

Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse



2025
T. 161



ORGANISATION DE LA SOCIÉTÉ

POUR 2026

<i>Présidente</i>	MME N. SÉJALON-DELMAS
<i>Vice-Président</i>	M.L. PASSERA
<i>Secrétaire</i>	M.M. BILOTTE
<i>Secrétaire chargé des relations avec le Muséum</i>	M.B. COSSON
<i>Trésorier</i>	M.S. AULAGNIER
<i>Membres du Conseil d'Administration</i>	M.S. AULAGNIER, MME F. BESSON, M. BILOTTE, MME N. COINEAU, R. MATHIEU, L. PASSERA, MME N. SEJALON-DELMAS, A. THOMAS, B. COSSON
<i>Membres permanents du Comité de Lecture</i>	M. BILOTTE (Toulouse), N. COINEAU (Banyuls), Y. COINEAU (Paris), M. MOLLES (Albuquerque, USA), L. PASSERA (Toulouse), P. TASSY (Paris), A. THOMAS (Toulouse)
<i>Responsable du Site web</i>	R. MATHIEU
<i>Correspondant à la BU Sciences / UPS</i>	P. NAEGELEN et H. MORSLY
Site web : www.shnt.fr	

Membre bienfaiteur :

Jacques Vassal

3 allée de Bufevent, 31320 Auzeville-Tolosane

Le *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse* est indexé dans
CLARIVATE ANALYTICS / BIOSIS / Biological Abstracts / Zoological Record.

The *Bulletin of the Natural History Society of Toulouse* is indexed in
CLARIVATE ANALYTICS / BIOSIS / Biological Abstracts / Zoological Record.

*La Société d'Histoire Naturelle de Toulouse remercie les membres permanents ou consultants
du comité de lecture qui ont eu la tâche de réviser les articles de ce bulletin avant leur publication.*

bulletin de la société
d'HISTOIRE
NATURELLE
de TOULOUSE

2025

T. 161

Éditorial

Chères membres, chers membres,

C'est avec beaucoup de fierté et de reconnaissance que j'assume aujourd'hui la présidence de notre Société d'Histoire Naturelle de Toulouse. Quatrième femme présidente après mesdames Dulucq-Mathou, Sudre et de Ferré. Il est amusant de constater que comme elles, je suis liée à l'enseignement de la biologie végétale (plus exactement mycologie en ce qui me concerne) et au Muséum, en tant que directrice du jardin botanique Henri Gaussen et du service des collections scientifiques de l'Université.

Mon devoir sera de continuer à faire vivre un héritage unique : celui de femmes et d'hommes passionnés qui, depuis près de deux siècles, explorent, observent et partagent la richesse de la Région Occitanie et plus largement de la planète, dans le bulletin.

Notre monde change à un rythme sans précédent. Les transformations écologiques que nous vivons nous rappellent à quel point la connaissance et la curiosité sont des forces précieuses pour comprendre et agir. Plus que jamais, notre société a un rôle essentiel : être un lieu où la science éclaire, où le savoir se transmet et où la passion de la Terre et du vivant rassemble. Face aux fausses publications générées par l'IA, j'aurais à cœur que ce bulletin perdure comme un rempart d'intégrité scientifique.

Je crois profondément en la force du collectif. C'est pourquoi, nous continuerons nos collaborations avec les institutions, tels que le Muséum de Toulouse et la nouvelle Université de Toulouse, pour bâtir des passerelles entre le savoir académique et la société civile. Une attention renouvelée sera portée à la jeunesse afin de préparer une nouvelle génération de naturalistes et de sociétaires.



© Lydie Lecarpentier

Ensemble, continuons à honorer ce patrimoine scientifique exceptionnel, tout en l'inscrivant pleinement dans les enjeux contemporains. Notre société doit rester ce qu'elle a toujours été : un lieu d'esprit libre, de rigueur et d'humanité.

Je vous remercie pour votre confiance et votre engagement. C'est avec vous, et grâce à vous, que nous continuerons à faire vivre la science pour le bien commun.

Nathalie Séjalon-Delmas

Extinctions de Grands Mammifères : l'accélération à l'Anthropocène

Stéphane Aulagnier*

*Comportement et Écologie de la Faune Sauvage, INRAE, Université de Toulouse
CS 52627, 31326 Castanet-Tolosan cedex.
stephane.aulagnier@utoulouse.fr

RÉSUMÉ

Les Grands Mammifères ont été les principales victimes des humains depuis la Préhistoire. Les extinctions se sont poursuivies pendant la période historique et se sont accélérées au cours des derniers siècles. Ainsi, 18 espèces ont disparu au cours de l'Anthropocène, dont 11 Artiodactyles, principalement dans la région paléarctique. Les extinctions locales sont encore plus nombreuses ; deux exemples, Maroc et France, illustrent le rôle des humains dans la conservation des Grands Mammifères.

Mots-clés : Artiodactyles, Carnivores, Liste rouge, Conservation, Maroc, France

Large mammals' extinctions: the Anthropocene hastening

ABSTRACT

Large Mammals were particularly hunted until extinction by humans during prehistoric times, and during the historic period. Extinctions hastened during the last centuries, and 18 species, including 11 Artiodactyls, became extinct in the Anthropocene, mainly in the Palearctic region. Local extinctions are still more numerous; two examples, Morocco and France, illustrate the leading part of humans in the future of Large Mammals.

Key-words: Artiodactyla, Carnivora, Redlist, Conservation, Morocco, France

I. Introduction

Quelle caractéristique commune partagent ces Mammifères : le Thylacine (*Thylacinus cynocephalus*) – un Marsupial, la Rythine de Steller (*Hydrodamalis gigas*) – un Sirénien, le Lémur-paresseux de Grandidier (*Paleopropithecus ingens*) – un Primate, l'Aurochs (*Bos primigenius*) – un Artiodactyle et le Phoque des Caraïbes (*Neomonachus tropicalis*) – un Carnivore Pinnipède ? Toutes ces espèces de grande taille ont disparu pendant la période historique, pour la plupart victime directe des activités humaines, chasse immodérée pour certains, concurrence avec des animaux introduits, dont le bétail domestique, pour d'autres. La masse corporelle médiane des Mammifères éteints au Pléistocène supérieur était de 182 kg (DIRZO 2014), preuve que ce sont en majorité des

espèces de grande taille qui ont alors disparu. Pour l'Holocène récent et Anthropocène cette valeur n'est plus que de 0,7 kg. Mais, cette statistique ne tient pas compte des disparitions de sous-espèces comme l'Hémione de Syrie (*Equus hemionus hemippus*) ou du Quagga (*Equus quagga quagga*), deux équidés respectivement du Proche-Orient et d'Afrique du Sud, ni des extinctions locales comme celles de l'Éléphant d'Afrique (*Loxodonta africana*), du Lion (*Panthera leo*), du Guépard (*Acinonyx jubatus*) et sans doute de la Panthère ou Léopard (*Panthera pardus*) au nord du Sahara. D'autres espèces enfin ont échappé in extremis à l'extinction grâce à des programmes de conservation, comme le Bison d'Europe (*Bos bonasus*) ou l'Oryx algazelle (*Oryx dammah*). En France, le Loup gris (*Canis lupus*) et le Lynx boréal (*Lynx lynx*) ont disparu, victimes

de persécutions, l'Ours brun (*Ursus arctos*) a survécu dans les seules Pyrénées occidentales. Si le premier est revenu depuis son refuge italien, le second n'est présent qu'à la suite de réintroductions, et le troisième ne reconstitue une population viable qu'à la suite de transferts depuis la Slovénie. Après un bilan des extinctions intervenues à l'Anthropocène il convient de s'interroger sur la place que l'Homme voudra bien laisser aux Grands Mammifères dans un futur proche.

II. Quelques définitions

Parmi plusieurs définitions, les Grands Mammifères sont ici des animaux de masse corporelle moyenne supérieure à 15 kg (*vide* RIPPLE 2014).

Les espèces éteintes à l'Anthropocène appartiennent principalement à l'ordre des Artiodactyles (11 espèces) ; Carnivores (deux espèces), Proboscidiens, Siréniens, Primates, Périssodactyles, Diprotodontes (précédemment

Marsupiaux) et Dasyuromorphes (une espèce) complètent la liste des récents disparus.

Proposée par Eugene Stoermer en 1980 et popularisée par Paul Josef Crutzen en 2000 (CRUTZEN & STOERMER 2000), l'Anthropocène est une période discutée, sa spécificité même est contestée. LEWIS & MASLIN (2015) ont compilé les principales propositions de dates pour la base de l'Anthropocène depuis l'extinction de la mégafaune pléistocène datée par les fossiles (entre -50 000 et -10 000 selon les régions du Monde), jusqu'aux environs des années 1950 caractérisées par la présence de substances chimiques industrielles et du plutonium libéré par les premiers essais nucléaires. C'est aussi parfois le début de l'agriculture caractérisé par l'apparition de pollens dans les sédiments (autour de -11 000), de l'agriculture extensive avec une augmentation de la teneur en gaz carbonique dans les glaces (-8 000), le développement de la culture du riz avec une augmentation des dégagements de méthane (-6 500), l'anthropisation des sols avec

Ordre	Nom scientifique	Dernière date connue	IUCN 2024	BURGIN et al. 2020	CHERNASKY 2023	Région biogéographique	Dernière localisation
Primates	<i>Palaeopropithecus ingens</i>	1620	X	X	X	Afrotropicale	Madagascar
Artiodactyles	<i>Bos primigenius</i>	1627	X	X	X	Paléarctique	Pologne
Siréniens	<i>Hydrodamalis gigas</i>	1768	X	X	X	Océanienne	Mer de Behring
Artiodactyles	<i>Gazella arabica</i>	1840	DD	X	-	Paléarctique	Arabie
Artiodactyles	<i>Hippotragus leucophaeus</i>	1850	X	X	X	Afrotropicale	Afrique du Sud
Périssodactyles	<i>Equus ferus</i>	1879	* 1	X	X	Paléarctique	Russie
Artiodactyles	<i>Eudorcas rufina</i>	1880s	-	X	* 2	Paléarctique	Algérie
Artiodactyles	<i>Sus bucculentus</i>	1892	X	-	-	Australasienne	Vietnam
Artiodactyles	<i>Alcelaphus buselaphus</i>	1925	RE	X	* 3	Paléarctique	Maroc
Artiodactyles	<i>Bos caucasicus</i>	1927	-	X	-	Paléarctique	Caucase
Artiodactyles	<i>Rucervus schomburgki</i>	1932	X	X	X	Indomalaise	Asie Sud-Est
Carnivores	<i>Zalophus japonicus</i>	1951	X	X	X	Océanienne	Mer du Japon
Artiodactyles	<i>Gazella bilkis</i>	1951	X	X	* 4	Paléarctique	Yemen
Carnivores	<i>Neomonachus tropicalis</i>	1952	X	X	X	Néotropicale	Mer des Caraïbes
Diprotodontes	<i>Notamacropus greyi</i>	1950s	X	X	X	Australasienne	Australie
Artiodactyles	<i>Gazella saudiya</i>	1970	X	X	* 5	Paléarctique	Arabie
Dasyuromorphes	<i>Thylacinus cynocephalus</i>	1970s	X	X	X	Australasienne	Tasmanie
Artiodactyles	<i>Damaliscus selousi</i>	?	-	X	* 6	Afrotropicale	Kenya

Tableau 1 – Extinctions de Grands Mammifères dans le Monde depuis 1500 d'après trois sources (DD : Données insuffisantes, RE : Éteint régionalement, * 1 : représenté par *E. przewalskii*, * 2 : sous-espèce de *G. rufifrons*, * 3 : représenté par des sous-espèces sub-sahariennes, * 4 : sous-espèce de *G. arabica*, * 5 : sous-espèce de *G. dorcas*, * 6 : sous-espèce de *D. lunatus*).

la présence de sols riches en matière organique noire, la mise en contact des Ancien et Nouveau Mondes à partir de 1492 qui se traduit par une diminution de la teneur en gaz carbonique de l'atmosphère (avec un minimum en 1610) liée à un effondrement des populations humaines du Nouveau Monde et une reforestation, ou la révolution industrielle marquée par les cendres de la combustion de carbone fossile (charbon, hydrocarbures) au XIX^e siècle.

Pour l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (U.I.C.N.), qui a défini neuf catégories pour sa Liste Rouge, une espèce est « Éteinte » lorsqu'il n'existe pas de doute raisonnable que le dernier individu est mort depuis l'an 1500. Aussi, une espèce est présumée « Éteinte » lorsque des inventaires exhaustifs dans l'habitat connu ou supposé de son aire historique à des périodes appropriées (jour, saison, année) n'ont révélé aucun individu vivant. Cette date de 1500 recoupe une définition de l'Anthropocène, celle qui a été retenue pour cette revue.

III. Extinctions anthropocènes

Trois sources majeures récentes ont été utilisées pour inventorier 18 Grands Mammifères éteints à l'Anthropocène (tableau 1) avec quelques différences liées à la taxonomie retenue :

- IUCN Redlist (IUCN 2024) : 84 espèces dont 12 Grands Mammifères,
- Illustrated Checklist of Mammals of the World (BURGIN *et al.* 2020) : 17 Grands Mammifères,
- All the Mammals of the World (CHERNASKY 2023) : 102 espèces dont 13 Grands Mammifères.

Quelques éléments clés de l'extinction des 18 espèces

Palaeopropithecus ingens. Le Lémur-paresseux de Grandidier est l'un des derniers lémuriens géants de Madagascar, île qui hébergeait 17 genres de lémuriens au début de l'ère chrétienne, dont 7 ont disparu avant l'an 1000 et la colonisation de l'île par les humains depuis l'Indonésie. Toutes ces espèces étaient de taille supérieure aux espèces actuelles. *P. ingens* n'est connu que par des restes sub-fossiles et des témoignages recueillis par Etienne de Flacourt au début des années 1600 (DOUGLASS *et al.* 2019).

Bos primigenius. Alors que l'extinction des sous-espèces d'Aurochs nord-africaine et sud-asiatique remonte à l'Holocène, la sous-espèce eurasiatique s'est éteinte dans une très large partie de son aire de répartition originelle avant 1500. Elle a persisté en Pologne (forêt de Jaktorów) jusqu'en 1627, en Roumanie et Bulgarie jusqu'au début du XVIII^e siècle selon VAN VUURE (2005). Cette espèce est à l'origine de la forme domestique *B. taurus*.

Hydrodamalis gigas. La dernière population de la Rythine de Steller a été découverte en 1741 par une expédition russe dans les eaux peu profondes des îles Commander (mer de Behring). Relicte d'une espèce précédemment répandue

du Japon à la Californie (DOMNING & FUROSAWA 1994), elle comptait alors environ 1500 individus (STEJNEGER 1887). Victime de chasse pour sa viande et sa peau, elle s'est éteinte en 1768.

Gazella arabica. Selon la dernière évaluation de l'IUCN SSC ANTELOPE SPECIALIST GROUP (2017), la Gazelle d'Arabie a été décrite d'après un seul spécimen des îles Farasan au large de l'Arabie saoudite dont l'analyse génétique a révélé l'appartenance de la peau et du crâne à deux formes différentes de *Gazella*. Considérée éteinte lors des précédentes évaluations, la dénomination *G. arabica* est provisoirement donnée aux gazelles de montagne de la péninsule arabique précédemment identifiées *G. gazella* (BURGIN *et al.* 2020). Il reste que la sous-espèce type est éteinte.

Hippotragus leucophaeus. Le dernier Hippotrague bleu a été tué autour de 1800 (KLEIN 1974). Cette espèce était endémique de la région du Cap en Afrique du Sud. Un possible animal aurait été observé en 1853 (CHERNASKY 2023).

Equus ferus. Pour l'IUCN (KING *et al.* 2015), le Tarpan est représenté dans la nature actuelle par le Cheval de Przewalski (*E. ferus przewalskii*) alors que d'autres auteurs considèrent ce cheval comme un animal domestiqué retourné à la vie sauvage (GAUNITZ *et al.* 2018). Largement répandu en Europe et Asie centrale jusqu'en 1500, le Tarpan s'est maintenu dans les steppes de Russie entre 1875 et 1890 (CHERNASKY 2023) ; un animal a été tué en 1879 lors d'une tentative de capture, le dernier est mort dans un parc zoologique russe en 1909.

Eudorcas rufina. La Gazelle rouge n'est connue que par trois paires de cornes de mâles achetées sur les marchés d'Alger et Oran dans les années 1880 (BURGIN *et al.* 2020). Mais, l'un des spécimens a été identifié comme *E. rufifrons*, statut taxonomique retenu par l'IUCN (2024) et CHERNASKY (2023).

Sus bucculentus. Alors que l'IUCN (2024) accorde un statut spécifique au Sanglier du Vietnam, BURGIN *et al.* (2020) et CHERNASKY (2023) considèrent qu'il représente une sous-espèce du Sanglier (*Sus scrofa*). Aucune population actuelle n'est attribuée à cette espèce et ce sanglier n'est connu que par trois spécimens, dont deux crânes collectés dans le sud du Vietnam en 1892 dans la vallée du Dong-nai (IUCN 2024).

Alcelaphus buselaphus. Le statut spécifique du Bubale du Nord est également discuté. Alors que l'IUCN SSC ANTELOPE SPECIALIST GROUP (2019) associe à cette espèce des sous-espèces sub-sahariennes, à la suite de GRUBB (2005) d'autres sources l'en distinguent (e.g. BURGIN *et al.* 2020). Abondant lors des premières explorations du Maghreb, il a connu une régression rapide au XIX^e siècle, suivie d'une extinction au début du XX^e. Après l'Algérie (fin XIX^e) et la Tunisie (1902), les derniers exemplaires ont été tués sur les Hauts Plateaux de l'Oriental au Maroc en

1925-1926 (BÉDÉ 1926, LAVAUDEN 1926, JOLEAUD 1934, PANOUSE 1957). Selon une enquête en 1956, l'espèce était présente vers 1945 sur le versant sud du Haut Atlas entre Dades et Todgha ainsi que vers Foug Zguid, en bordure du Sahara (PANOUSE 1957).

Bos caucasicus. Le Bison du Caucase est un autre exemple de statut taxonomique discuté. À la suite de GROVES & LESLIE (2011), BURGIN *et al.* (2020) considèrent que la population du Caucase constituait une espèce jusqu'à l'élimination des trois derniers individus en 1927. Des hybrides avec *B. bonasus* sont nés en captivité avant l'extinction ; cette lignée hybride est encore présente.

Rucervus schomburgki. Le Cerf de Schomburgk est connu par plusieurs centaines de crânes en collection (HARPER 1945). Espèce autrefois répandue en Thaïlande, Birmanie et Laos, le dernier spécimen est mort en captivité en 1938 alors que le dernier animal sauvage avait été tué en 1932.

Zalophus japonicus. L'Otarie du Japon est considérée éteinte puisqu'aucun individu n'a été observé depuis les années 1950 avec une dernière donnée fiable d'une colonie de 50-60 animaux sur les rochers Liancourt (Takeshima pour les Japonais, Dokdo pour les Coréens) en 1951 (RICE 1998).

Gazella bilkis. Sous-espèce de *G. arabica* pour CHERNASKY (2023), la Gazelle de la Reine de Saba est connue par cinq spécimens collectés en 1951 dans les montagnes près de Taizz (Yémen) où elle était alors « commune ». Selon des témoignages recueillis en 1992 cette gazelle n'aurait pas été revue depuis plusieurs décades (GRETH *et al.* 1993).

Neomonachus tropicalis. Découvert par Christophe Colomb en 1494, le Phoque des Caraïbes n'a pas été observé depuis 1952, victime de la chasse pour sa peau et sa graisse, malgré une population initiale estimée autour de 300 000 individus dans toutes les Antilles, les côtes du Yucatan et du Guyana (McCLENACHAN & COOPER 2008). La dernière petite colonie connue vivait sur les îlots Serranilla entre Jamaïque et Honduras (ADAM 2004).

Notamacropus greyi. Alors que la dernière donnée confirmée de Wallaby de Grey date de 1924, l'espèce est encore mentionnée en 1943, puis dans les années 1950 et 1970 (ROBINSON & YOUNG 1983). Un animal est mort en captivité en 1939. Cette espèce, répandue au XIX^e siècle dans les régions côtières du sud-ouest de l'État de Victoria au sud-est de l'État d'Australie méridionale, a été victime de la chasse et de la prédation par le Renard roux (*Vulpes vulpes*) introduit.



Figure 1 – Chronologie des extinctions de Grands Mammifères (Proboscidiens, Périssodactyles, Artiodactyles et Carnivores) au Maroc depuis la dernière glaciation. (+ 3) : espèces réintroduites peu avant 2000 : *Nanger dama*, *Oryx dammah* et *Addax nasomaculatus* (d'après AULAGNIER 1992, OUCHAOU 2000, GERAADS 2017).

