)

***Ringicula verneuili* d'Archiac, 1854**

Fig. 92A-B, 93

1854 - *Ringicula verneuili* d'Archiac, pl. 4, fig. 3 a-b.

Holotype : Collection d'Archiac.

Dimensions : Hauteur 7 mm ; Diamètre 2 mm.

Description :

Très petite coquille de forme ovoïde étroite, dont le dernier tour correspond à environ les trois cinquièmes du reste de la spire. Elle est surtout caractérisée par la présence d'un bourrelet labial épais, saillant, présentant deux plis columellaires, malheureusement difficilement visibles sur notre échantillon. Celui-ci mériterait un profond dégagement de son ouverture, ce qui permettrait vraisemblablement la découverte de très fines crénelures à l'intérieur du labre. Nous reproduisons **Fig. 93** l'un des dessins de d'Archiac.

Remarques et comparaison :

Ce taxon décrit par le vicomte d'Archiac est très proche de l'espèce « type » du genre, *Ringicula ringens* (Deshayes, vol. 2, pl. 8, fig. 16-17), fossile classique du Tertiaire parisien. Il n'en diffère que par une ornementation formée de stries moins nombreuses, moins serrées et la présence de crénelures internes moins fines.

Nous pouvons également la rapprocher de l'espèce décrite plus haut, *Ringicula grossouvrei* (Cossmann, 1902), qui s'en distingue par une forme plus ovoïde et un bourrelet labial très large et épais.

Plusieurs autres espèces sont également présentes dans le Crétacé supérieur français, toutes trois du Turonien : *Ringiculella turonensis* (Cossmann, 1895, p. 150, pl. 6, fig. 26-27) ; *Ringiculella michelati* (Cossmann, 1902, p. 542, pl. 3, fig. 4-5) et *Ringiculella chateleti* (Roman & Mazeran, 1920, p. 72, fig. 24).

Âge et provenance : Santonien supérieur, zone à Polyopsis, sous-zone à Paraplanum, niveau des Marnes bleues, échantillon récolté en place sur le chemin des Cloutets à Sougraigne (Aude).



Fig. 92 - *Ringicula verneuili* d'Archiac 1854. K11705. Marnes bleues, sur le chemin des Cloutets, à Sougraigne (Aude) X3. Échelle 5 mm.



Fig. 93 - *Ringicula verneuili* d'Archiac 1854. Reproduction de la fig. 3a-b, pl. 4 de d'Archiac (1854).

Matériel étudié : K11705 (**Fig. 92**) de la collection Chaix, conservé dans les collections du Musée de Paléontologie et de Préhistoire de Villeneuve-Minervois (Aude).

Sous-genre *Ringiculella* Sacco, 1892

Espèce type : *Marginella auriculata*
Ménard de la Groye, 1811

Ringicula (Ringiculella) grossouvrei
Cossmann, 1902

Fig. 94, 95

1902 - *Ringicula grossouvrei* Cossmann, pl. 3, fig. 9-10.

Holotype : Collection de Grossouvre, conservée à la typothèque de l'Institut de Paléontologie du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris.

Dimensions : Hauteur : 6 mm ; diamètre : 2 mm.

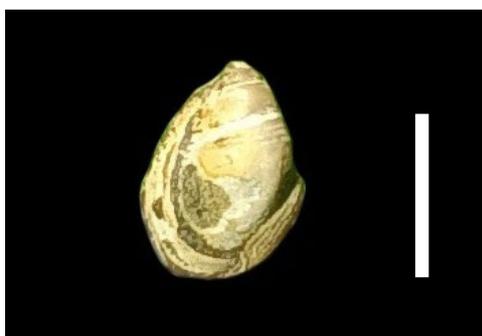


Fig. 94 - *Ringicula (Ringiculella) grossouvrei* Cossmann, 1902. K11704. Marnes bleues, sur le chemin des Cloutets, à Sougraigne (Aude) X3. Échelle 5 mm.

Description :

Petite espèce d'allure globuleuse, dont la spire est formée d'environ 4 à 5 tours légèrement convexes. Le dernier tour, ventru, correspond environ aux quatre cinquièmes de la hauteur totale de la spire. Bord columellaire épais, très large. Malheureusement l'ouverture est à peine dégagée et ne permet pas de distinguer correctement les caractéristiques de l'espèce, telles que les a définis Cossmann « Ouverture très étroite encombrée par les saillies des bords opposées, profondément échancrés à la base... ... plis columellaires saillants ; callosité pariétale très proéminente avec un contrefort longitudinal ». Nous reproduisons également (**Fig. 95**) une les figurations de Cossmann (1902, pl. 3, fig. 9-10).

Remarques et comparaison :

L'espèce la plus proche, également présente à Sougraigne, est certainement *Ringicula verneuili* (d'Archiac) (1854, p. 218, pl. 4, fig. 3) (**Fig. 92, 93**), qui en diffère cependant par des proportions différentes, une forme plus étroite, une spire plus



Fig. 95 - *Ringicula (Ringiculella) grossouvrei* Cossmann, 1902. Reproduction du type de Cossmann (1902, pl. 3 fig. 9).

allongée, ainsi que par deux plis columellaires et de très fines crénelures situées à l'intérieur du labre.