Gazella saudiya. La Gazelle saoudienne occupait les plaines du Koweït, d'Arabie saoudite et du Yémen. Victime de la chasse, elle a été considérée éteinte dans les années 1980, les individus captifs étant des hybrides selon HAMMOND *et al.* (2001). Pour CHERNASKY (2023) cette gazelle de plaine aurait été une forme de *G. dorcas*.

Thylacinus cynocephalus. Autrefois présent en Nouvelle-Guinée et dans toute l'Australie, le Thylacine (ou Loup marsupial) n'a subsisté jusqu'au XX^e siècle qu'en Tasmanie d'où il a été déclaré éteint en 1982, après la traque de ce grand prédateur (McKNIGHT 2008). Auparavant, le dernier animal captif était mort au parc zoologique d'Hobart en 1936 alors qu'il s'était éteint sur le continent dans les années 1830, victime de prédation / compétition avec le Dingo (*Canis familiaris*) introduit (JOHNSON 2006).

Damaliscus selousi. BURGIN *et al.* (2020) attribuent un statut spécifique au Damalisque de Selous sur des critères morphologiques, notamment une taille réduite des femelles, contrairement à la plupart des auteurs qui considèrent la population éteinte du plateau Guasin-Gishu (Kenya occidental) comme une sous-espèce de *D. lunatus*.

IV. Extinctions au Maroc

Près de la moitié des espèces de Grands Mammifères se sont éteintes au Maroc du début de l'Holocène à celui de l'Anthropocène (figure 1) tel que défini précédemment, avec l'extinction majeure pendant la période historique de l'Éléphant d'Afrique. Abondant au V^e siècle av. AD d'après Hannon, roi des Carthaginois, Themistius écrit au IV^e siècle qu'il en reste « tout juste assez pour la conservation de l'espèce » (GSELL 1911). ENNOUCHI (1948) émet l'hypothèse que les éléphants ont quitté les zones littorales, habitées, pour les montagnes de l'Atlas et que les rescapés ont disparu peu à peu. Pour Jean-Léon l'Africain l'extinction est consommée (1514-1515) puisqu'il écrit que les éléphants vivent dans les forêts de la « Terre des Noirs » (EPAULARD 1980). En revanche, il mentionne la présence du Cerf (*Cervus elaphus barbarus*) dans la région d'Angad (plaines de la région d'Oujda), d'aspect désertique et sans arbres, ce qui reste surprenant. MARMOL CARVAJAL (1573), malgré une énumération assez détaillée de nombreuses espèces, ne le mentionne pas. Si la date d'extinction de ce Cervidé reste inconnue, celle de sa réintroduction est bien documentée. Originaires de Tunisie, 1 mâle et 5 femelles ont été lâchés en 1989 dans l'enclos de Kissarit (Moyen Atlas) ; l'effectif était de 44 animaux en 2006, 95 en 2014, puis 4 mâles et 8 femelles ont été lâchés dans l'enclos de Bab Bou Idir (Tazekka) en 1994 et 1996 ; l'effectif était de 77 animaux en 2006, 120 en 2014 (CUZIN *et al.* 2017).

La première extinction documentée est celle de l'Ours brun (THÉVENOT 2017). Jusqu'au XIX^e siècle, maints témoignages furent recueillis sur la présence d'ours au

Maroc. Ainsi, SHAW (1738) ou POIRET (1789) rapportent sa présence mais toujours sur la foi de témoignages indirects. Reprenant le récit de Crowther, soldat anglais ayant vécu quelque temps au Maroc, BLYTH (1841) publie une note sur la présence d'ours dans le nord du Maroc où il était considéré comme une espèce rare se nourrissant de racines, de glands et de fruits et donne la description d'une femelle tuée en 1834 près de Tétouan dont la dépouille fut par la suite perdue. En 1858, Loche mentionne que l'Ours brun existerait au Maroc dans les montagnes de l'Atlas. Les explorations scientifiques de la fin du XIX^e siècle et du début du XX^e établirent que plus aucun ours ne vivait au Maroc (LATASTE 1885, CABRERA 1932).

Alors qu'il peuplait de nombreuses régions du Maroc jusqu'au XIX^e siècle (GSELL 1913), le Lion se réfugia d'abord dans les zones montagneuses boisées et la frange nord-saharienne. Rapidement décimé par les chasseurs européens, il a survécu jusqu'aux années vingt dans le Moyen Atlas (CABRERA 1932), un dernier individu étant encore signalé en 1930 (PANOUSE 1957). Jusque vers 1939, des animaux se sont maintenus près des points d'eau en limite nord du Sahara (MONTEIL 1951, CUZIN 2003). Dans le Haut Atlas, la dernière observation remonte à 1942 (MINET obs.) : un animal abattu près du Tizi n'Tichka ; mais l'espèce s'est probablement éteinte dans les années 1950 (BLACK *et al.* 2013, Lee *et al.* 2015).

Au siècle dernier, l'Addax (*Addax nasomaculatus*) vivait dans tous les déserts d'Afrique du Nord depuis le Sahara atlantique jusqu'à l'Égypte et au Soudan. Sa disparition à l'ouest de son aire de répartition semble remonter aux années 1950 : MORALES AGACINO (1949) cite une chasse au cours de laquelle furent tués une dizaine de spécimens dans la région d'Adam Uerk au Rio de Oro en 1943 ; un peu plus tard, VALVERDE (1957) estime que l'espèce a disparu du Sahara atlantique. Cuzin a recueilli un ultime témoignage d'animaux nomadisant en 1956 à Tahlat. L'Addax est l'objet d'un programme de réintroduction : entre 1994 et 1997, 70 animaux (42 mâles et 28 femelles) provenant de zoos ont été introduits dans la réserve de Rokkein, dans le Parc National de Souss-Massa (effectif en 2013 : 280 animaux) (CUZIN *et al.* 2017).

Originellement présent dans les régions subdésertiques d'Afrique du Nord, l'Oryx algazelle a fait l'objet d'une chasse intensive qui a considérablement réduit ses effectifs et son aire de répartition. Le cuir de cette espèce a été commercialement exploité pour la fabrication de boucliers très renommés (BUTTIN 1960). Les dernières observations sont déjà relativement anciennes : Zemmour, Rio de Oro, Tiris et toutes situées au sud de 25°N de latitude (MORALES AGACINO 1949, VALVERDE 1957). Au Sahara atlantique un animal solitaire aurait été vu en 1973 dans la région d'El Argoub (LE HOUÉROU 1992). Précédemment listé EW « Éteint en nature » par l'UICN (IUCN SSC ANTELOPE SPECIALIST GROUP 2023), l'Oryx est l'objet d'un programme de réintroduction : entre 1995 et 1997, 30 animaux (18 mâles, et 12 femelles) provenant de zoos

ont été introduits dans la réserve de Rwayes, dans le Parc National de Souss-Massa (effectif en 2013 : 240 animaux) (CUZIN *et al.* 2017).

Endémique du Sahel et de la périphérie du Sahara, la Gazelle dama (*Nanger dama*) était présente dans tout le Sahara atlantique, en dehors des régions côtières. Au Maroc, elle est probablement éteinte : la dernière observation remonte à 1993 dans le lit de l'oued Drâa (CUZIN 1996), les dernières données plus au sud se situant entre 1960 et 1980. La cause majeure de régression est la chasse intensive avec des armes modernes et l'utilisation de véhicules tout terrain. En 1969, à l'initiative de Valverde (2004), des captures furent opérées dans la région de Dawra pour créer un troupeau captif à la « Estación Experimental de Zonas Áridas » à Almería (Espagne). Des animaux de cette provenance ont été établis en enclos, hors de leur aire de répartition, dans la Réserve de Chasse Royale de R'Mila, près de Marrakech (33 gazelles amenées en 1989 sont à l'origine d'une population d'environ 500 animaux en 2006, 320 en 2014). Une première expérience de lâcher *in natura* de 15 animaux a été effectuée en 2015, avec une mortalité élevée, suite au braconnage et à la prédation par des chiens errants (HCEFLCD, com.).

L'aire de répartition du Guépard est en constante régression. STROHL (1923) signale avoir vu une dizaine de guépards en une semaine dans les environs de Figuig dans les années vingt. Au cours des années 1940, sa présence est signalée par MORALES-AGACINO (1943 et 1945) d'Oued Ad Deheb et de la haute Seguia El Hamra. En mai 1955, VALVERDE (1957) observe 2 animaux solitaires puis un autre jour un groupe de 4 dans les environs de Sbayera et en décembre 1961 un Guépard est capturé à Guelta Zemmour (TEJERO MOLINA 2011). Entre 1970 et 1975, des jeunes ont été trouvés dans une grotte près de l'embouchure de l'oued Drâa et plusieurs observations ont été rapportées par des nomades dans le Jbel Ouarkiz (AULAGNIER & THÉVENOT 1986). Les dernières mentions de l'espèce ont été rapportées en 1983 dans la haute Seguia El Hamra, en 1992 dans la région de Guelta Zemmour, en 1993 dans le Bas Drâa et l'Aydar (CUZIN *et al.* 2017). L'espèce est au bord de l'extinction, sinon déjà disparue du Maroc (DURANT *et al.* 2014).

La Panthère ou Léopard vivait dans l'ensemble des reliefs du Maroc (Rif, Plateau Central, ensemble des Atlas, reliefs présahariens), ainsi que probablement dans les massifs forestiers des plaines, comme en attestent quelques rares données anciennes. Au cours de la première moitié du XX^e siècle ses effectifs se sont effondrés et son aire de répartition s'est fortement réduite. D'une cinquantaine d'individus en 1954 (PANOUSE 1957), la population augmenta à la suite de mesures de protection jusqu'à atteindre une centaine d'animaux ; mais l'effectif décru à nouveau à partir de 1970 (AULAGNIER & THÉVENOT 1986). Au cours des années 80 et 90, il ne restait qu'une dizaine d'animaux tout au plus (DRUCKER 1986, EL MASTOUR 1988, HAJIB 1991). Au début des années 2000, l'effectif était du même

ordre (CUZIN 2003). Au cours de la dernière décennie, des indices de présence ont été trouvés dans le Haut Atlas central et oriental et le Moyen Atlas mitoyen, ainsi que dans l'Atlas saharien (PURROY *et al.* 2003, PURROY 2010). L'espèce est très probablement éteinte au Maroc.

V. Extinctions en France

En France, une seule espèce de Grand Mammifère est désormais éteinte, le Phoque moine de Méditerranée (*Monachus monachus*), alors que quatre (ou cinq) autres ont connu une extinction soit au XIX^e, soit au XX^e siècle, suivie d'un retour ou d'une réintroduction.

Amorcé dès le XVI^e siècle, le déclin des populations de Bouquetin des Alpes (*Capra ibex*) a été précipité par le perfectionnement des armes de chasse. Ainsi, les deux derniers bouquetins ont été tués dans le massif du mont Blanc en 1870 (PASCAL *et al.* 2006). Alors que l'espèce allait disparaître le roi d'Italie Victor-Emmanuel protège les derniers spécimens présents dans le massif du Gran Paradiso. Dans les années 1940 des animaux opèrent un retour naturel dans le futur Parc National de la Vanoise suite à la chasse dans le Gran Paradiso pendant la Seconde Guerre mondiale (COUTURIER 1951). Puis, dans les années 1960, des animaux opèrent des migrations saisonnières, choisissant de passer l'été sur les versants alpins français (COUTURIER 1962). À partir de 1959, une restauration des populations est engagée avec des réintroductions dans de nombreux massifs alpins, depuis la Vacheresse en Haute-Savoie jusqu'au Mercantour dans les Alpes-Maritimes (GAUTHIER & VILLARET 1990).

Dès 1799 Picot-Lapeyrouse écrit que le Bouquetin des Pyrénées (*Capra pyrenaica*) « se perd aux Pyrénées ». Il fréquente encore les montagnes de Luchon en été pour CASTILLON (1843). Selon ASTRE (1952) il n'existe plus de témoignage dans ces montagnes à partir du milieu du XIX^e siècle, mais il rapporte qu'un individu aurait été tué au col d'Iseye entre les vallées d'Aspe et d'Ossau. Sur le versant français des Pyrénées, des animaux sans doute erratiques sont encore notés au début du XX^e siècle comme les deux mâles tués en 1910 près du lac de Gaube (CRAMPE 2020). Une population subsistait sur le versant espagnol dans le canyon d'Ordesa jusqu'à la mort de la dernière femelle le 6 janvier 2000. À partir de 2014, des bouquetins ibériques, génétiquement différents des bouquetins pyrénéens, ont été relâchés avec succès dans le Parc National des Pyrénées et dans le Parc Naturel Régional des Pyrénées Ariégeoises (GARNIER & GONZALEZ 2018).

Alors qu'en 1797-1798 en moyenne 6 000 spécimens de Loup gris étaient tués par an (PASCAL *et al.* 2006), l'espèce avait disparu de 5% des départements en 1850, puis de 50% en 1895 (BEAUFORT 1987). En 1923 ne subsistaient que deux noyaux, l'un dans le nord-est, l'autre dans le centre-ouest du pays avant une extinction en 1937 (BEAUFORT 1987) ou 1939 (PASCAL *et al.* 2006). Alors que

21 observations ont été signalées entre 1940 et 1990, le retour du Loup gris depuis l'Italie a été confirmé dans le Mercantour en 1992 (PASCAL *et al.* 2006). Depuis, la population française est en expansion démographique et géographique continue (LANDRY *et al.* 2024).

Largement répandu dans les massifs forestiers jusqu'au XVI^e siècle, le Lynx boréal (*Lynx lynx*) a été victime des défrichements et de la raréfaction des ongulés sauvages (PASCAL *et al.* 2006). Disparu des Vosges vers 1650, du Massif central en 1875, du Jura en 1885, de l'Ain en 1950, des Pyrénées en 1976 (dernière capture), voire 2007 (observation) (CAP 2019), il est revenu dans le Jura en 1974, puis dans le nord des Alpes, à partir d'une population réintroduite en Suisse à partir de 1971 (STAHL & VANDEL 1998). Une réintroduction dans les Vosges a débuté en 1983 (HERRENSCHMIDT 1990), mais les lâchers opérés jusqu'en 1993 n'ont pas permis l'installation d'une population (VANDEL *et al.* 2006).

Le Cerf de Corse est une espèce (*Cervus corsicanus*) selon certains auteurs (PITRA *et al.* 2004, GROVES & GRUBB 2011), une sous-espèce (*C. elaphus corsicanus*) pour d'autres (e.g. BURGIN *et al.* 2020, MONDOLONI 2021). Introduit sur l'île à l'époque romaine (PASCAL *et al.* 2006), il a disparu à la fin des années 1960, malgré des tentatives de sauvetage entre 1960 et 1968 (DUBRAY 1990). À partir de 1985 il a été réintroduit depuis la Sardaigne où l'espèce est également allochtone, d'abord dans trois enclos, puis en milieu naturel à partir de 1998 (FERACCI *et al.* 2008).

Les données de Phoque moine de Méditerranée rapportent une présence plus ou moins régulière le long des côtes méditerranéennes françaises au XIX^e siècle, avec une preuve de reproduction dans les Pyrénées-Orientales en 1961 (DUGUY & CHEYLAN 1980). Néanmoins, la plupart des observations se concentrent entre Marseille et les îles de Lérins, jusqu'en 1930-1935 entre Marseille et Cassis (DUGUY & CHEYLAN 1980), jusqu'en 1938 sur le littoral toulonnais, avant les seuls signalements d'animaux erratiques (DHERMAIN 2016). En Corse, depuis sa reproduction sur les rivages des îles Lavezzi et Scandola jusqu'en 1974-1975 (ROBINEAU 2004), seules des observations d'animaux erratiques sont rapportées, comme en 2008 (MOUTOU 2016).

VI. L'accélération des extinctions

Sur les 107 espèces de Mammifères considérées éteintes à l'Anthropocène en recoupant trois sources récentes (BURGIN *et al.* 2011, CHERNASKY 2013, UICN 2024), les Rongeurs sont les plus nombreux, mais forment aussi l'ordre de Mammifères le plus diversifié (> 2 600 espèces) (figure 2). Les Pérarmélomorphes, espèces majoritairement australiennes de taille petite à moyenne, comptent le plus fort taux d'extinction, à l'opposé des Chiroptères (10 espèces éteintes vs 1 500 espèces actuelles) ou des Primates (4 espèces éteintes vs 519 espèces actuelles). Les principaux ordres de Grands Mammifères présentent un taux

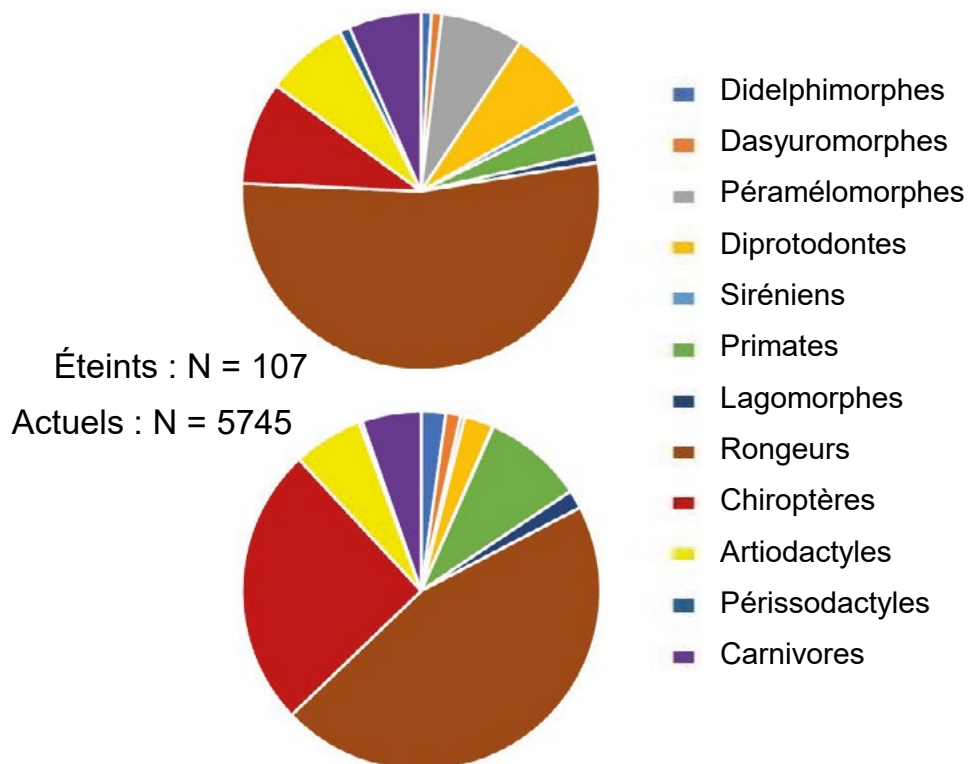


Figure 2 – Nombre d'espèces de Mammifères éteintes à l'Anthropocène dans les différents ordres et nombre d'espèces actuelles pour comparaison (d'après BURGIN *et al.* 2020, CHERNASKY 2023, UICN 2024).

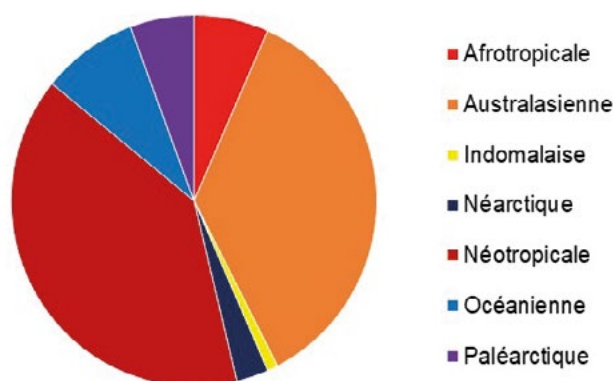


Figure 3 – Distribution des espèces de Mammifères éteintes à l'Anthropocène selon les régions biogéographiques (d'après BURGIN *et al.* 2020, CERNASKY 2023, UICN 2024).

d'extinction intermédiaire, à l'exception des Siréniens, peu diversifiés (1 espèce éteinte sur 6). À l'échelle mondiale, les extinctions anthropocènes ne semblent pas les affecter particulièrement.

Contrairement aux autres Mammifères qui se sont éteints principalement dans les régions australasienne et néotropicale (figure 3), les extinctions anthropocènes de Grands Mammifères sont principalement localisées dans la région paléarctique (jusqu'à huit espèces selon la taxonomie la plus large, figure 4). Avec trois espèces éteintes, les régions afrotropicale et australasienne sont moins affectées avec une différence notable ; en région

afrotropicale les extinctions concernent quelques espèces très localisées au statut taxonomique discuté dans un peulement conservant une grande faune diversifiée, alors qu'en région australasienne, ce sont les derniers Grands Mammifères natifs qui se sont éteints. Les causes de toutes ces extinctions sont l'exploitation de ces espèces (chasse des ongulés pour la viande, des mammifères marins pour la viande et la graisse) ou la concurrence avec le bétail domestique, avec une mention spéciale pour le seul prédateur, le Thylacine. À cette cause directe, s'ajoutent la destruction et/ou la transformation des habitats naturels avec la déforestation et le développement de l'agriculture, ce qui explique sans doute que les ongulés comptent la grande majorité des espèces éteintes, les Carnivores ayant une capacité d'adaptation plus grande, ainsi que très souvent des aires de répartition plus larges.

Alors qu'il est assez difficile de recenser les extinctions holocènes de Grands Mammifères à l'échelle de la planète, les extinctions locales montrent une très nette accélération à l'Anthropocène, tant au Maroc (7 espèces en 500 ans *vs* 12 espèces en 10 000 ans) qu'en France (6 espèces pour les deux périodes de temps) (tableau 2). Le ratio d'extinctions locales ongulés / Carnivores, qui est aussi nettement en faveur des premiers à l'Holocène, devient plus équilibré à l'Anthropocène, que ce soit au Maroc ou en France, avec toutefois, différence notable, de nombreuses réintroductions qui assurent aux premiers le retour de populations parfois florissantes lorsqu'elles sont strictement protégées comme en France. Au Maroc, les antilopes présentent de bons succès reproducteurs en enclos, alors que les lâchers en milieu naturel se soldent par des résultats mitigés en

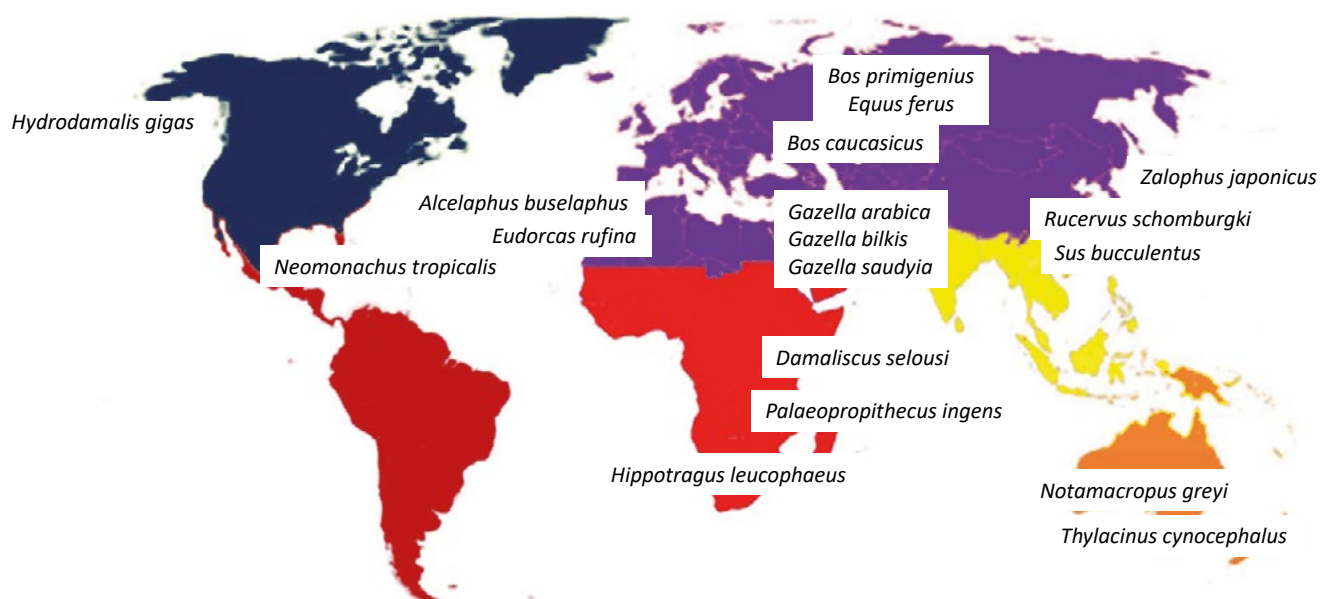


Figure 4 – Répartition biogéographique des 18 Grands Mammifères éteints à l'Anthropocène (d'après BURGIN *et al.* 2020, CERNASKY 2023, UICN 2024).

	Maroc		France	
	Holocène 10 000 ans	Anthropocène 500 ans	Holocène 10 000 ans	Anthropocène 500 ans
Ongulés	10	4	5	3
Carnivores	2	3	1	3
	Éléphant d'Afrique Rhinocéros blanc Zèbre du Sahara Âne sauvage Hippopotame Phacochère Aurochs Gazelle atlantique Antilope rouanne Gnou à queue noire Lycaon Hyène tachetée	Cerf de Berbérie Bubale du Nord Addax Oryx dammah Lion Guépard Panthère	Hydrontin Bison d'Europe Élan Aurochs Tarpan Lynx pardelle	Bouquetin des Alpes Bouquetin des Pyrénées Cerf de Corse Loup gris Lynx boréal Phoque moine de Méditerranée

Tableau 2 – Extinctions holocènes et anthropocènes de Grands Mammifères au Maroc (d'après AULAGNIER 1992, OUCHAOU 2000, GERAADS 2017) et en France (d'après PASCAL *et al.* 2006).

raison du braconnage et de la prédation par des chiens errants. En revanche, les Carnivores restent des concurrents des activités humaines, les conflits résultant du dynamique retour du Lynx boréal et surtout du Loup gris en France (espèces protégées), en sont l'expression directe (e.g. CAMPION-VINCENT 2005, DROUILLY 2020). De tels conflits sont à l'origine des extinctions au Maroc (e.g. EL ALAMI & FATTAH 2022). La réintroduction du Lion ou de la Panthère dans le pays (ou ailleurs dans le monde) n'est pas à l'ordre du jour et, contrairement au Loup gris en France, un retour naturel est totalement exclu. D'autres espèces de Grands Carnivores connaissent un déclin inquiétant au Maroc : Hyène rayée - *Hyaena hyaena*, Caracal – *Caracal caracal* (CUZIN *et al.* 2017) ; subsisteront-elles jusqu'à la fin de notre siècle ?

RÉFÉRENCES

- ADAM, P.J. 2004 – *Monachus tropicalis*. *Mammalian Species*, 747, 1-9.
- ASTRE, G., 1952 – Quelques étapes de la disparition du Bouquetin aux Pyrénées centrales. *Revue du Comminges*, 68(4), 129-146.
- AULAGNIER, S. 1992 – Zoogéographie des Mammifères du Maroc : de l'analyse spécifique à la typologie de peuplement à l'échelle régionale. Thèse de Doctorat d'État, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier II, 235p.
- AULAGNIER, S. & M. THÉVENOT. 1986 – Catalogue des Mammifères sauvages du Maroc. *Travaux de l'Institut Scientifique, Rabat, Série Zoologique*, 41, 1-164.
- BEAUFORT, F. de. 1987 – *Encyclopédie des Carnivores de France. 1. Le Loup en France : éléments d'écologie historique*. S.F.E.P.M., Nort-sur-Erdre, 32p.
- BÉDÉ, P., 1926 – Notes sur l'ornithologie du Maroc. *Mémoires de la Société de Sciences naturelles du Maroc*, 16, 25-31.
- BLACK, S.A., A. FELLOUS, N. YAMAGUCHI & D.L. ROBERTS. 2013 – Examining the extinction of the Barbary lion and its implication for felid conservation. *PLoS ONE*, 8(4), e60174.
- BLYTH, E. 1841 – Letter from... *Proceedings of the zoological Society of London*, 9, 63-65.
- BUTTIN, F. 1960 – Les adargues de Fès. *Hesperis-Tamuda*, 3, 409-455.
- CABRERA, A. 1932 – Los Mamíferos de Marruecos. *Trabajos del Museo Nacional de Ciencias naturales, Serie Zoológica.*, 57, 1-362.
- CAMPION-VINCENT, V. 2005 – The restoration of wolves in France: story, conflicts and uses of rumor. in A. Herdapp & T.L. Goedeke (eds) : *Mad about wildlife. Looking at social conflict and wildlife*. Brill, Leiden, 99-122.
- CAP, H. 2019 – Le Lynx boréal, *Lynx lynx* (Linnaeus, 1758) dans le sud-ouest de la France ? Complément à l'Atlas des Mammifères de Midi-Pyrénées et nouvelles données. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, 155, 89-109.
- CASTILLON, H. 1843 – *Histoire de Bagnères-de-Luchon. 2^e édition*. J. Dupin, Toulouse, 250p.
- COUTURIER, M.A.J. 1951 – Les bouquetins et le Parc National du Grand Paradis depuis la dernière guerre. *Terre et Vie*, 98(2), 83-91.

- COUTURIER, M.A.J. 1962 – *Le Bouquetin des Alpes* (*Capra aegagrus ibex ibex*). Arthaud, Grenoble, 1564p.
- CRAMPE, J.P. 2020 – *Le Bouquetin aux Pyrénées. Odyssée d'une espèce retrouvée*. Mon Hélios, Pau, 432p.
- CRUTZEN, P.J. & E.E. Stoermer. 2000 – The Anthropocene. *Global Change Newsletter*, 41, 17-18.
- CUZIN, F. 1996 – Répartition actuelle et statut des grands Mammifères sauvages du Maroc (Primates, Carnivores, Artiodactyles). *Mammalia*, 60(1), 101-124.
- CUZIN, F., 2003 – Les grands Mammifères du Maroc méridional (Haut Atlas, Anti Atlas et Sahara) : distribution, écologie et conservation. Thèse de Doctorat E.P.H.E., Montpellier, 340p.
- CUZIN, F., S. AULAGNIER & M. THÉVENOT. 2017 – Cetartiodactyla. in S. Aulagnier, F. Cuzin & M. Thévenot (eds.) : *Mammifères sauvages du Maroc. Peuplement, répartition, écologie*. S.F.E.P.M., Paris, 207-232.
- DHERMAIN, F. 2016 – Le Phoque moine de Méditerranée. *Monachus monachus* (Hermann, 1779). in LPO PACA, GCEM & GCP (eds) : *Les Mammifères de Provence-Alpes-Côte d'Azur*. Biotope, Mèze, 280-281.
- DOMNING, D.P. & H. Furusawa – 1994. Summary of taxa and distribution of Sirenia in the North Pacific Ocean. *Island Arc*, 3(4), 506-512.
- DOUGLASS, K., S. HIXON, H.T. WRIGHT, L.R. GODFREY, B.E. CROWLEY, B. MANJAKAHERY, T. RASOLONDRANY, Z. CROSSLAND & C. RADIMILAHY. 2019 – A critical review of radiocarbon dates clarifies the human settlement of Madagascar. *Quaternary Science Reviews*, 221, 105878.
- DROUILLY, M. 2020 – La situation du Lynx boréal en France. Réduire les conflits d'acteurs pour mieux conserver l'espèce. *Le Courrier de la Nature*, 321, 40-45.
- DRUCKER, G.R.F. 1986 – *The leopards of Bou Tferda gorge*. Nature Conservation. Council, Lawes, 35p
- DUBRAY, D. 1990 – Réintroduction du Cerf de Corse (*Cervus elaphus corsicanus*) en Corse : problématique et état actuel de l'opération. in J. Lecomte, M. Bigan & V. Barre (eds) : Réintroductions et renforcements de populations animales en France. *Revue d'Écologie (Terre et Vie)*, Supplément 5, 135-144.
- DUGUY, R. & G. CHEYLAN. 1980 – Les phoques des côtes de France. I. Le Phoque moine *Monachus monachus* (Hermann, 1779). *Mammalia*, 44(2), 203-209.
- DURANT, S.M., T. WACHER, S. BASHIR, R. WOODROFFE, P. DE ORNELLAS, C. RANSOM, J. NEWBY, T. ABÁIGAR, M. ABDELGADIR, H. EL ALQAMY *et al.* 2014 – Fiddling in biodiversity hotspots while deserts burn? Collapse of the Sahara's megafauna. *Diversity and Distribution*, 20(1), 114-122.
- EL ALAMI, A. & A. FATTAH. 2022 – Human–carnivore conflict management in the central High Atlas Mountains of Morocco. *Oryx*, 56(1), 10-11.
- EL MASTOUR, A. 1988 – Animaux disparus et en voie de disparition. Étude de cas : la Panthère. *Pollution and Environment*, 4, 18-19
- ENNOUCHI, E. 1948 – Que sont devenus les éléphants marocains ? *Bulletin d'Information du Maroc*, 4, 1-6.
- EPAULARD, A. 1980 – « Description de l'Afrique » par Jean Léon l'Africain. 1550. Maisonneuve, Paris, 2 vol., 630p.
- FERACCI, G., F. ORSETTI, G. FERRERI, G. VITTORI, J. PIETRI, E. BIDEAU, G. GONZALEZ, S. AULAGNIER & N. KIDJO. 2008 – Le Cerf de Corse : histoire d'une renaissance. *Stantari*, 15, 10-17.
- GARNIER, A. & G. Gonzalez. 2018 – Le bouquetin revient dans les Pyrénées - histoire heureuse d'une reconquête. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, 154, 233-237.
- GAUNITZ, C., A. FAGES, K. HANGHØJ, A. ALBRECHTSEN, N. KHAN, M. SCHUBERT, A. SEGUIN-ORLANDO, I.J. OWENS, S. FELKEL, O. BIGNON-Lau *et al.* 2018 – Ancient genomes revisit the ancestry of domestic and Przewalski's horses. *Science*, 360(6384), 111-114.
- GAUTHIER, D. & J.C. VILLARET. 1990 – La réintroduction en France du Bouquetin des Alpes. in J. Lecomte, M. Bigan & V. Barre (eds) : Réintroductions et renforcements de populations animales en France. *Revue d'Écologie (Terre et Vie)*, Supplément 5, 97-120.
- GERAADS, D. 2017 – Grands Mammifères fossiles du Maroc. in : S. Aulagnier, F. Cuzin & M. Thévenot (eds) : *Mammifères sauvages du Maroc. Peuplement, répartition, écologie*. S.F.E.P.M., Paris, 63-72.
- GRETH, A., D. WILLIAMSON, C. GROVES, G. SCHWEDE & M. VASSART. 1993 – Bilkis gazelle in Yemen–status and taxonomic relationships. *Oryx*, 27(4), 239-244.
- GROVES, C.P. & D.M. Jr LESLIE. 2011 – Family Bovidae (hollow-horned ruminants). in D.E. Wilson & R.A. Mittermeier (eds) : *Handbook of the Mammals of the World. 2. Hoofed mammals*. Lynx, Barcelona, 444-779.
- GROVES, C.P. & P. GRUBB. 2011 – *Ungulate taxonomy*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 317p.
- GRUBB, P. 2005 – Order Artiodactyla. in D.E. Wilson & D.M. Reeder (eds) : *Mammal species of the World. A taxonomic and geographic reference. Third edition*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 637-722.
- GSELL, S. 1911 – Le climat de l'Afrique du Nord dans l'Antiquité. *Revue africaine*, 55, 343-410.
- GSELL, S. 1913 – *Histoire ancienne de l'Afrique du Nord. Tome I. Les conditions du développement historique. Les temps primitifs. La colonisation phénicienne et l'empire de Carthage*. Hachette, Paris, 544p.
- HAJIB S. 1991 – *Le statut de la Panthère* (*Panthera pardus*) dans les régions du Haut et Moyen Atlas (une enquête préliminaire). Notes et Techniques forestières, Rabat, 48p.
- HAMMOND, R.L., W. MACASERO, B. FLORES, O.B. MOHAMMED, T. WACHER & M.W. BRUFORD 2001 – Phylogenetic reanalysis of the Saudi gazelle and its implications for conservation. *Conservation Biology*, 15(4), 1123-1133.

- HARPER, F. 1945 – *Extinct and vanishing mammals of the Old World*. American Commission for International Wild Life Protection, Special Publication 12, New York, 850p.
- HERRENSCHMIDT, V. 1990 – Le Lynx : un cas de réintroduction de superprédateur. in J. Lecomte, M. Bigan & V. Barre (eds) : Réintroductions et renforcements de populations animales en France. *Revue d'Écologie (Terre et Vie)*, Supplément 5, 159-174.
- IUCN. 2024 – <https://www.iucnredlist.org>. Consulté le 15 décembre 2024.
- IUCN SSC ANTELOPE SPECIALIST GROUP. 2017 – *Gazella arabica*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T117582065A88018124.
- IUCN SSC ANTELOPE SPECIALIST GROUP. 2019 – *Alcelaphus buselaphus* (amended version of 2016 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T811A143160967
- IUCN SSC ANTELOPE SPECIALIST GROUP. 2023 – *Oryx dammah*. The IUCN Red List of Threatened Species 2023: e.T15568A197393805.
- JOHNSON, C.N. 2006 – *Australia's mammal extinctions: a 50,000 year history*. Cambridge University Press, Melbourne, 310p.
- JOLEAUD, L. 1934 – Considérations générales sur la faune des Mammifères du Maroc. *Terre et Vie*, 4(5), 259-271.
- KING, S.R.B., L. Boyd, W. Zimmermann & B.E. Kendall. 2015 – *Equus ferus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T41763A97204950.
- KLEIN, R.G. 1974 – On the taxonomic status, distribution and ecology of the blue antelope, *Hippotragus leucophaeus* (Pallas, 1766). *Annals of the South African Museum*, 65(4), 99-143.
- LANDRY, J.M., P.E. BRIAUDET, A. KOHLE & F. BENHAMMOU. 2024 – *Canis lupus* (Linnaeus, 1758). Loup gris. in A. SAVOURÉ-SOUBELET, S. AULAGNIER, P. HAFFNER, A. MAILLE, F. MOUTOU, C. RICHARD-HANSEN, S. RUETTE & G. VERON (coord.) : *Atlas des Mammifères sauvages de France. Volume 3. Carnivores et Primates*. Publications scientifiques du M.N.H.N., Paris, 134-145.
- LATASTE, F. 1885 – Étude de la faune des vertébrés de Barbarie (Algérie, Tunisie et Maroc). Catalogue provisoire des Mammifères apélagiques sauvages. *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, 39, 129-289
- LAUDAUDEN, L. 1926 – *Les vertébrés du Sahara*. Guénard, Tunis, 200p.
- LEE, T.E., S.A. BLACK, A. FELLOUS, N. YAMAGUCHI, F.M. ANGELICI, H. AL HIKMANI, J.M. REED, C.S. ELPHICK & D.L. ROBERTS. 2015 – Assessing uncertainty in sighting records: an example of the Barbary lion. *PeerJ*, 3, e1224.
- LEWIS, S.L. & M.A. MASLIN. 2015 – Defining the Anthropocene. *Nature*, 519(7542), 171-180.
- LOCHE, V. 1858 – *Catalogue des Mammifères et des Oiseaux observés en Algérie*. Arthus Bertrand, Paris, 158p.
- LOWRY, L. 2022 – *Neomonachus tropicalis*. The IUCN red list of threatened species 2015: e.T13655A45228171.
- MARMOL CARVAJAL, L. del. 1573 – *Descripción general de Africa, con todos los successos de guerras que a auido entre los infedele y el pueblo christiano, y entre ellos mesmos desde que Mahoma inueto su secta, hasta el año del señor mil y quinientos y setenta y uno. Segundo volumen de la Primera parte*. Rene Rabut, Granada, 308p.
- MCCLENACHAN, L. & A.B. Cooper. 2008 – Extinction rate, historical population structure and ecological role of the Caribbean monk seal. *Proceedings of the Royal Society B* 275: 1351-1358.
- McKNIGHT, M. 2008 – *Thylacinus cynocephalus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T21866A9332383.
- MONDOLONI, S. 2021 – *Cervus elaphus corsicanus* Erxleben, 1777. Cerf de Corse. in A. Savouré-Soubelet, C. Arthur, S. Aulagnier, G. Body, C. Callou, P. Haffner, S. Marchandeau, F. Moutou & C. Saint-Andrieux (coord), 2021. *Atlas des Mammifères sauvages de France. Volume 2. Ongulés et Lagomorphes*. Publications scientifiques du M.N.H.N., Paris, 85.
- MONTEIL, V. 1951 – Contribution à l'étude de la faune du Sahara occidental. *Institut des Hautes Études du Maroc, Notes et Documents*, 8, 1-169.
- MORALES AGACINO, E. 1934 – Mamíferos colectados por la expedición L. Lozano en el Sahara español. *Boletín de la Sociedad española de Historia natural*, 34(8-9), 449-456.
- MORALES AGACINO, E. 1945 – Las gacelas de Rio de Oro. Algo sobre ellas y su cacería. *Africa*, 42-43, 5-8.
- MORALES AGACINO, E. 1949 – Datos y observaciones sobre ciertos Mamíferos del Sahara Occidental e Ifni. *Boletín de la Sociedad española de Historia natural*, 47(1-2), 13-44.
- MOUTOU, F. 2016 – *Monachus monachus* (Hermann, 1779). Phoque moine de Méditerranée. in A. Savouré-Soubelet, S. Aulagnier, P. Haffner, F. Moutou, F., O. Van Canneyt, J.B. Charassin & V. Ridoux (coord) : *Atlas des Mammifères sauvages de France. Volume 1. Mammifères marins*. Publications scientifiques du M.N.H.N – I.R.D., Paris - Marseille, 78-81.
- OUCHAOU, B. 2000 – Les Mammifères des gisements néolithiques et protohistoriques du nord du Maroc. *Préhistoire et Anthropologie méditerranéennes*, 9, 73-88.
- PANOUSE, J.B. 1957 – Les Mammifères du Maroc. Primates, Carnivores, Pinnipèdes, Artiodactyles. *Travaux de l'Institut Scientifique Chérifien, Série Zoologie*, 5, 1-206.
- PASCAL, M., O. Lorvelec & J.D. Vigne. 2006 – *Invasions biologiques et extinctions. 11 000 ans d'histoire des vertébrés en France*. Belin - Quae, Paris, 350p.
- PICOT-LAPEYROUSE, P. 1799 – *Tables méthodiques des Mammifères et des Oiseaux du département de la Haute-Garonne*. Imprimerie Veuve Douladoure, Toulouse, 54p.
- PITRA, C., J. Fickela, E. Meijaard & P.C. Groves. 2004 – Evolution and phylogeny of Old World deer. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 33(3), 880-895.