Précisons que nous regroupons dans le sous-genre *Ringiculella* les individus caractérisés par l'absence de crénelures à l'intérieur du labre, par la présence d'une saillie longitudinale de la callosité pariétale et par l'importance du bourrelet labial qui se prolonge jusqu'à la suture du tour antépénultième.

Âge et provenance : Santonien supérieur, zone à Polyopsis, sous-zone à Paraplanum, niveau des Marnes bleues, récolté en place sur le chemin des Cloutets, à Sougraigne (Aude).

Matériel étudié : K11704 (Fig. 94) de la collection Chaix, conservé dans les collections du Musée de Paléontologie et de Préhistoire de Villeneuve-Minervois (Aude).

Références

- Archiac A. d' (1854) - Coupe géologique des environs des Bains de Rennes (Aude), suivie de la description de quelques fossiles de cette localité. *Bulletin de la Société Géologique de France*, Paris, (2), 11 : 185-230, 6 pl.
- Bilotte M. (2007) - Permanence, au Crétacé supérieur, de la position de la limite de la plateforme/bassin dans la zone sous-pyrénéenne orientale (Aude, France), implications géodynamiques. *Géologie de la France*, (I) : 33-53.
- Chaix X. & Plicot J. (2018-2022) - Les Gastéropodes du Santonien supérieur (Crétacé supérieur) des Corbières méridionales, aux environs de Sougraigne (Aude, France). *Carnets natures* : Première étude, 2018, 5 : 17-33 ; Deuxième étude, 2020a, 7 : 15-28 ; Troisième étude, 2020b, 7 : 79-93 ; Quatrième étude, 2021a, 8 : 53-65 ; Cinquième étude, 2021b, 8 : 112-122 ; Sixième étude, 2022, 9 : 11-19 ; Septième étude, 2022, 9 : 67-76.
- Cossmann M. (1896 -1897) - Observations sur quelques coquilles crétaciques recueillies en France. *Association française d'avancement des Sciences*, Paris, Paris, 25e session (congrès de Carthage) : 243-269.
- Cossmann M. (1902) - Observations sur quelques coquilles crétaciques recueillies en France. (5e article). *Association française d'avancement des Sciences*, Paris, 31e session (congrès de Montauban) : 539-557.
- Cossmann M. (1903) - Observations sur quelques coquilles crétaciques recueillies en France. (6e article). *Association française d'avancement des Sciences*, Paris, 32e session (congrès d'Angers) : 626-632.
- Delpey G. (1938) - Gastéropodes recueillis par M. Sénesse dans le Santonien supérieur des Corbières. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, 72 : 155-162.
- Delpey G. (1942a) - Gastéropodes du Crétacé supérieur dans le sud-ouest de la France (Groupe I). *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, 77 : 161-197.
- Delpey G. (1942b) - Étude sur les Gastéropodes albiens. *Annales de l'Université de Grenoble*, Section Sciences-Médecine, 23 : 76-90.
- Douvillé H. (1904) - in Mission scientifique en Perse de J. de Morgan, t. III, 4, Études Géologiques, Paléontologiques, Mollusques fossiles, Paris, édit. E. Leroux.
- Dujardin F. (1837) - Mémoire sur les couches du sol de la Touraine et description de la craie des Faluns. *Mémoire de la Société Géologique de France*, Paris, 2, 9.
- Fischer P. (1880-1887) - Manuel de Conchyliologie et de Paléontologie conchyliologique. Édition Savy, Paris.
- Kollmann H.A. (2005) - Révision critique de la Paléontologie Française, d'Alcide d'Orbigny, Backhuys édit., Leyden. 239 p., 18 pl.
- Lamarck J.B. (1802-1807) - Mémoire sur les fossiles des environs de Paris. *Annales du Muséum d'Histoire Naturelle Paris*.
- Meek F.B. (1876) - A report of the invertebrate Cretaceous and Tertiary fossils of the Upper Missouri Country. *United States Geological and Geographical Survey of Territories*, 9. 629 p., 45 pl.
- Orbigny A. d' (1842-1843) - Paléontologie française. Terrains crétacés. (II) : Gastéropodes. Édit. Arthus-Bertrand (Paris) : 1-456, pl. 149-236.
- Philippi R. A. (1853) - Descriptiones naticarum quarundam novarum ex collectione Cumingiana. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 19. 233 p.
- Roman F. & Mazeran P. (1920) - Monographie paléontologique de la faune du Turonien du bassin d'Uchaux et de ses dépendances. *Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon*, 32 (2). 138 p., 35 fig., 11 pl.
- Roussel J. (1885) - Note sur le Crétacé supérieur et le Tertiaire des départements de l'Ariège et de l'Aude. *Bulletin de la société ariégeoise des Sciences, Lettres et Art.* (I) : 327-337.

Sowerby J. de C. (1823-1846) - The Mineral Conchology of Great Britain: or coloured figures and descriptions of those remains of testaceous animals or shells, which have been preserved at various times and depths in the earth. Arding & Merrett edit. London.

Termier G. (1954) - Gastéropodes du Crétacé

supérieur dans le sud-ouest de la France (Groupe II). *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, 89 : 323-382.

Zekeli F. (1852) - Die Gastropoden der Gosaugebilde. *Abhandlungen der Kaiserlich - Königlichen Geologischen Reichsanstalt, Wien*, 2 : 1-124.

DOAJ

DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS



Soumis le 7 novembre 2023

Accepté le 21 novembre 2023

Publié en ligne (pdf) le 15 décembre 2023