- POIRET, J.L.M. 1789 – *Voyage en Barbarie ou lettres écrites de l'ancienne Numidie*. J.B.F. Née de la Rochelle, Paris, 363p.
- PURROY, P. 2010 – Buscando un felino 'extinto'. in *El leopardo del Atlas. 'Salsero' y otras andanzas*. Edilesa, Trabajo del Camino, 99-255.
- PURROY, F.J., V. URIOS, M. EL AYADI & J.M. CHULIÁ. 2003 – Los últimos leopardos del Atlas. *Quercus*, 212, 38-43.
- RICE, D.W. 1998 – *Marine mammals of the World: Systematics and distribution*. Society for Marine Mammalogy, Lawrence, 231p.
- RIPPLE, W.J., J.A. ESTES, R.L. BESCHTA, C.C. WILMERS, E.G. RITCHIE, M. HEBBLEWHITE, M., J. BERGER, B. ELMHAGEN, M. LETNIC, M.P. NELSON, O.J. SCHMITZ, D.W. SMITH, A.D. WALLACH & J.A. WIRSING. 2014 – Status and ecological effects of the world's largest carnivores. *Science*, 343(6167), 1241484.
- ROBINEAU, D. 2004 – *Faune de France*. 88. *Phoques de France*. F.F.S.S.N., Paris, 196p.
- ROBINSON, A.C. & M.C. YOUNG. 1983 – *The Toolache Wallaby (Macropus greyi Waterhouse)*. National Parks and Wildlife Service, Adelaide, 54p.
- SHAW T. 1738 – *Travels or observations relating to several parts of Barbary and the Levant*. Theatre, Oxford, 60p + index.
- STAHL, P. & J.M. VANDEL. 1998 – *Encyclopédie des Carnivores de France*. 19. *Le Lynx boréal Lynx lynx (Linné, 1758)*. S.F.E.P.M., Paris, 65p.
- STEJNEGER, L. 1887 – How the great northern sea-cow (Rytina) became exterminated. *The American Naturalist*, 21(12), 1047-1054.
- STROHL, J. 1923 – Promenade d'un naturaliste à Figuig. *Bulletin de la Société de Géographie d'Algérie et d'Afrique du Nord*, 24, 341-356.
- TEJERO MOLINA, J. 2011 – Guelta Zemmur. Verano de 1961. *La Jabar del Nomada*, 29, 60-65.
- THÉVENOT, M. 2017 – Ours du Maroc. in S. Aulagnier, F. Cuzin & M. Thévenot (eds) : *Mammifères sauvages du Maroc. Peuplement, répartition, écologie*. S.F.E.P.M., Paris, 72-75.
- TURGHAN, M.A., Z. Jiang & Z. Niu. 2022 – An update on status and conservation of the Przewalski's horse (*Equus ferus przewalskii*): captive breeding and reintroduction projects. *Animals*, 12(22), 3158.
- VALVERDE J.A. 1957 – Mamíferos. in *Aves del Sahara español. Estudio ecológico del desierto*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 354-406.
- VALVERDE, J.A. 2004 – *Memorias de un biólogo heterodoxo - Tomo I. Orígenes castellanos. Navegando en descubierta*. Quercus - CSIS, Tour du Valat - Madrid, 262p.
- VAN VUURE, C. 2005 – *Retracing the aurochs: history, morphology and ecology of an extinct wild ox*. Pensoft, Sofia, 431p.
- VANDEL, J.M., E. MARBOUTIN, P. STAHL & P. MIGOT. 2004 – France. in M. on Arx, C. Breitenmoser-Wuersten, F. Zimmermann & U. Breitenmoser (eds) : Status and conservation of the Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in Europe in 2001. *Kora*, 19, 86-93.

Le Lichançumendy : Une klippe sédimentaire dans le remplissage albo-aptien du bassin de Tardets-Sorholus (Pyrénées-Occidentales)

Joseph Canérot*

*Professeur émérite de l'Université de Toulouse
3, Chemin Cordeau 31200 Toulouse
jcanerot@live.fr

RÉSUMÉ

Le dépôt-centre du bassin nord-pyrénéen de Tardets-Sorholus présente une série calcaréo-marneuse du Clansayésien et marneuse de l'Albien inférieur dont l'épaisseur globale est supérieure à 3 km. Sur sa bordure méridionale cette puissante unité englobe le « massif » du Lichançumendy et son célèbre « Chapeau de Gendarme ».

Ce massif est ici nouvellement interprété comme une klippe sédimentaire englobant des terrains d'âge triasique, jurassique et éocène (Aptien à Albien basal) enveloppés dans un ensemble de marnes noires à spicules de spongiaires de l'Albien inférieur.

Ces assises allochtones sont affectées de structures plicatives secondaires spécifiques. Elles sont interprétées ici comme lambeau issu de la couverture du massif nord-pyrénéen d'Igountze, plus méridional.

On constate que la klippe sédimentaire du Lichançumendy se situe au droit du dépôt-axe sub-méridien du bassin albo-aptien de Tardets-Sorholus ce qui témoigne de la création de ce dernier par transtension sénestre le long du « fossé nord-pyrénéen », à l'articulation des croûtes européenne et ibérique des Pyrénées.

The Lichançumendy : A sedimentary klippe in the Albo-Aptian Tardets-Sorholus Basin infilling (Western Pyrenees)

ABSTRACT

The depo-center of the north-pyrenean Tardets-Sorholus basin involves a Clansayesian marly limestone and Lower Albian series which global thickness superates 3 km. On its southern margin, this thick unit involves the Lichançumendy « massif » and its famous « Chapeau de Gendarme ».

This massif is here newly interpreted as a sedimentary klippe involving Triassic, Jurassic and Early Cretaceous (Aptian up to Lower Albian) formations involved within a Lower Albian unit of black marls bearing sponge spicules.

These allochthonous beds suffer specific secondary folded structures. They are here interpreted as a cover part of the more southern north pyrenean Igountze massif.

The Lichançumendy sedimentary klippe is located on the submeridian depocenter of the Albo-Aptian Tardets-Sorholus basin thus highlighting the creation of the later through senestral transtension along the North Pyrenean Trough separating the european from the iberian crust of the Pyrénées.

I. Introduction

Le massif du Lichançumendy est très généralement reconnu comme un bloc basculé établi sur la bordure sud du Bassin de Mauléon (figure 1), de part et d'autre de la vallée du Saison (BRGM 1971, Feuille n° XIV-46 : Tardets-Sorholus). Cette unité bute au sud contre le Massif nord-pyrénéen d'Igountze en aval de Licq-Athery (figure 2). Elle constitue ainsi un relais entre les massifs d'Arguibel

et des Arbailles établis respectivement à l'Est et à l'Ouest (A et B, figure 1).

Plus récemment (CANÉROT & LENOBLE 1989, 1991), son organisation a été interprétée comme dépendante d'une structure diapirique d'âge crétacé inférieur anté-Clansayésien, illustrée en particulier par une accumulation de brèches polygéniques (les brèches d'Etchebar) remaniant localement (Chapeau de Gendarme) la série jurassique et pouvant atteindre le Trias sous-jacent.

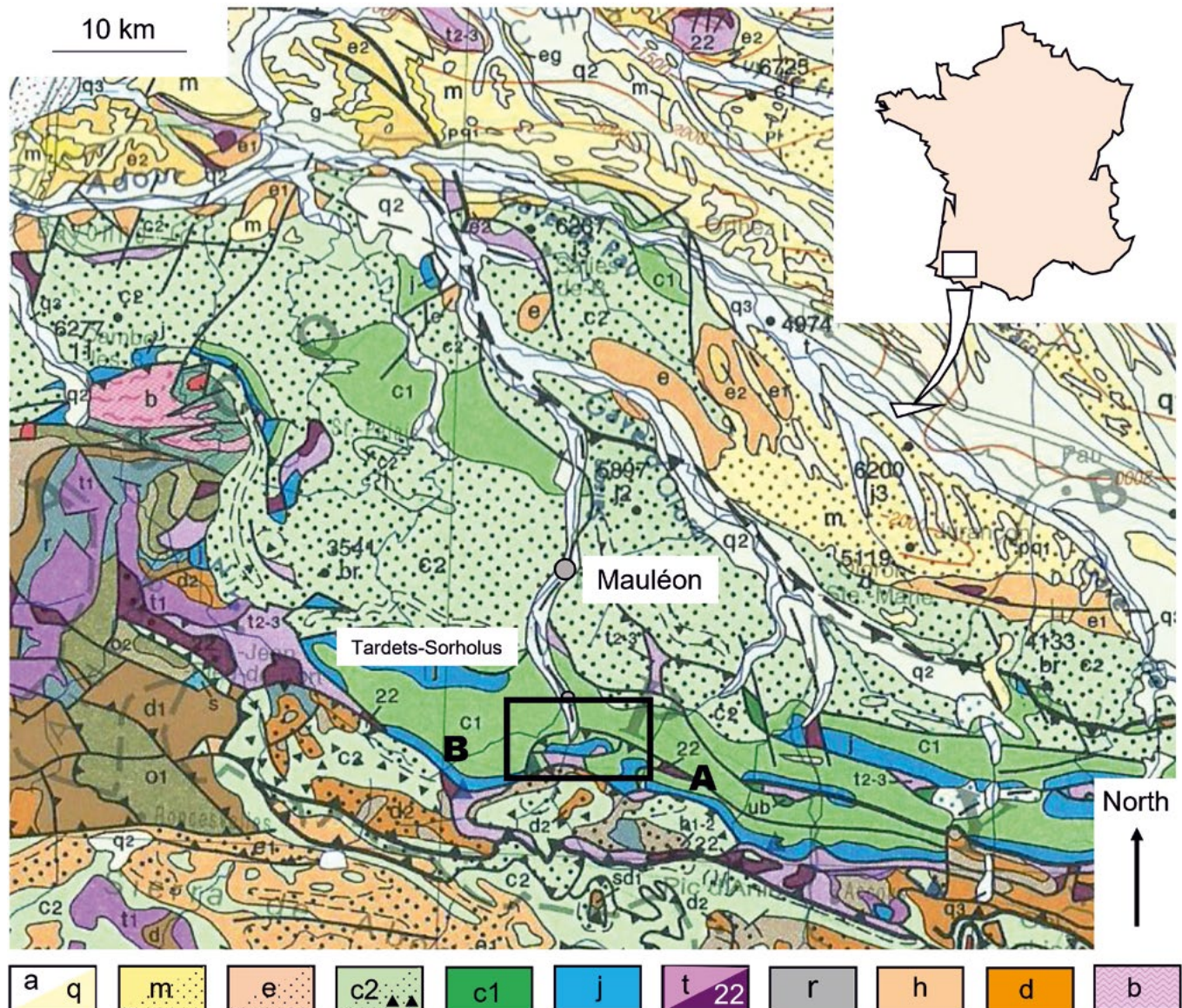


Figure 1 – Carte géologique de la région de Tardets-Sorholus et du Lichançumendy (extrait de la carte géologique de la France à 1/1 000 000, BRGM, 6^e édition révisée, 2003). Rectangle : secteur du Lichançumendy ; A : chaînon d'Arguibelles ; B : massif des Arbaillies. a/q : Quaternaire ; m : Miocène ; e : Éocène et Oligocène ; c2 : Crétacé supérieur avec intercalations conglomératiques ; c1 : Crétacé inférieur ; j : Jurassique ; t : Trias ; 22 : ophite ; r : Permien ; h : Carbonifère ; d : Dévonien ; b : Cambrien.

De nouvelles observations sédimentologiques et structurales conduisent à considérer ici que ce massif du Lichançumendy correspond en réalité à une klippe sédimentaire établie au sein du remplissage albien inférieur du bassin de Tardets-Sorholus.

II. Discussion : bassin de Mauléon ou bassin de Tardets ?

Dans la majorité des travaux scientifiques publiés à ce jour, le secteur du Lichançumendy ici considéré, est interprété comme établi sur la bordure méridionale du Bassin de Mauléon (Synthèse géologique et géophysique des Pyrénées, AGSO-BRGM 2018 ; Projet Orogen (GEOLVAL) 2023).

Les travaux de l'École Toulousaine (DEBROAS & SOUQUET 1976, SOUQUET *et al.* 1985), en établissant une stratigraphie précise de la série albo-cénomaniennne emplissant le fossé nord-pyrénéen, ont néanmoins montré l'existence d'un dépôt-centre du Clansayésien-Albien inférieur aux environs de Tardets-Sorholus. Les calcaires à Mélobésiées et les marnes noires à spicules de spongiaires y présentent en effet une puissance de près de 3 km, bien supérieure à celle qu'offrent les mêmes formations aux abords de Mauléon-Lichare.

Par ailleurs il a été récemment établi (CANÉROT 2017, CANÉROT & MEDIAVILLA 2023) que si le dépôt-centre du bassin clansayésien et albien inférieur se situait donc au sud de Mauléon-Lichare, celui de l'Albien moyen-supérieur et du Cénomaniennn apparaissait, lui, au nord de cette localité, dans le bassin d'Arzacq. Dans ce même travail, les auteurs

proposent en outre une nouvelle interprétation structurale du bassin de Mauléon-Tardets. Les structures à vergence sud (Chaînons Béarnais) sont nouvellement considérées comme appartenant à la zone de « racine des nappes sud-pyrénéennes » à croûte ibérique. L'une d'entre elles, celle du Lichançumendy, est interprétée, non comme un anticlinal affectant les terrains triasiques, jurassiques et éocènes mais comme une écaille établie en bordure sud du bassin albien de Tardets-Sorholus.

La composition stratigraphique et l'évolution géodynamique de ce nouvel élément sont ici détaillées pour la première fois.

1. Stratigraphie.

La coupe du Chapeau de Gendarme (A, figure 2) présente un éventail complet des formations portées à l'affleurement dans l'olistolite du Lichançumendy. Du sud au nord se succèdent ainsi (CANÉROT & LENOBLE 1991, CANÉROT 2008) :

- Le Trias, composé de calcaires gris finement lités de faciès Muschelkalk suivis d'argiles évaporitiques de faciès Keuper. En bordure nord du massif d'Igountze, il occupe en particulier le vallon d'Etchebar. On le retrouve à l'est, dans le secteur d'Arbits et de Sahore ou, plus au nord, dans le vallon de l'Apanise à l'est de Restoue. Ces sédiments sont accompagnés de plusieurs venues ophitiques, notamment à l'est d'Etchebar ou au sud d'Arbits.

- Le Jurassique, regroupant du sud au nord les calcaires et dolomies du Lias inférieur, les marnes du Lias moyen-supérieur et les calcaires à microfilaments du Dogger. Aux abords de la vallée du Saison, cette succession atteint une cinquantaine de mètres. Vers l'est et vers l'ouest, son épaisseur se réduit progressivement par érosion de son toit. Les assises du Lias inférieur sont également présentes dans le vallon de l'Apanise.

- Les brèches d'Etchebar, formation bien développée aux abords de la vallée de l'Uthurotche de même que sur le versant méridional du Chapeau de Gendarme ou de la Montagne d'Ahargou. D'origine diapirique (CANÉROT & LENOBLE 1991), elles remanient essentiellement, dans des éléments hétérométriques, le Jurassique ainsi que la bauxite, sous-jacents.

- Les calcaires urgo-clansayésiens à Mélobésiés. Leur épaisseur est variable et maximale à l'est, dans le secteur d'Ahargou et du Mont Bégousse où elle peut atteindre 150 mètres. À l'ouest, sur le versant sud du Chapeau de Gendarme, cette formation, marneuse à sa partie inférieure, admet à sa base une formation discontinue, les « conglomérats d'Arhansus », disposés en lentilles, remaniant le Jurassique, le Trias et même le Paléozoïque (figure 5A). À leur partie supérieure, les calcaires contiennent des récifs à polypiers dont la disposition, agrandant vers l'Ouest, indique le relèvement de la plateforme clansayésienne dans cette même direction. Ce sont ces mêmes calcaires qui affleurent dans la charnière

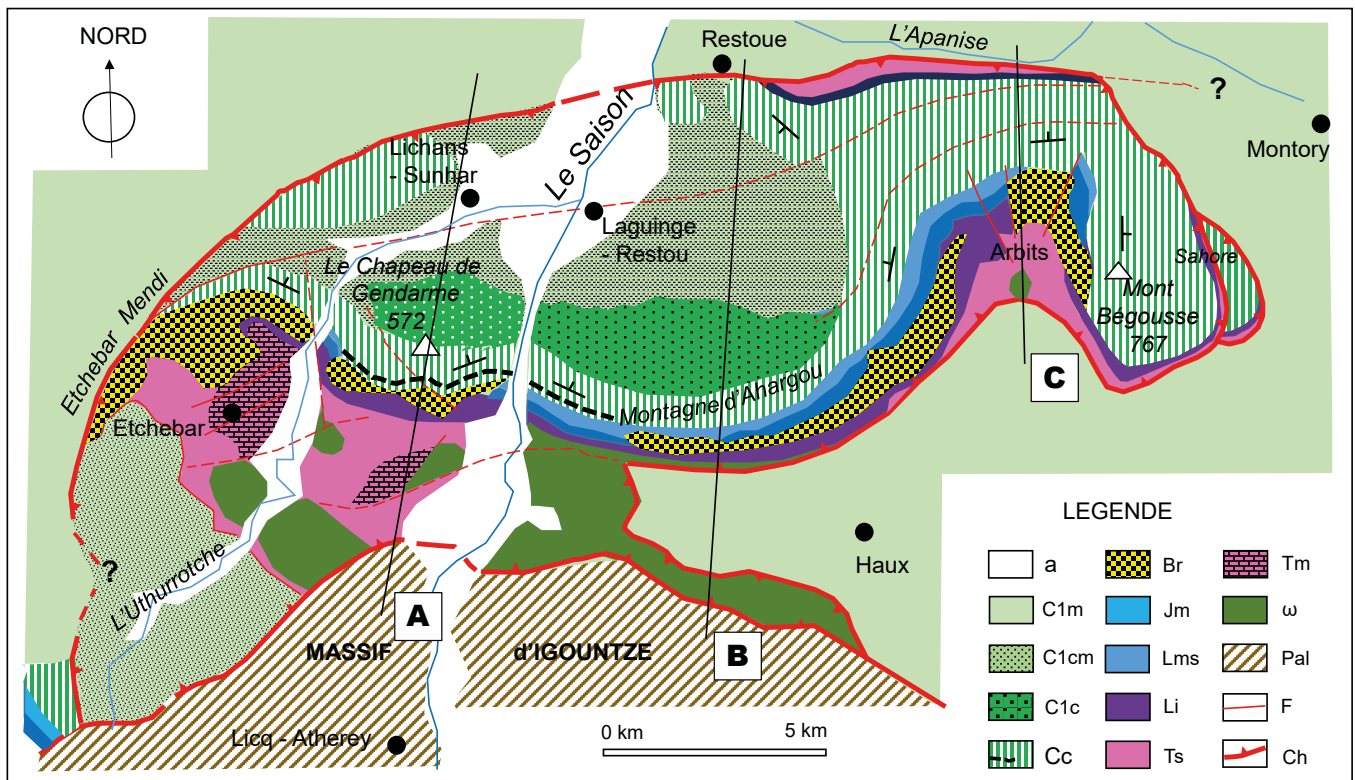


Figure 2 – Carte géologique du « massif » du Lichançumendy. A : Quaternaire ; C1m : Albien : marnes à spicules ; C1Cm : Albien inférieur : calcaires et marnes à spicules ; C1c : Clansayésien : mudmounds ; Cc : Clansayésien : calcaires récifaux avec conglomérat de base ; Br : brèches d'Etchebar ; Jm : Dogger ; Lms : Lias moyen-supérieur ; Li : Lias inférieur ; Ts : Trias supérieur ; Tm : Trias moyen ; w : ophite ; Pal : Paléozoïque indifférencié ; F : faille ; Ch : Chevauchement.

anticlinale de Lichans-Sunhar ou sur le versant nord du Mont Bégousse, entre ce relief oriental et le vallon de l'Apanise où ils recouvrent directement le Lias basal.

- Les mudmounds à microsolénidés. D'âge également clansayésien et autrefois exploités en carrière dans le talus oriental de la vallée du Saison, ils occupent la majeure partie du versant nord du Chapeau de Gendarme et de la Montagne d'Ahargou.

- Les marnes noires à spicules de spongiaires du Lichançumendy. D'âge également clansayésien, elles occupent essentiellement la dépression centrale de Languinge-Restou. Dans le relief du Chapeau de Gendarme, ces assises présentent à leur partie inférieure des passages latéraux avec les calcaires urgoniens. Au sud d'Etchebar, les marnes noires affleurant dans le vallon de l'Uthurrotche, sont également rapportées à cette même formation, sans preuve paléontologique.

- Enfin les marnes noires à spicules de spongiaires de Tardets-Sorholus. Il s'agit d'une puissante (plus de 3000 mètres d'épaisseur) formation sub-verticale ou à fort plongement vers le nord, rapportée à l'Albien inférieur (figure 5B). Elle enveloppe à l'affleurement la majeure partie de la structure du Chapeau de Gendarme, de la Montagne d'Ahargou et du Mont Bégousse, tant au nord, qu'à l'est et à l'ouest. Au sud de ces reliefs on la retrouve dans la dépression de Haux où s'observe un contact anormal avec l'ophite triasique ou le socle paléozoïque du Massif d'Igountze.

2. Structure.

La série mésozoïque du Lichançumendy, précédemment décrite, présente la structure générale d'un synclinal dissymétrique d'orientation générale W-E. La dissymétrie se marque notamment par le grand développement du flanc sud, établi dans les massifs du Chapeau de Gendarme (figure 3A) et de la Montagne d'Ahargou (figure 3B) par rapport au flanc nord beaucoup plus réduit tant dans le vallon de l'Apanise que dans la structure anticlinale secondaire de Lichans-Sunhar. Elle est également soulignée par le développement des constructions de type mudmound présentes sur le seul flanc méridional.

On note en outre le développement d'une structuration transverse, sub-méridienne, dans le massif oriental du Mont Bégousse, soulignée par l'anticlinal d'Arbits, à cœur triasique et par l'écaille de Sahore (figure 3C).

Par ailleurs, au sud d'Etchebar apparaît une écaille composée de marnes noires à spicules d'interprétation incertaine. Cette unité qui sépare le Trias basal du flanc sud de l'unité synclinale du Chapeau de Gendarme du Massif paléozoïque d'Igountze, plus méridional, est ici rattachée, sans preuve structurale décisive, à l'unité du Lichançumendy.

Ainsi décrite, cette écaille recouvre à plat la formation albienne des marnes noires du Tardets-Sorholus, tant à l'ouest, au droit de l'Etchebar Mendy, qu'au nord dans les

environs de Restou, qu'à l'est, au pied du Mont Bégousse ou qu'au sud dans le vallon de Haux. Nous considérons donc qu'elle correspond à une klippe sédimentaire conservée au sein de la formation albienne de Tardets-Sorholus. Le contact mécanique avec le substrat paléozoïque d'Igountze est interprété comme résultant du glissement gravitaire vers le nord de cette unité du Lichançumendy au droit de la série évaporitique du Trias.

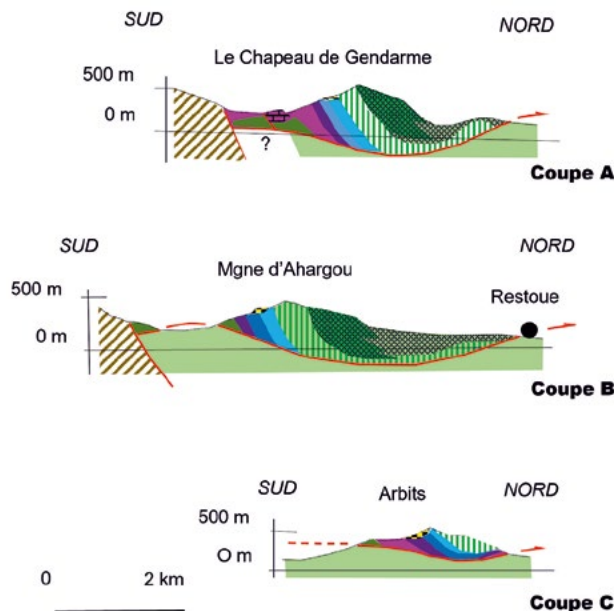


Figure 3 – Coupes géologiques schématisées (Pour la localisation et la légende, voir figure 2).

3. Évolution géodynamique.

À la fin du Jurassique, la plate-forme carbonatée du Lichançumendy est, comme dans l'ensemble du domaine pyrénéen, portée à l'émersion et soumise à l'érosion chimique avec développement d'un horizon bauxitique. La sédimentation du Crétacé inférieur débute ensuite par l'accumulation des brèches continentales d'Etchebar, sédiments directement liés au développement d'une structure diapirique (CANÉROT & LENOBLE 1991, CANÉROT *et al.* 2012). Viennent ensuite les sédiments marins d'âge clansayésien avec, successivement, les conglomérats d'Arhansus et les marnes et calcaires du Chapeau de Gendarme. Les récifs à polypiers y indiquent, comme précédemment souligné, une dynamique sédimentaire d'aggradation vers l'ouest. La structure est alors celle d'un bloc basculé, affaissé en direction de l'est.

La succession qui clôt la sédimentation sur ce nouveau dispositif, comprenant les mudmounds et les marnes noires à spicules, traduit la persistance de ce dispositif puis sa disparition par glissement gravitaire, au sein du bassin des marnes noires de Tardets-Sorholus en cours d'individualisation.

C'est donc au cours du clansayésien que s'est manifestée la structure en klippe sédimentaire du chaînon du Lichançumendy. Son déplacement est plus important à l'est

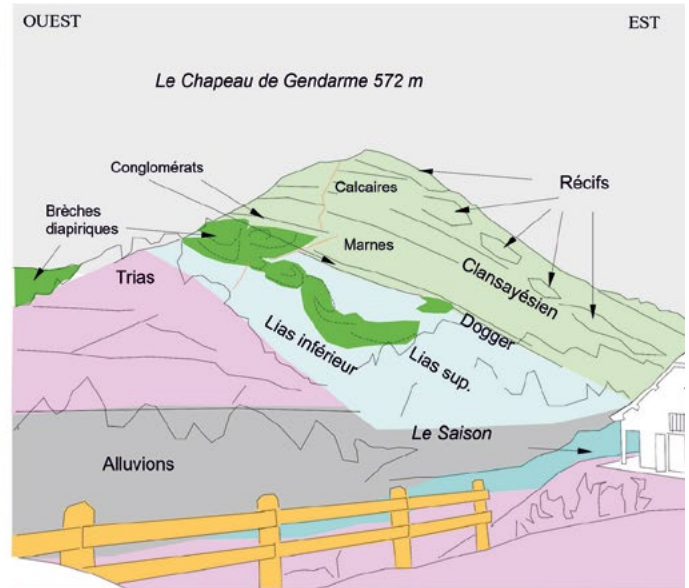


Figure 4 – Interprétation géologique du paysage, sur le versant sud du Chapeau de Gendarme. Vue prise en direction du Nord-Ouest à partir de la route de l'Ahargou .

(Mont Bégousse) où apparaît la structuration transverse au sein des marnes albiennes de Tardets-Sorholus, qu'à l'ouest où seule une étroite bande de terrains triasiques assure une fragile connexion avec le massif paléozoïque d'Igountze.

Cette évolution géodynamique est propre au Lichançumendy. On ne la retrouve pas dans le massif plus occidental des Arbailles où le Paléozoïque est impliqué dans la structuration. Elle n'est pas non plus présente dans les chaînons plus orientaux du Sudou, du Layens et de l'Ourdinse où le glissement gravitaire de la série post triasique vers le nord n'a pas conduit à l'individualisation de telles klippes.

La klippe sédimentaire du Lichançumendy constitue ainsi un nouvel élément traduisant l'importance et l'originalité du bassin de Tardets-Sorholus par transtension sénestre ouest-est au cours du Clansayésien et de l'Albien inférieur. Cet élément se situe en effet au droit du fossé

d'orientation N20 précédant la phase d'élargissement sub-méridien du bassin d'Arzacq au cours de l'Albien supérieur et du Cénomane.

Cette nouvelle interprétation structurale et géodynamique s'inscrit ainsi harmonieusement dans l'évolution du « sillon nord-pyrénéen » au sein duquel transtension sénestre W-E puis distension nord-sud illustrent harmonieusement les relations entre les marges ibérique et européenne des futures Pyrénées à la fin de l'Aptien puis au cours de l'Albien (CANÉROT & MEDIAVILLA 2023).

III. Conclusion.

Établi sur la bordure sud du bassin de Tardets-Sorholus, le massif du Lichançumendy englobe des terrains qui s'échelonnent du Trias au Clansayésien. Ces terrains



Figure 5 – A : Conglomérats d'Arhansus : Clansayésien du Chapeau de Gendarme. B : Marnes noires à spicules de Tardets-Sorholus (Albien inférieur).

constituent une unité qui correspond à un ancien bloc basculé avec diapirisme associé au cours du Crétacé inférieur. Recouvrant mécaniquement les marnes noires de l'Albien, ils sont nouvellement interprétés comme constituant une klippe sédimentaire glissée gravitairement vers le nord, à partir du massif d'Igountse, en direction de l'axe de ce bassin, durant l'Albien inférieur.

Ce dispositif montre bien l'orientation sub-méridienne de la cuvette de Tardets-Sorholus lors de la première phase d'individualisation du fossé nord-pyrénéen à la fin de l'Aptien et au début de l'Albien. Le dispositif prendra place ensuite, au cours de l'Albien supérieur et du Cénomanien, au sein du vaste bassin d'Arzacq où l'extension N-S deviendra dominante.

REMERCIEMENTS

Michel Bilotte a bien voulu examiner ce texte avant sa publication. Ses remarques m'ont été très précieuses lors de la mise au point du manuscrit. Je l'en remercie vivement.

RÉFÉRENCES

- AGSO – BRGM. 2018 – *Synthèse géologique et géophysique des Pyrénées, vol. 2 et 3, Cycle alpin : stratigraphie et phénomènes alpins*, Clé USB, 57 p, Pl. hors texte.
- B.R.G.M. 1971 – Carte géologique de la France à 1/50 000 : feuille n° XIV – 46 (Tardets-Sorholus), avec notice explicative 20 p.
- CANÉROT J. & J.L. LENOBLE. 1989 – Le diapir du Lichançumendy (Pyrénées-Atlantiques) nouvel élément de la marge ibérique des Pyrénées occidentales. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, Paris, t. 308, série II, 1467-1472.
- CANÉROT J. & J.L. LENOBLE. 1991 – *Diapirisme sur une marge en distension, puis en décrochement. Exemple des Pyrénées occidentales françaises*. ASF, SNEA (P), Pau, 114 p.
- CANÉROT J. 1988 – Manifestations de l'halocinèse dans les chaînons béarnais (Zone Nord-Pyrénéenne) au Crétacé inférieur, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, Paris, 306, 2, 1099-1102.
- CANÉROT J. 2008 – *Les Pyrénées : histoire géologique et itinéraires de découverte*, Atlantica/B.R.G.M. éd., 2 tomes, 646 p.
- CANÉROT J. 2017 – The pull apart-type Tardets-Mauléon Basin, a key to understand the formation of the Pyrénées, *Bulletin de la Société Géologique de France*, 188, 6, 3-14, <https://doi.org/10.1051/bsgf/2017198>
- CANÉROT J., E.J. DEBROAS, B. AZAMBRE, G. LARGIER, B. MAGNIN, J. MOUILLAC, A. SOURIAU & R. WYNS. 2012 – *Société géologique de France, Réunion Extraordinaire « Pyrénées », livret-guide d'excursion dans les Pyrénées centrales et occidentales*, 133 p (déposé à la Société Géologique de France).
- CANÉROT J. & F. MEDIAYILLA. 2023 – The Mid-Albian unconformity, a key to understand the geodynamics of the North Pyrenean Trough. BSGF – *Earth Sciences Bulletin* 2023, Vol, 210047, <https://doi.org/10.1051/bsgf/2023001>.
- DEBROAS E.J. & P. SOUQUET. 1976 – Sédimentogenèse et position structurale des flyschs crétacés du versant nord des Pyrénées centrales – Journées Association des Géologues du Sud-Ouest, Toulouse, 1974, *Bulletin du B.R.G.M.* 1, 4, 305-320.
- GEOLVAL. 2023 – Synthèse du projet OROGEN, programme convergence : 80 publications réunies, (CNRS-TOTAL Énergies-BRGM), <https://www.geolval.fr>
- SOUQUET P., E.J. DEBROAS, J.M. BOIRIE, Ph. PONS, G. FIXARI, J. DOL, J.P. THIEULOY, M. BONNEMAISON, H. MANIVIT & B. PEYBERNÈS. 1985 – Le groupe du Flysch noir (albo-cénomanien) dans les Pyrénées, *Bulletin du Centre de Recherches Exploration Production Elf-Aquitaine*, Pau, 9, 1, 183-252.

LES PYRÉNÉES : Une nouvelle approche géologique

Joseph Canérot*

*Professeur émérite de l'Université de Toulouse
3, Chemin Cordeau 31200 Toulouse
jcanerot@live.fr

RÉSUMÉ

Les nombreux travaux géologiques récents relatifs aux Pyrénées font état d'un découpage en zones structurales parallèles composées, les unes, au Nord, de croûte continentale européenne et les autres, au Sud, de croûte continentale ibérique. Ces croûtes sont ainsi rattachées à des plaques lithosphériques distinctes (Europe et Ibérie), séparées par un grand accident dit « Faille Transformante Nord Pyrénéenne ». Leur affrontement au cours de l'orogénèse fini-crétacée et éocène au droit de ce grand accident, conduit à la subduction continentale de la croûte ibérique sous son homologue européenne. Ces divers événements relèvent du « Cycle Alpin » des auteurs.

Dans le présent travail, on considère que ce découpage ne correspond pas à la réalité du terrain. Les Pyrénées sont nouvellement interprétées comme issues de l'inversion fini-crétacée et éocène d'un bras de rift ouvert sur l'Atlantique dès le Crétacé inférieur, au sein de la seule croûte européenne. La compression (transpression) s'est déplacée d'Est en Ouest en générant une « Zone Axiale de Cisaillement » au sein de laquelle les structures demeurent sub-verticales. Vers le Nord, au sein de l'élément crustal septentrional, se développe la « Zone des Écailles Nord-Pyrénéennes » à vergence nord, souvent composées de socle et de couverture post-hercynienne, chevauchant le Bassin d'Avant-pays Aquitain plus septentrional par l'intermédiaire d'un « Front de Chevauchement Nord-Pyrénéen ». Au Sud, au sein de l'élément crustal méridional, apparaît la grande « Zone des Nappes Sud-Pyrénéennes » à vergence sud, subdivisée en sous-zones de « Racine » et de « Corps ». Elle chevauche le Bassin d'Avant-Pays de l'Èbre plus méridional par l'intermédiaire d'un « Front de chevauchement Sud-Pyrénéen ».

Ainsi définies, les Pyrénées présentent une évolution géodynamique spécifique, désignée ici sous le vocable de « Cycle Pyrénéen », distinct du Cycle Alpin auquel elles sont généralement rattachées. Ce cycle se caractérise en particulier par la nature et le diachronisme des événements survenus tels que la tectogenèse fini-crétacée à éocène et non oligo-miocène, par la présence d'une phase de rifting éocénocrétacée avec décoiffement local du manteau terrestre ou par l'absence de croûte océanique.

THE PYRENEES: A new geological approach

ABSTRACT

The different recent geological works related to the Pyrenees propose an organization gathering structural parallel zones which involve, the ones to the North, European continental crust and the others, to the South, Iberian continental one. This way, the considered crusts are closely related to different lithospheric plates (Europe and Iberia) separated by the large "North Pyrenean Transform Fault". Their facing during the Late Cretaceous and Eocene orogenesis along this large fault leads to the continental subduction of the Iberian crust under the European one. All these events are closely related to the "Alpine Cycle" of the authors.

In the present work we consider that this interpretation doesn't fit with the field reality. The Pyrenees are newly interpreted as related to the Late Cretaceous and Eocene inversion of a rift system involved in the European crust and opened towards the Atlantic as soon as the Early Cretaceous. Compression (transpression) migrated from East to West, generating an "Axial Intercrustal Wrench Faulting Zone" which involves subvertical fault structures. To the North, within the northern crust element, the North verging "North-Pyrenean Slice Zone" develops, generally made up of basement and post hercynian cover materials overlapping the northern Aquitaine Foreland Basin. To the south, within the southern crust element, the large "South-Pyrenean Nappe Zone" involving, from North to South, the root and body subzones of these south verging sheets, overlaps southward the Ebro Foreland Basin along the South Pyrenean Thrust Front.

Thus defined, the Pyrenees show a specific geodynamic evolution named “Pyrenean Cycle”, different from the Alpine Cycle with which they are commonly connected. This cycle is characterized essentially by the nature and diachronism of the occurring events such as the latest Cretaceous to Eocene (not Oligo-Miocene) tectogenesis, the development of an Early Cretaceous rifting step leading to local outcropping of the earthy mantle or the lack of oceanic crust.

I. Introduction

Au cours des trente dernières années, rares sont les chaînes de montagnes de la planète qui ont fait l'objet d'autant d'études géologiques que les Pyrénées. Après la grande synthèse en 3 volumes publiée par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) et par l'Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE) volume 1 (1996), puis par l'Association des Géologues du Sud-Ouest (AGSO) et le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) volumes 2 et 3 (2018), des travaux plus spécifiques ont été plus récemment conduits dans le cadre de grands projets tels que Pyramid, RGF Pyrénées ou Orogen (GÉOLVAL, 2023).

Ces travaux ont, entre autres, conduit à une meilleure connaissance de la structure profonde de la croûte à l'articulation Europe-Ibérie et en particulier à une interprétation détaillée de la nature et de la géométrie de la croûte ibérique dans la zone de subduction continentale de cette dernière sous son homologue européenne (ASTI *et al.* 2019, CHEVROT *et al.* 2018, CLERC & LAGABRIELLE 2014, CLERC *et al.* 2018, CORRE *et al.* 2016, de SAINT BLANQUAT *et al.*

2016, ESPURT & al. 2019, FABRIÈS *et al.* 1991, GOLBERG & LEYRELOUP 1990, GROOL *et al.* 2018, LAGABRIELLE *et al.* 2010, LAGABRIELLE *et al.* 2019, PEDRERA *et al.* 2017, ROURE & CHOUKROUNE 1998, SASPITURRY *et al.* 2019, TEIXELL *et al.* 2018, TUGEND *et al.* 2015, WANG *et al.* 2016).

Bien qu'étayées par des approches souvent distinctes, ces études conduisent aux mêmes conclusions essentielles : Les Pyrénées correspondent à une chaîne de collision entre les plaques ibérique et européenne ; le contact entre ces deux plaques est souligné par l'existence d'une faille transformante dite « Faille Nord-Pyrénéenne » (Figs. 1 et 2). Les différentes unités composant l'orogène s'organisent en deux grands ensembles, l'un européen, septentrional et l'autre ibérique, méridional, d'orientation générale W-E, séparés par une Zone Axiale composée essentiellement de terrains hercyniens. L'histoire post-hercynienne des Pyrénées est par ailleurs caractérisée par une succession de phénomènes dits « alpins », conduisant à intégrer l'orogène dans l'ensemble des chaînes montagneuses d'Europe Occidentale, telles que les Alpes.

Le présent travail, qui s'appuie essentiellement sur des

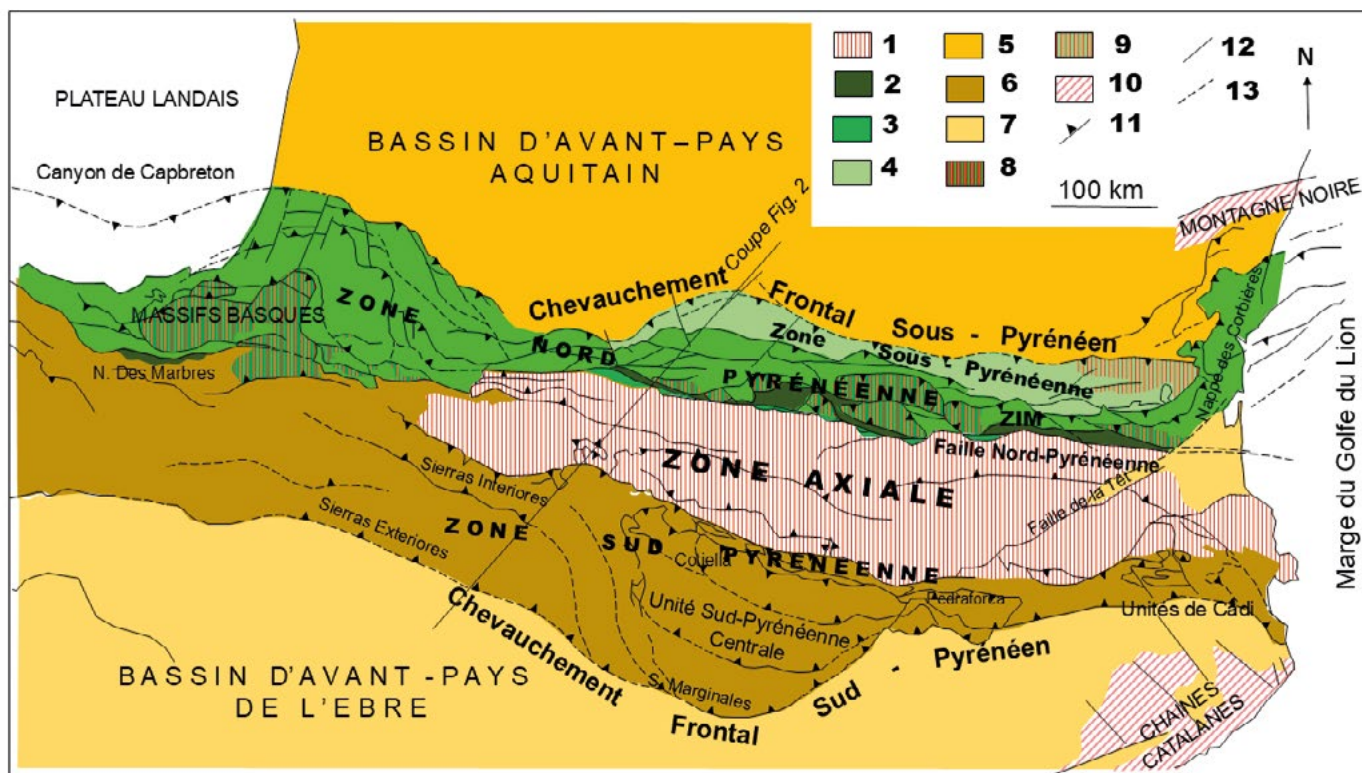


Figure 1 – Carte structurale simplifiée des Pyrénées (interprétation générale). 1. Zone Pyrénéenne Axiale ; 2. Zone Interne métamorphique ; 3. Zone Nord-Pyrénéenne ; 4. Zone Sous-Pyrénéenne ; 5. Bassin d'avant-pays d'Aquitaine ; 6. Zone Sud-Pyrénéenne ; 7. Bassin d'avant-pays de l'Èbre ; 8. Massifs hercyniens Nord-Pyrénéens ; 9. Massif Sous-Pyrénéen ; 10. Chaînes Catalanes et Montagne Noire ; 11. Chevauchements majeurs ; 12. Failles principales ; 13. Failles secondaires.

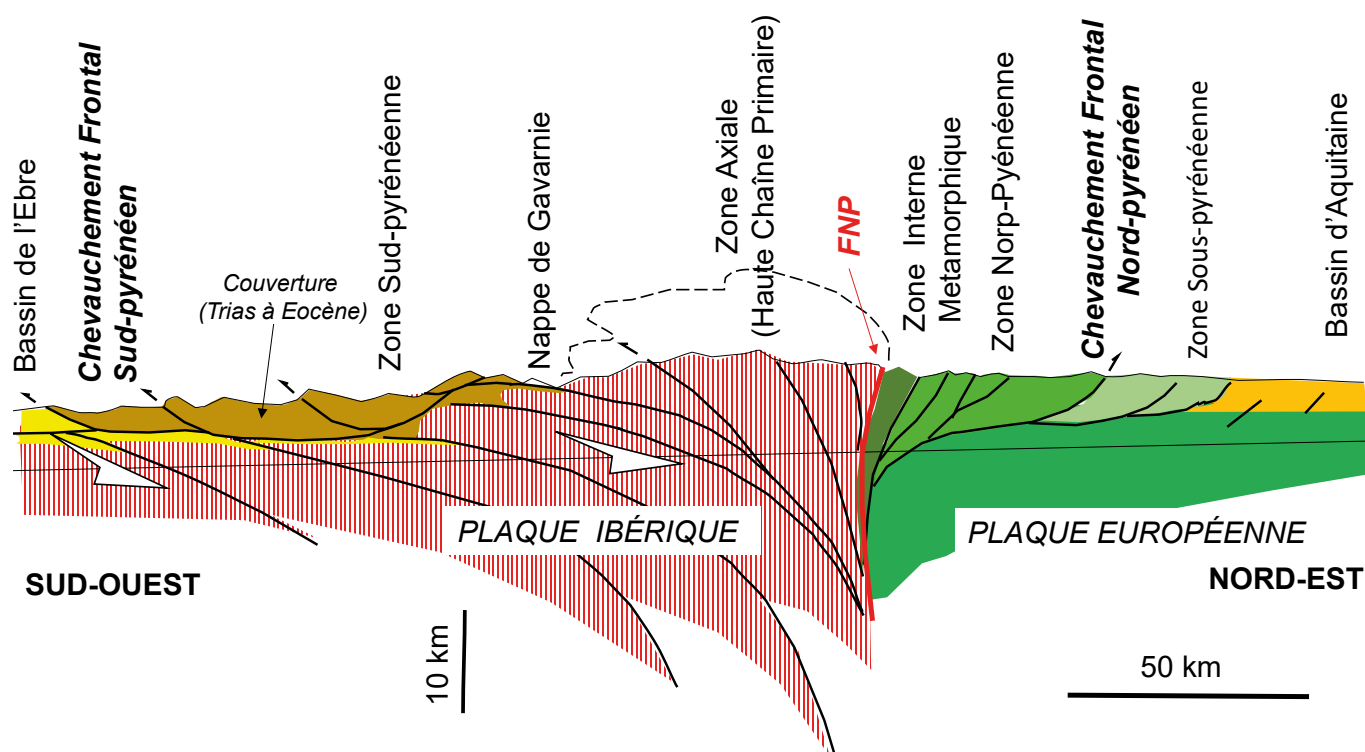


Figure 2 – Coupe structurale schématique des Pyrénées centrales (interprétation générale. Localisation, voir Figure 1). Noter la présence de la Faille Nord-Pyrénéenne (FNP) séparant les plaques européenne et ibérique, l'extension d'une Zone Axiale (Haute Chaîne Primaire) à croûte ibérique ainsi que le développement d'une Zone Interne Métamorphique à croûte européenne.

études de terrain, conduit à une interprétation structurale et géodynamique différente de celle qui a ainsi été proposée jusqu'à aujourd'hui, concernant à la fois un découpage nouveau, tenant compte des relations entre les croûtes dites « ibérique » et « européenne » et de la spécificité de l'orogène pyrénéen par rapport à son homologue alpin.

II. Le découpage structural

1. Interprétation générale

Le volume 3 de la Synthèse Géologique et Géophysique des Pyrénées (AGSO – BRGM 2018) fournit une analyse très complète des interprétations concernant le découpage structural de la chaîne pyrénéenne. Malgré quelques nuances de détail, l'orogène comporte, selon la plupart des auteurs :

- une *Zone Axiale* (ou Haute Chaîne) essentiellement composée d'un socle hercynien localement recouvert par une couverture néocrétacée discordante. Très localement, des lambeaux de Trias s'intercalent entre les deux ensembles considérés.

- vers le nord, trois grandes zones parallèles, d'orientation N110E : la *Zone Interne Métamorphique*, bien développée dans la seule partie centrale et orientale de la chaîne, suivie par la *Zone Nord-Pyrénéenne* puis par la *Zone Sous-Pyrénéenne*. Ces diverses grandes unités à vergence nord, comportent des noyaux hercyniens enveloppés

d'une couverture post-hercynienne discordante englobant des terrains allant du Permo-Trias à l'Éocène. Elles sont séparées par de grands accidents directionnels d'extension régionale. Un chevauchement majeur les sépare de l'avant-pays aquitain qui comporte essentiellement des terrains post-hercyniens.

- vers le sud, une *Zone Sud-Pyrénéenne*, série de nappes de charriage à vergence sud, les nappes de Gavarnie, du Cotiella, de la Pedraforca, de Cadi et du Haut Ampurdan, composées elles aussi de terrains post-hercyniens (Trias à Oligocène). Un front chevauchant les sépare de l'avant-pays plus méridional de l'Èbre.

Ainsi reconnues, ces différentes zones présentent une structure générale en éventail, ouvert de part et d'autre de la Zone Axiale (Fig. 2).

Dans les travaux récents, postérieurs à l'avènement de la théorie de la tectonique des plaques (AGSO & BRGM 2018, ASTI *et al.* 2019, CHEVROT *et al.* 2018, CLERC & LAGABRIELLE 2014, CLERC *et al.* 2018, CORRE *et al.* 2016, DE SAINT BLANQUAT *et al.* 2016, DUMONT *et al.* 2015, ESPURT *et al.* 2019, FABRIÈS *et al.* 1991, FERRER *et al.* 2008, GOLBERG & LEYRELOUP 1990, GROOL *et al.* 2018, JAMMES *et al.* 2009, LAGABRIELLE *et al.* 2010, LAGABRIELLE *et al.* 2019, PEDRERA *et al.* 2017, ROURE & CHOUKROUNE 1998, TEIXELL *et al.* 2018, TUGEND *et al.* 2015, WANG *et al.* 2016), cet éventail apparaît fortement dissymétrique, les matériaux de la Zone Axiale et des zones méridionales, à croûte ibérique, constituant un ensemble qui s'enfonce

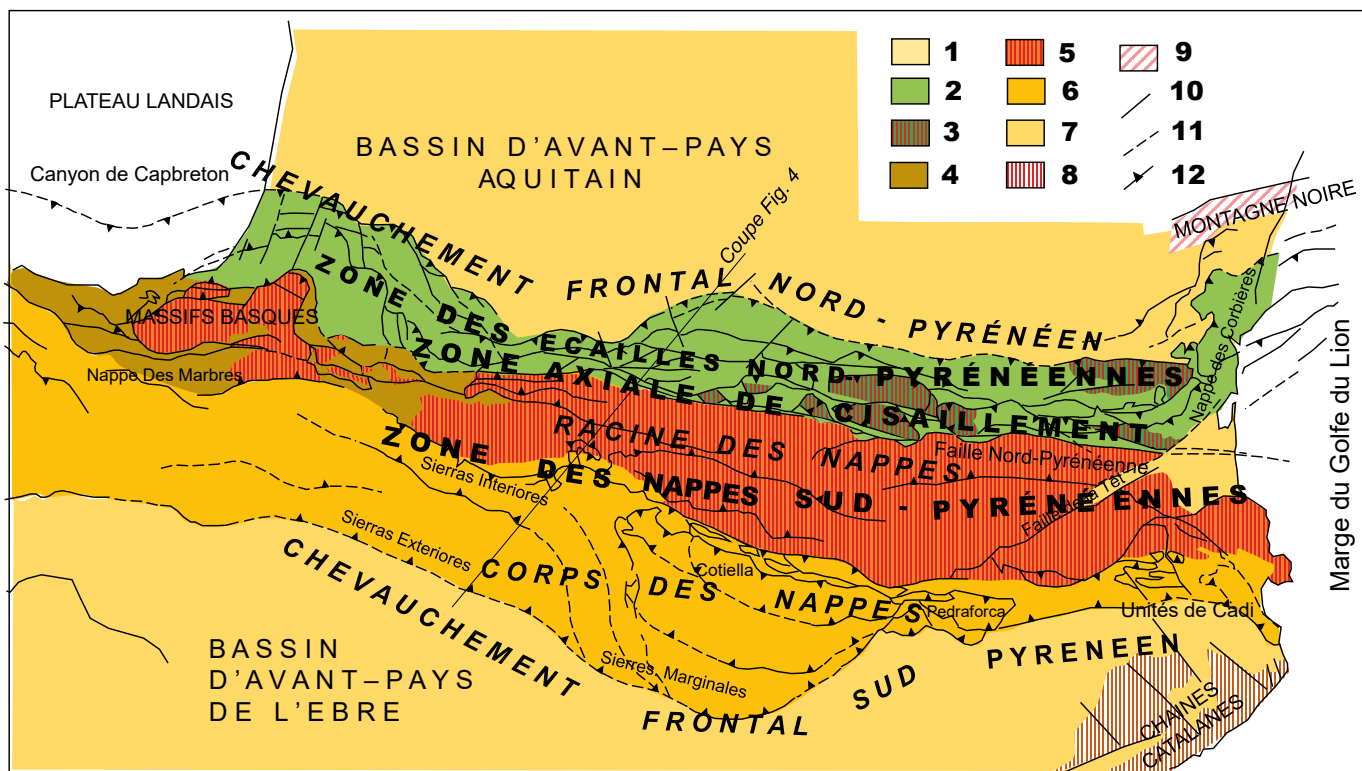


Figure 3 – Carte structurale simplifiée (nouvelle interprétation). 1. Bassin d'Avant-Pays d'Aquitaine ; 2. Zone des Écailles Nord-Pyrénéennes ; 3. Massifs hercyniens nord-pyrénéens ; 4. Zone de racine des nappes sud-pyrénéennes ; 5. Socle hercynien sud-pyrénéen ; 6 : Corps et front méridional des nappes sud-pyrénéennes ; 7. Bassin d'Avant-Pays de l'Èbre ; 7. Bassin d'Avant-Pays de l'Èbre ; 8. Chaîne Catalane ; 9. Montagne Noire ; 10. Failles majeures ; 11. Failles mineures ; 12 : Chevauchements majeurs.

progressivement vers le nord sous ceux des zones septentrionales à croûte européenne, caractérisant ainsi un dispositif de subduction continentale. Cette zone de subduction se situe concrètement au droit de l'ancienne faille intercrustale généralement appelée « Faille Nord-Pyrénéenne » (LE PICHON *et al.* 1970, LE PICHON & SIBUET 1971, OLIVET 1996, SIBUET *et al.* 1990, SRIVASTAVA & SPAKMAN 2004).

La structure des Pyrénées se caractérise par ailleurs par une reprise en compression N-S de l'ancien fossé crétacé dit « Fossé Nord-Pyrénéen », à polarité atlantique, également considéré comme rift interplaque.

Le découpage structural proposé dans ces études récentes s'inspire des anciennes interprétations (CASTERAS, 1933), antérieures à l'avènement de la tectonique des plaques, selon lesquelles les Pyrénées présenteraient, rappelons-le, une structure en éventail ouvert de part et d'autre de la Haute Chaîne dite « Zone Axiale ».

2. Nouvelle interprétation

On sait aujourd'hui que cette chaîne montagneuse ne correspond pas à un orogène interplaque dans la mesure où l'Ibérie n'est qu'un appendice méridional de la mégaplaque européenne. Aucun décalage significatif associé à une faille interplaque dite « transformante » n'est apparent au droit des éléments de la chaîne hercynienne établis au

nord dans le Massif Armoricain et au sud dans les Monts Cantabriques (BRGM & ITGE 1996). Au Crétacé inférieur (Albien moyen) la tentative d'ouverture du rift atlantique de Gascogne vers l'Est s'est, en effet, traduite par un déplacement relatif très modeste de cet appendice dans cette même direction. Cependant la déchirure crustale n'a jamais été complète. Les fossés nord-pyrénéens issus de cette translation demeurent en effet séparés les uns des autres par des lambeaux crustaux très amincis, assurant des relais obliques complexes entre les croûtes dites « européenne et ibérique » (DEBROAS et SOUQUET 1972, SOUQUET *et al.* 1975, SOUQUET & DEBROAS 1980). Par ailleurs, la « Zone Axiale » des auteurs porte l'axe orographique (topographique) de part et d'autre duquel se développent les structures en éventail des anciens auteurs et non l'axe génétique de la chaîne.

Le nouveau découpage tient compte de la réalité d'une seule croûte considérée comme « européenne », transpyrénéenne et de son évolution au cours du cycle pyrénéen, du Permo-Trias à l'Actuel. Il s'organise autour d'une « Zone de Cisaillement Axial » qui sépare deux compartiments crustaux, l'un septentrional et l'autre méridional, tous deux européens, qui s'affrontent sans avoir jamais été réellement séparés (Figs. 3 et 4). Cette zone est étroite, métamorphique et complexe à l'est, en relation avec l'ampleur de l'amincissement crustal éocén et l'intensité de la compression (transpression) pyrénéenne dans cette partie de la chaîne. Elle s'élargit

vers l'ouest où, moins affectée par l'épigénisation et la fracturation, elle devient plus difficile à caractériser. Dans l'ensemble, composée d'éléments du socle hercynien et de sa couverture mésozoïque verticalisée, elle se superpose à l'ancien axe du rift mésocrétacé. On constate que dans les Pyrénées centrales et orientales, elle englobe la zone faillée, dite « Faille Nord-Pyrénéenne » des auteurs. À l'Ouest, elle subit par ailleurs un brusque décrochement sénestre au droit de la faille N20 dite « Faille de Pampelune » (RAZIN 1989).

Au Nord de cette zone de cisaillement axial se développe la « *Zone des Écailles Nord-Pyrénéennes* » composée d'éléments du socle et de sa couverture post-hercynienne (Fig. 5-2). Verticaux au sud, ces ensembles sont convertis en unités dont la vergence au nord s'accroît graduellement du sud au nord. Localement (Pech de Foix), l'écaillage peut exceptionnellement conduire au développement de nappes de charriage d'extension réduite (BILOTTE 2021). Un front de chevauchement assure l'articulation avec le bassin d'avant pays aquitain. On note que dans cette nouvelle interprétation l'accident (Chevauchement Frontal) séparant les zones nord-pyrénéenne et sous-pyrénéenne des auteurs, réel dans les Pyrénées Orientales et considéré comme discontinu et de localisation incertaine dans la partie occidentale de la chaîne, n'est pas représenté.

Au sud apparaît la vaste « *Zone des Nappes Sud-Pyrénéennes* ». Ce grand ensemble structural comporte, en partie septentrionale, au contact de la Zone Axiale de cisaillement, une sous-zone dite de « *racine* » de ces nappes, au sein de laquelle les formations du socle et de sa couverture triasique ou néocrétacée, verticales au nord,

s'infléchissent graduellement vers le sud pour atteindre une position sub-horizontale. Cette organisation structurale illustre la réaction supracrustale sud-pyrénéenne à la poussée africaine vers le nord. On note que cette zone de racine concerne, à l'ouest des Pyrénées, les Chaînes Béarnais (Sarrance, Ourdinse, Layens) traditionnellement rapportés à la Zone Nord-Pyrénéenne (Fig. 5-3).

Vient ensuite, vers le sud, la sous-zone du « *corps* » des nappes sud-pyrénéennes affectant à la fois le socle (Nogueras) et sa couverture post-hercynienne (Trias à Éocène). Ces unités allochtones (Gavarnie, Cotiella, Pedraforca, Cadi, Ampurdan), se sont mises en place graduellement, de l'Est où apparaissent les unités les plus anciennes et structurellement les plus hautes vers l'Ouest où se développent des unités plus récentes et partiellement sous-jacentes aux précédentes (disposition en dalles de toiture à pente vers l'Est). Le corps de ces nappes, recouvre à plat, avec une vergence sud, des terrains sous-charriés vers le nord, en provenance de l'avant pays de l'Èbre (Fig. 5-5). Sous l'effet de la poussée africaine, ces derniers s'avancent en effet profondément en comprimant fortement la sous-zone de racine des nappes superficielles (Pedraforca, Cadi, Ampurdan) (INSTITUT GEOLOGIC DE CATALUNYA 2010). Ils se trouvent même localement portés à l'affleurement par érosion (fenêtre de la nappe de Gavarnie) (Figs. 5-7 et 5-8). Plus au sud encore le corps des nappes sud-pyrénéennes recouvre à plat l'avant pays de l'Èbre par l'intermédiaire d'un « *front* » chevauchant impliquant toute la couverture post hercynienne, du Trias au Miocène. Ce front, diachrone, a accompagné le corps des nappes dans leur progression d'est en ouest.

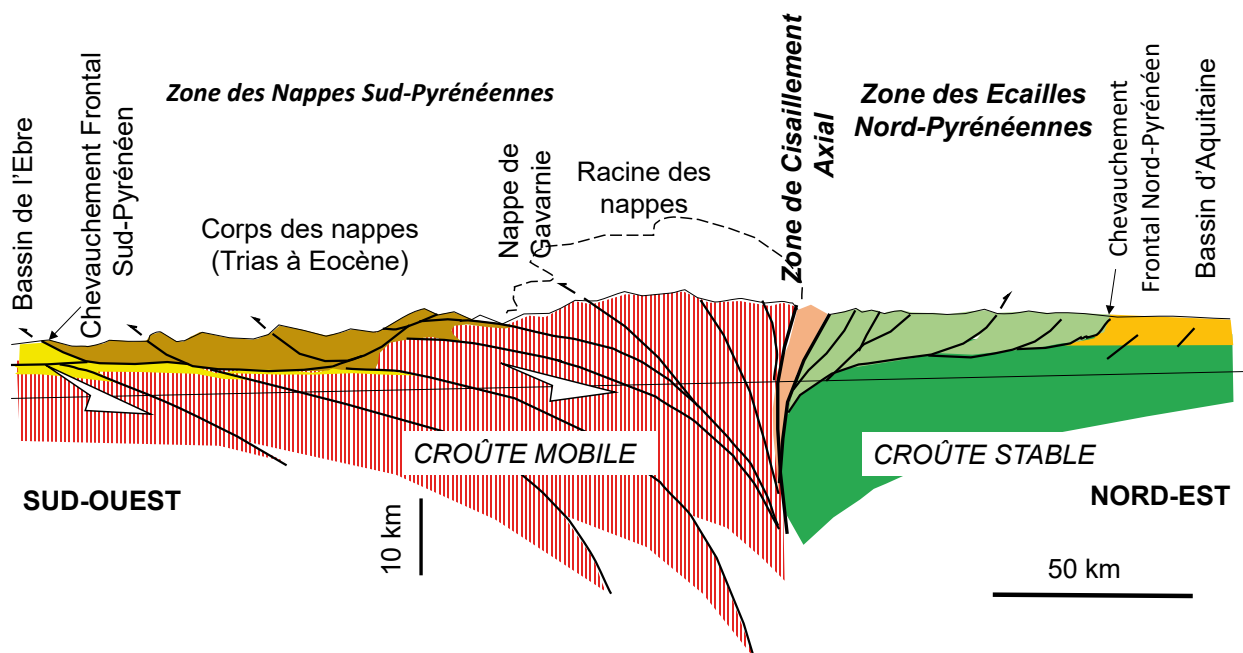


Figure 4 – Coupe structurale schématisée nouvellement proposée. La Zone de Cisaillement occupe l'axe génétique des Pyrénées par affrontement intracrustal (inversion du rift crétaé ménagé au sein de la croûte européenne). Les Zones Nord-Pyrénéenne et Sous-Pyrénéenne sont remplacées par une « *Zone des Écailles Nord-Pyrénéennes* ». La Zone Axiale des Auteurs ainsi que les Nappes Sud-Pyrénéennes sont remplacées par une seule zone dite « *Zone des Nappes Sud-Pyrénéennes* », elle-même subdivisée en sous-zones : racine, corps et front chevauchant sud-pyrénéen.

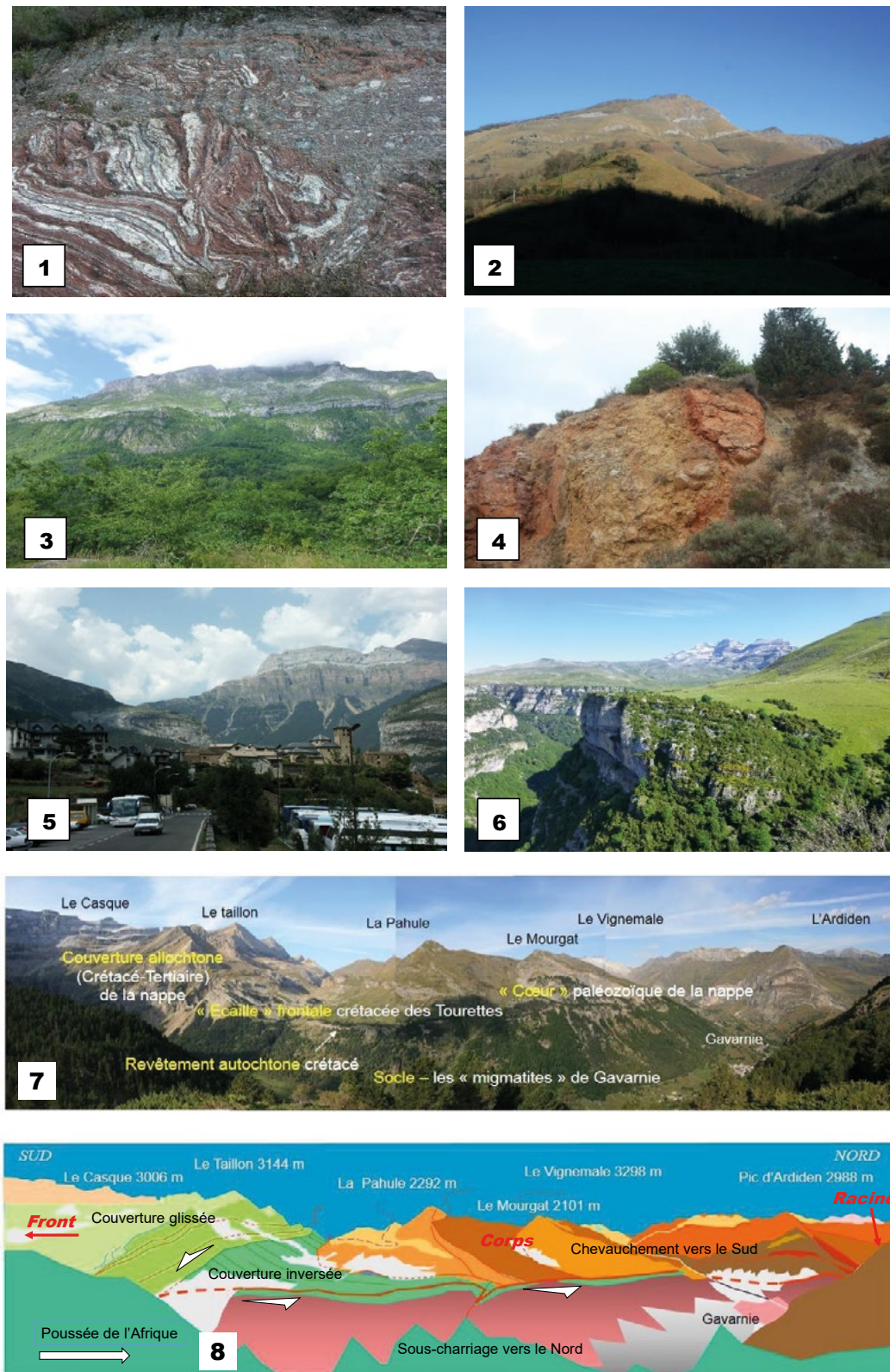


Figure 5 – Paysages géologiques des Pyrénées ; 1. Zone axiale de cisaillement intracrustal : Trias évaporitique de St-Jean de Barou (Aude) ; 2. Zone des Écailles Nord-Pyrénéennes : la série jurassique (Lias à Portlandien) dans le chaînon du Mail Arrouy ; 3. Zone de racine des Nappes Sud-Pyrénéennes : calcaires néocrétacés discordants sur le granite hercynien des Eaux-Chaudes ; 4. Zone Axiale de Cisaillement : les brèches polygéniques éocènes altérées du Massif de l'Agly ; 5. Corps (grès néocrétacés et calcaires éocènes) de la nappe sud-pyrénéenne du Mont Perdu (Pyrénées centrales) ; 6. Corps de la Nappe Sud-Pyrénéenne du Cotiella : calcaires néocrétacés et éocènes, dans le Canyon d'Anisclo (premier plan) et aux abords du Mont Perdu (second plan). 7. Racine et corps de la Nappe Sud-Pyrénéenne de Gavarnie dans sa localité-type. 8. Interprétation géologique schématique du paysage de la figure 5-7.

III. Le style structural

La chaîne des Pyrénées présente un style structural particulier en relation avec l'intervention spécifique et souvent complémentaire de divers facteurs : héritage hercynien, diapirisme des évaporites du Trias, relations entre tectonique et sédimentation, inversion tectonique (CANÉROT 2008).

1. L'héritage hercynien

La structuration des Pyrénées a été profondément influencée par celle qui résulte de l'organisation de la chaîne varisque (MAJESTÉ-MENJOULAS 1979). Nombreux sont les accidents, failles ou charriages qui illustrent cet héritage. C'est le cas des accidents qui se moulent sur les contours des massifs de granite (Eaux-Chaudes, Fig. 5-3, Néouvielle, Quérigut...) ou des nappes de charriage (Haute Chaîne des Pyrénées centrales et orientales), pour lesquelles les auteurs s'accordent à penser qu'il apparaît difficile de distinguer les effets spécifiques des phases varisque et pyrénéenne. En outre il apparaît fortement probable que le découpage du socle de la zone de racine des nappes sud-pyrénéennes, voire de la zone axiale de cisaillement crustal ou des écaïlles nord-pyrénéennes en motifs amygdalaires relève également de la reprise en transpression de ces dispositifs anciens (voir plus loin).

2. Le diapirisme des évaporites du Trias

Nous savons qu'au Trias moyen-supérieur, l'ensemble du domaine pyrénéen a été recouvert par une épaisse série évaporitique qui, au Crétacé inférieur, a déterminé le développement d'une activité diapirique généralisée (JAMES & CANÉROT 1999, CANÉROT 2008). Les structures diapiriques sont mieux conservées à l'ouest de l'orogène (diapirs du Lauriolle, du Lichançumendy, des Arbailles...) où les serrages sont moins importants, qu'à l'est (Petites Pyrénées, Corbières, Fig. 5-1, Catalogne...) où les anciens diapirs sont convertis par compression en écaïlles plus ou moins acérées.

Les exemples béarnais montrent que les montées diapiriques des évaporites triasiques se sont produites de manière privilégiée au Crétacé inférieur (Clansayésien-Albien inférieur) à l'articulation des failles transverses, N20 E, à jeu normal et des failles de cisaillement sénestre, directionnelles, N110 E.

Il convient enfin de rappeler le rôle et l'influence de ces évaporites triasiques sur la structuration fini-crétacée et éocène de la chaîne pyrénéenne. Au Nord, le Trias est présent dans la plupart des accidents qui enveloppent les écaïlles pyrénéennes à matériel paléozoïque. Au sud, on le retrouve fréquemment à la base des nappes de charriage sud-pyrénéennes et en particulier dans le corps et sur le front méridional de ces unités allochtones à vergence méridionale.

3. Les relations entre tectonique et sédimentation

Malgré le développement du diapirisme des évaporites triasiques, la couverture post hercynienne demeure d'une manière générale relativement solidaire du socle varisque sous-jacent. C'est le cas en particulier dans les écaïlles nord-pyrénéennes (Agly, Saint-Barthélémy, Arize, Trois Seigneurs, Milhas, Barrousse, Igountze Mendibelza, Labourd) qui, jaillies du tréfonds sous l'effet de la subduction continentale de la croûte méridionale sous son homologue septentrionale, entraînent vers le haut leur couverture mésozoïque sus-jacente.

Cette solidarité entre socle et couverture apparaît tout au long du cycle pyrénéen. Elle se manifeste en particulier dès la mise en place du bras de rift éocénacé au sein de la croûte européenne. Les différents fossés qui jalonnent alors cette déchirure crustale (Mauléon, Lourdes-Bagnères, Baronnies, Comminges, Ballongue, Camarade, St-Paul de Fenouillet) sont tous remplis de sédiments (brèches polygéniques, flysch argilo-gréseux, silts et argiles) qui, par leur nature et leur organisation, traduisent les effets d'une déformation crustale transtensive sénestre, W-E, syn-sédimentaire. On note en particulier le classement des dépôts depuis les épaulements latéraux d'orientation SW-NE, couverts des matériaux les plus grossiers, jusqu'au centre où s'accumulent les sédiments les plus fins (SOUQUET *et al.* 1985).

C'est par ailleurs à la subduction continentale naissante de la croûte méridionale sous son homologue septentrional que l'on doit le développement des amas de brèches continentales d'origine tectono-karstique maintenant connues sur l'ensemble du domaine pyrénéen, de la Méditerranée jusqu'à l'Atlantique (CANÉROT 2008, CANÉROT & MÉDIAVILLA 2023). Les affleurements les plus caractéristiques (Amélie-les-Bains, Baixas, Agly, Axat, Étang de Lherz, Saint-Béat, Sarrancolin, Médous-Asté, Lourdes-Pibeste, Layens...) apparaissent le long d'un alignement structural étroit, correspondant à l'aire de création des premiers reliefs pyrénéens à croûte européenne méridionale, proches de la zone de cisaillement axial. Dans l'interprétation ici retenue, ces brèches, polygéniques, à ciment souvent ferrugineux, azoïques, ne peuvent être, même localement, rattachées au développement du rift crétacé (MOTUS *et al.* 2022). Diachrones, elles sont plus anciennes à l'est (Crétacé terminal, Fig. 5-4) qu'à l'ouest (Éocène), en relation avec la migration de l'affrontement intra-crustal dans cette même direction.

4. L'inversion tectonique

L'organisation tectonique amygdalaire du tréfonds, héritée de la période hercynienne, joue un rôle majeur dans la structuration des éléments qui composent l'édifice pyrénéen. Au Crétacé inférieur, lors de la mise en place du bras de rift atlantique, la transtension sénestre W-E, dominante, conduit à l'élaboration du chapelet de bassins losangiques de type « pull apart » (SOUQUET *et al.* 1977) jalonnant la

déchirure intracrustale. La transtension est plus importante à l'ouest où le bras de rift est le plus précoce et le plus large. En revanche, au Crétacé terminal et à l'Éocène, ces mêmes éléments sont repris en transpression avec un raccourcissement cette fois plus important et plus précoce à l'est qu'à l'ouest.

Dans tous les cas, cette organisation amygdalaire ne permet guère la manifestation de mouvements en compression ou en distension pures. De tels mouvements s'accompagnent en effet très généralement de composantes décrochantes, sénestres ou dextres, synchrones ou diachrones, que l'on observe à la fois dans la zone de cisaillement axiale, ou dans celles des écaïles septentrionales et des nappes méridionales.

C'est par ailleurs l'inversion tectonique qui, dans l'interprétation retenue, est proposée pour expliquer la réduction d'épaisseur crustale dans la zone de subduction continentale des Pyrénées centrales et orientales. Dans ce domaine en effet, contrairement à des interprétations récentes (CHEVROT *et al.* 2018, CHEVROT *et al.* 2022) la compression (transpression) pyrénéenne a été plus précoce et plus importante que dans la partie occidentale de la chaîne où toutes les coupes d'échelle crustale proposées révèlent une racine profonde composée de croûte méridionale s'enfonçant sous son homologue septentrional. C'est l'importance de ces serrages orientaux qui est ici tenue pour responsable

de l'absence de « tête plongeante » par fusion crustale au contact du manteau sous-jacent.

IV. Discussion : cycle alpin ou cycle pyrénéen ?

Tous les travaux publiés à ce jour font état d'un « cycle alpin » pour caractériser l'ensemble des phénomènes structuraux et géodynamiques qui se sont succédé dans le domaine pyrénéen après le cycle hercynien. Or, l'analyse comparative de ces phénomènes qui s'étalent sur une période de 300 millions d'années, du Trias à l'Actuel (DEWEY *et al.* 1989, LARDEAUX *et al.* 2006, LEMOINE *et al.* 1986, TRICART 1984), montre clairement qu'il n'en est pas ainsi (Fig. 6).

Trias : le domaine des futures Alpes borde au Nord-Ouest un immense bras de rift d'origine téthysienne séparant les plaques européenne au Nord-Ouest et apulienne (adriatique), dépendante de la plaque africaine, au Sud-Est. Le domaine pyrénéen se situe alors en domaine continental à marin littoral (faciès germanique), au sein de la plaque européenne.

Jurassique inférieur-moyen : le bras de rift téthysien, ouvert au Sud-Est, s'installe dans le domaine alpin. Le domaine pyrénéen se situe sur la bordure occidentale de ce rift. C'est la seule période au cours de laquelle ces deux

ÉVOLUTION GÉODYNAMIQUE	ALPES	PYRÉNÉES
	Structure : Collision entre les plaques européenne et apulienne (adriatique)	Structure : Inversion tectonique d'un bras de rift atlantique (intra-européen) avorté
	Oligo-miocène : paroxysme tectonique	Oligo-Miocène bassins sédimentaires passifs
	Jurassique à Éocène : Marges européenne et apulienne, continentales et passives Croûte océanique (ophiolites) Ride médio-océanique Trias : Rift téthysien, intercrustal, entre Eurasie et Gondwana	Crétacé terminal et Eocène Paroxysme tectonique Crétacé moyen-supérieur Marges continentales passives Crétacé inférieur : rift intracrustal Jurassique moyen-supérieur Marge passive atlantique Jurassique inférieur Marge passive téthysienne Trias faciès « germanique »

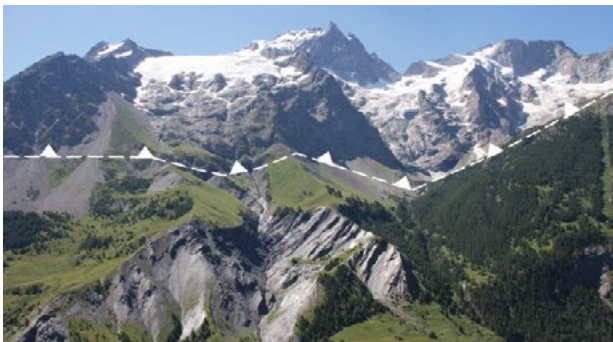
Figure 6 – Évolution géodynamique comparative des domaines alpin et pyrénéen, du Trias au Miocène. Noter, au sein du domaine alpin, la longue période (Trias à Éocène) de développement de la marge passive téthysienne avec, toutefois, présence d'une brève étape de rifting jurassique dans les futures Alpes internes, l'absence du phénomène de rifting crétacé (phénomène associé à l'ouverture de l'Atlantique) ainsi que le décalage des phases orogéniques, fini-crétacée et éocène dans les Pyrénées, oligo-miocène dans les Alpes.



1



2



3



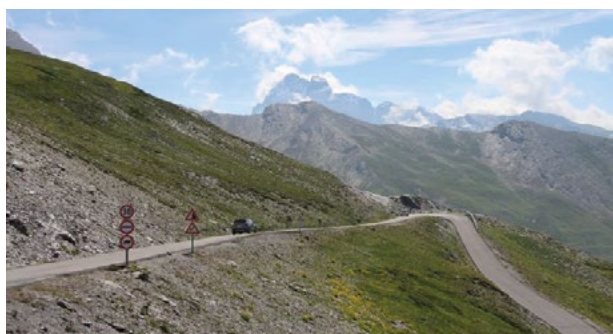
4



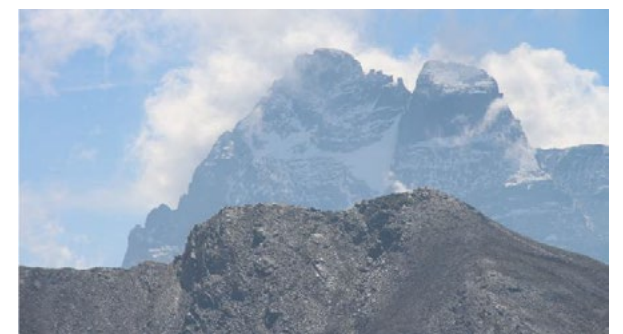
5



6



7



8

Figure 7 – Paysages géologiques des Alpes Occidentales. A – Alpes Externes : 1. La Paute (Bourg d'Oisans dans les Alpes Externes). Couverture jurassique plissée du Massif des Grandes Rousses ; 2. Blocs basculés vers l'ouest, à gauche, dans le Trias et le Jurassique des Grandes Rousses (Zone Dauphinoise) ; 3. Jurassique schisteux chevauché par le massif hercynien (granite et gneiss) de la Meije ; B – Alpes Internes : 4. Schistes lustrés jurassiques dans le massif de Rochebrune (Zone Briançonnaise) ; 5. Flysch gréseux quartzitique du Col d'Agnel ; 6. Pillow lavas du Chenaillet (croûte océanique) ; 7. Schistes lustrés du Queyras au Col d'Agnel ; 8. Ophiolites du Mont Viso (3 841m).

domaines illustrés par le développement de plates-formes carbonatées (Figs. 5-2 et 7-1), appartiennent à la même grande unité paléogéographique ouest-téthysienne

Jurassique supérieur - Crétacé inférieur basal : la marge passive ouest-téthysienne se développe dans le domaine alpin (Figs. 7-2, 7-3 et 7-4). Le domaine pyrénéen se rattache au bras de rift atlantique nouvellement individualisé au sein de la plaque européenne, donnant naissance à deux éléments crustaux, l'un fixe au nord et l'autre mobile au sud.

Crétacé inférieur non basal : la marge passive ouest-téthysienne occupe toujours le domaine des futures Alpes. En revanche dans les futures Pyrénées, le bras de rift atlantique poursuit son développement en relation avec la migration de la plaque africaine, d'abord vers le Sud puis vers le Sud-Est. Son ouverture est particulièrement importante à l'ouest où le manteau terrestre se trouve localement exhumé (Tardets-Sorholus).

Crétacé moyen et supérieur : la marge alpine passive est encore présente. Le domaine à croûte continentale y passe latéralement vers le Sud-Est à un domaine à croûte océanique. Aux sédiments marins bordiers succèdent des sédiments marins distaux, ophiolithiques (Figs. 7-6 et 7-8). Le bras de rift pyrénéen cesse progressivement son développement. Aux flyschs contemporains de la phase de rifting, turbiditiques, succèdent des sédiments de marge passive à polarité atlantique. Dans les Corbières, cette étape est soudainement interrompue dès le Santonien supérieur, vers -85Ma, avec le développement d'une sédimentation terrigène, deltaïque, se substituant soudainement à la sédimentation carbonatée antérieure (BILOTTE 1985, BILOTTE *et al.* 2005).

Crétacé terminal – Éocène : Bien qu'instable, le domaine alpin est toujours occupé par la marge passive ouverte en direction du Sud-Est. L'orogénèse pyrénéenne se développe d'Est en Ouest, avec fermeture graduelle de l'ancien bras de rift. Poussée par la plaque africaine, la croûte pyrénéenne méridionale s'enfonce sous son homologue septentrional, générant une subduction continentale.

Oligocène – Miocène : Les plaques apulienne (adriatique) et européenne entrent en collision, générant la chaîne des Alpes. Des éléments de croûte océanique et continentale, sud orientaux, apuliens, chevauchent leurs homologues nord occidentaux à croûte européenne, océanique ou continentale (Fig. 7-7). Les Pyrénées subissent les effets de l'érosion avec accumulation de sédiments post-tectoniques, marins puis continentaux, dans les bassins d'avant-pays d'Aquitaine au Nord et de l'Èbre au sud.

Miocène à Plio-Quaternaire : L'arc tectonique alpin nouvellement mis en place, recoupe en le chevauchant, le vieil orogène pyrénéen au droit de l'extrémité orientale de ce dernier, dans les chaînons provençaux.

Quoique sommaire, cette analyse comparative des étapes d'élaboration respective des Alpes et des Pyrénées témoigne de profondes divergences à la fois dans la chronologie des événements et dans le style tectonique

résultant, affectant ces deux domaines orogéniques. Les Alpes sont « filles de la Téthys » alors que les Pyrénées demeurent « filles de l'Atlantique », disait le regretté Professeur Jacques Rey. Ces divergences conduisent ici à proposer une interprétation géodynamique spécifique faisant état d'un « cycle pyrénéen » distinct du « cycle alpin » seul reconnu à ce jour dans la littérature géologique.

V. Conclusion

Contrairement aux interprétations les plus récentes, les Pyrénées ne correspondent pas à une chaîne de collision entre les plaques européenne et ibérique mais à un bras de rift atlantique intra-européen avorté et inversé. Le nouveau découpage structural proposé tient compte de la réalité des deux marges continentales de ce rift, l'une septentrionale et l'autre méridionale, demeurées solidaires tout au long du cycle pyrénéen. Cette nouvelle interprétation prend essentiellement en considération leurs relations structurales et géodynamiques depuis le Trias jusqu'à l'Actuel.

Les deux marges, passives du Trias au Crétacé inférieur, s'éloignent « en ciseau » ouvert à l'ouest sous l'effet de la poussée africaine vers le Sud-Est, entraînant un amincissement crustal qui peut conduire à l'exhumation du manteau terrestre. Le bras de rift ainsi créé se ferme ensuite graduellement de l'Est vers l'Ouest en raison du déplacement de la plaque africaine, cette fois vers le Nord-Ouest. L'orogénèse pyrénéenne se développe alors depuis le Crétacé terminal jusqu'à l'Éocène, à partir d'une zone de coulisement axial intra-crustal. L'Oligocène et le Miocène correspondent ensuite à des périodes post tectoniques propices à l'installation de bassins sédimentaires relativement stables.

Ainsi défini, le cycle orogénique pyrénéen se distingue de son homologue alpin tout d'abord par sa chronologie, les Alpes se mettant en place plus tardivement, au cours de l'Oligocène et du Miocène. L'évolution géodynamique anté-tectonique du domaine alpin englobe en outre une très longue période (Trias à Oligocène) de mise en place et d'évolution d'une marge passive avec développement de croûte océanique dans le prolongement oriental de la croûte continentale. Il convient enfin de rappeler qu'en Provence, la chaîne montagneuse alpine recoupe son homologue pyrénéenne, par voie de conséquence plus ancienne.

Ces données structurales et géodynamiques traduisent des évolutions orogéniques spécifiques de nature à justifier la reconnaissance d'un cycle pyrénéen distinct de son homologue alpin.

REMERCIEMENTS

Michel Bilotte a accepté de lire le manuscrit de la présente publication. Ses remarques justifiées m'ont permis de préciser certaines données interprétatives et d'améliorer ainsi le contenu de ce travail. Je lui en suis très reconnaissant.

BIBLIOGRAPHIE

- AGSO (Association des Géologues du Sud-Ouest) & BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières). 2018 – *Synthèse Géologique et Géophysique des Pyrénées*. Volume 2 : Cycle alpin, Stratigraphie et volume 3 : Phénomènes alpins (clé USB, nombreuses cartes avec notice explicative, 56 p.
- ASTI R., Y. LAGABRIELLE, S. FOURCADE, B. CORRE & P. MONIÉ. 2019 – How do continents deform during mantle exhumation? Insights from the northern Iberia inverted paleopassive margin, Western Pyrenees (France). *Tectonics* 38, 1666-1693. <https://doi.org/10.1029/2018TC005428>.
- BILLOTTE M. 1985 – Les plates-formes du Crétacé supérieur est-pyrénéennes. *Strata*, Toulouse, 2, 5, 1-438.
- BILLOTTE M. 2021 – Les événements tectono-sédimentaires du Crétacé moyen au Paléocène inférieur dans le domaine est-pyrénéen. Revue d'exemples significatifs. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 152, 9-91.
- BILLOTTE M., L. KOESS & E.J. DEBROAS. 2005 – Relations tectonique-sédimentation sur la marge nord orientale du sillon sous-pyrénéen au cours du Santonien supérieur. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 176, 5, 443-455.
- BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) & ITGE (Instituto Tecnológico Geominero de España). 1996 – *Synthèse Géologique et Géophysique des Pyrénées* (coordination A. Barnolas, J.C. Chiron & B. Guérangé). Volume 1 : Introduction, Géophysique, Cycle hercynien, 729 p., nombreuses illustrations.
- CANÉROT J. 2008 – *Les Pyrénées : histoire géologique et itinéraires de découverte*. Atlantica/BRGM éd. 2 tomes, 646 p.
- CANÉROT J. & F. MEDIAYILLA. 2023 – The Mid-Albian unconformity, a key to understand the geodynamics of the North Pyrenean Trough. *BSGF – Earth Sciences Bulletin*, 194, 4. <https://doi.org/10.1051/bsgf/2023001>.
- CASTERAS M. 1933 – *Recherches sur la structure du versant nord des Pyrénées centrales et orientales*. Thèse Sciences Univ. de Paris, 525 p.
- CHEVROT S., M. SYLVANDER, J. DIAZ, R. MARTIN, F. MOUTHEREAU, G. MANATSCHAL, E. MASINI, S. CALASSOU, F. GRIMAUD, H. PAUCHET & M. RUIZ. 2018 – The non-cylindrical crustal architecture of the Pyrenees. *Scientific Reports*, 8. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27889-x>.
- CHEVROT S., M. SYLVANDER, A. VILLASENOR, J. DIAZ, L. STEHLY, P. BOUÉ, V. MONTEILLER, R. MARTIN, M. LEHUEUR *et al.* 2022 – Passive imaging of collisional orogens : a review of a decade of geophysical studies in the Pyrénées. *BSGF – Earth Sciences Bulletin*, 193, 1. <https://doi.org/10.1051/bsgf/2021049>.
- CLERC C. & Y. LAGABRIELLE. 2014 – Thermal control on the mode of crustal thinning leading to mantle exhumation : Insights from the Cretaceous Pyrenean hot paléomargins. *Tectonics*, 33, 1340-1359. <https://doi.org/10.1002/2013TC003471>.
- CLERC C., J.-C. RINGENBACH, L. JOLIVET & J.-F. BALLARD. 2018 – Rifted margins: Ductile deformation, boudinage, continental-dipping normal faults and the role of the weak lower crust. *Gondwana Research*, 53, 20-40. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2017.04.030>.
- CORRE B., Y. LAGABRIELLE, P. LABAUME, S. FOURCADE, C. CLERC & M. BALLÈVRE. 2016 – Deformation associated with mantle exhumation in a distal, hot passive margin environment: New constraints from the Sarailé Massif (Chaînons Béarnais, North-Pyrenean Zone). *Comptes Rendus Géoscience*, 348, 279-289. <https://doi.org/10.1016/j.crte.2015.11.007>.
- DEBROAS E.J. & P. SOUQUET. 1972 – Contribution à la connaissance du Flysch ardoisier nord-pyrénéen : les schistes métamorphiques du synclinal de la Ballongue (Pyrénées centrales). *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, Paris, 275, 272-285.
- DE SAINT BLANQUAT M., F. BAJOLET, A. GRAND'HOMME, A. PROETTI, M. ZANTI, A. BOUTIN, C. CLERC, Y. LAGABRIELLE & P. LABAUME. 2016 – Cretaceous mantle exhumation in the central Pyrenees : New constraints from the peridotites in eastern Ariège (North Pyrenean Zone, France). *Comptes Rendus Géoscience*, 348, 268-278. <https://doi.org/10.1016/j.crte.2015.12.003>.
- DEWEY J.-F., M.-L. HELMAN, E. TURCO, D.H. HUTTON & S.-D. KNOTT. 1989 – Kinematics of the western Mediterranean, *Alpine tectonics*, 265-283.
- DUMONT TH., A. REPLUMAZ, S. ROUMEJON, A. BRIAIS, A. RIGO & J.P. BOUILLIN. 2015 – Microseismicity of the Béarn range: Reactivation of inversion and collision structures at the northern edge of the Iberian plate, *Tectonics*, 34. doi :10.1002/2014TC003816.
- ESPURT N., P. ANGRAND, A. TEIXELL, P. LABAUME, M. FORD, M. DE SAINT BLANQUAT & S. CHEVROT. 2019 – Crustal scale balanced cross section and restoration of the Central Pyrenean belt (Neste–Cinca transect). Superimposed orogenesis and Pyrenean rift system evolution. *Tectonophysics*. Vol. 764, pp. 25-45.
- FABRIÈS J., J.-P. LORAND, J.-L. BODINIER & C. DUPUY. 1991 – Evolution of the Upper Mantle beneath the Pyrenees: Evidence from Orogenic Spinel Lherzolite Massifs. *Journal of Petrology*, Special Volume, 55-76. https://doi.org/10.1093/petrology/Special_Volume.2.55.
- FERRER O., E. ROCA, B. BENJUMEA, J.A. MUNOZ, N. ELLOUZ & MARCONY TEAM. 2008 – The deep seismic reflexion MARCONI-3 profile: role of extensional mesozoic structures during the pyrenean contractional deformation at the eastern part of the Bay of Biscay, *Marine and Petroleum Geology*, doi : 10.1016/j.marpetgeo.2008.06.002.
- GEOLVAL, 2023 – Synthèse du projet OROGEN, programme convergence : 80 publications réunies, (CNRS-TOTAL Energies-BRGM). <https://geolval.fr>.
- GOLBERG J.-M. & A.-F. LEYRELOUP. 1990 – High temperature-low pressure Cretaceous metamorphism related to crustal thinning (Eastern North Pyrenean Zone, France). *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 104, 194-207. <https://doi.org/10.1007/BF00306443>.
- INSTITUT GEOLOGIC DE CATALUNYA. 2010 – *Atles Geologic de Catalunya*, Primera edició, 463 p.
- JAMES V. & J. CANÉROT. 1999 – Diapirisme et structuration post-triasique des Pyrénées occidentales et de l'Aquitaine méridionale (France), *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 92, 63-72.
- JAMMES S., G. MANATSCHAL, L. LAVIER & E. MASINI. 2009 – Tectono-sedimentary evolution related to extreme crustal thinning ahead of a propagating ocean: the example of the western Pyrenees, *Tectonics*, doi : 10.1029/2008TC002406.
- LAGABRIELLE Y., P. LABAUME & M. DE SAINT BLANQUAT, 2010 – Mantle exhumation, crustal denudation and gravity tectonics during Cretaceous rifting in the Pyrenean realm (SW Europe): Insights from the geological setting of the Lherzolite bodies. *Tectonics* 29. <https://doi.org/10.1029/2009TC002588>.
- LAGABRIELLE Y., R. ASTI, S. FOURCADE, B. CORRE, P. LABAUME, J. UZEL, C. CLERC, R. LAFAY & S. PICAZO. 2019 – Mantle exhumation at magma-poor passive continental margins. Part II: Tectonic and metasomatic evolution of large-displacement detachment faults preserved in a fossil distal margin domain (Sarailé

- Iherzolites, northwestern Pyrenees, France). *Bulletin de la Société Géologique de France*, 190, 14. 21p. doi.org/10.1051/bsgf/2019013.
- LARDEAUX J.-M., S. SCHARTZ, A. PAUL, P. TRICART, S. GUILLOT, N. BETHOUX & F. MASSON. 2006 – A crustal-scale cross section of the southwestern Alps combining geophysical and geological imagery. *Terra Nova*, 18 (6) 412-422. [doi:10.1111/j.1365-3121.2006.00706x](https://doi.org/10.1111/j.1365-3121.2006.00706x).
- LEMOINE M., A. ARNAUD-VANNEAU, H. ARNAUD, T. DUMONT, M. GIDON, M. BOURDON, P.C. GRACIANSKY DE, J.-L. RUDKIEWCZ, J. MÉGARD-GALLI & P. TRICART. 1986 – The continental margin of the Mesozoic Tethys in the Western Alps. *Marine and Petroleum Geology*, 3, 179-199.
- LE PICHON X., J. BONNIN & J.C. SIBUET. 1970 – La faille nord-pyrénéenne : faille transformante liée à l'ouverture du golfe de Gascogne, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, Paris, 271, 1941-1944.
- LE PICHON X. & J.C. SIBUET. 1971 – Western extension of boundary between European and Iberian plates during the Pyrenean orogeny, *Earth and Planet. Sci. Letters*, 12, 83-88.
- MAJESTÉ-MENJOUAS Cl. 1979 – Évolution alpine d'un segment de chaîne varisque : nappe de Gavarnie, chevauchement Cinq-Monts-Gentiane (Pyrénées centrales et occidentales), Thèse Doc. État, Toulouse, 343 p.
- MOTUS M., E. NARDIN, F. MOUTHEREAU & Y. DENÈLE. 2022 – Evolution of rift-related cover-basement decoupling revealed by brecciation processes in the Eastern Pyrénées. *BSGF – Earth Sciences Bulletin* 193 : 14. <https://doi.org/10.1051/bsgf/2022013>.
- OLIVET J.L. 1996 – La cinématique de la plaque ibérique, *Bulletin des centres de recherches exploration-production Elf-Aquitaine*, 20, 1, 131-195.
- PEDREIRA D, J.-A. PULGAR, J. GALLART & M. TORNE. 2007 – Three-dimensional gravity and magnetic modeling of crustal indentation and wedging in the western Pyrenees-Cantabrian Mountains, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 112, B12405, [doi : 10.1029/2007JB005021](https://doi.org/10.1029/2007JB005021).
- PEDREIRA A., J. GARCIA-SENZ, C. AYALA, A. RUIZ-CONSTAN, L.-R. RODRIGUEZ-FERNANDEZ, A. ROBADOR & L. GONZALEZ MENENDEZ. 2017 – Reconstruction of the exhumed mantle across the North Iberian Margin by crustal-scale 3-D gravity inversion and geological cross section. *Tectonics*, 36. <https://doi.org/10.1002/2017TC004716>.
- RAZIN Ph. 1989 – Évolution tecto-sédimentaire alpine des Pyrénées basques à l'ouest de la transformante de Pamplona (Province du Labourd), Thèse Doct. Univ. de Bordeaux III, Bordeaux, 464 p.
- ROURE F. & P. CHOUKROUNE 1998 – Contribution of the ECORS seismic data to the Pyrenean geology: crustal architecture and geodynamic evolution of the Pyrenees. *Mémoires de la Société géologique de France*, 173, 37-52.
- SASPITURRY N., P. RAZIN, T. BAUDIN, O.SERRANO, B. ISSAUTIER, E. LASSEUR, C. ALLANIC, I. THINON & S. LELEU. 2019 – Symmetry vs. asymmetry of a hyper thinned rift: Example of the Mauléon Basin (Western Pyrenees, France). *Marine and Petroleum Geology*, 104, 86-105. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2019.03.031>.
- SASPITURRY N. 2019 – Évolution sédimentaire, structurale et thermique d'un rift hyper aminci : de l'héritage post-hercynien à l'inversion alpine. Exemple du bassin de Mauléon (Pyrénées). Thèse Doct. Univ. de Bordeaux. 441 p.
- SIBUET J.C., S.P. SRIVASTAVA & W. SPAKMAN. 2004 – Pyrenean orogeny and plate tectonics, *Journal of Geophysical Research*, 109, B08104, [doi : 10.1029/2003JB002514](https://doi.org/10.1029/2003JB002514).
- SOUQUET P., B. PEYBERNÈS, M. BILOTTE & E.J. DEBROAS. 1977 – La chaîne alpine des Pyrénées. *Géologie Alpine*, 53, 193–216.
- SOUQUET P., E.J. DEBROAS, J.M. BOIRIE, Ph. PONS, G. FIXARI, J. DOL, J.P. THIEULOY, M. BONNEMAISON, H. MANIVIT & B. PEYBERNÈS 1985 – Le groupe du Flysch noir (albo-cénomanien) dans les Pyrénées, *Bulletin des centres de recherches exploration-production Elf-Aquitaine*, Pau, 9, 1, 183-252.
- SRIVASTAVA S.P., W.R. ROEST, L.C. KOVACS, G. OKAY, S. LEVESQUE, J. VEROEF & R. MACNAB. 1990 – Motion of Iberia since the Late Jurassic : results from detailed aeromagnetic measurements in the Newfoundland basin, *Tectonophysics*, 184, 229-260.
- TEIXELL A., P. LABAUME, P. AYARZA, N. ESPURT, M. DE ST-BLANQUAT & Y. LAGABRIELLE. 2018 – Crustal structure and evolution of the Pyrenean-Cantabrian belt: a review and new interpretations from recent concepts and data. *Tectonophysics* 724, 146-170. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2018.01.009>
- TRICART P. 1984 – From passive margin to continental collision: a tectonic scenario for the Western Alps. *American Journal of Science*, 284, 97-120.
- TUGEND J., G. MANATSCHAL & N.-J. KUSZNIR. 2015 – Spatial and temporal evolution of hyperextended rift systems: Implication for the nature, kinematics and timing of the Iberian-European plate boundary, *Geology*, 43 (1) 15-18, [doi :10.1130/G36072.1](https://doi.org/10.1130/G36072.1).
- WANG Y., S. CHEVROT, V. MONTEILLER, D. KOMATITSCH, F. MOUTHEREAU, G. MANATSCHAL, M. SYLVANDER, J. DIAZ, M. RUIZ, F. GRIMAD, S. BENAHEMED, H. PAUCHET & R. MARTIN. 2016 – The deeproots of the western Pyrenees revealed by full waveform inversion of teleseismic P waves. *Geology* 44, 475-478. <https://doi.org/10.1130/G37812.1>.

Contribution à l'inventaire mycologique de la France : région Occitanie

Par Gilles Corriol*, Carole Hanneire* & Patricia Jargeat**

* Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées. Vallon de Salut BP 315. 65203 Bagnères de Bigorre Cedex. gilles.corriol@cbnmp.fr, carole.hanneire@cbnmp.fr.

** Centre de Recherche sur la Biodiversité et l'Environnement, Université de Toulouse - CNRS - IRD - INP, 118 route de Narbonne 31062 Toulouse cedex 9. patricia.jargeat@utoulouse.fr

RÉSUMÉ

Faisant suite aux travaux d'inventaire étalés sur treize années en région Midi-Pyrénées, notamment dans le cadre institutionnel d'un Conservatoire botanique national, nous présentons ici un certain nombre d'observations pour la plupart inédites. Ces données concernent 19 taxons nouveaux pour la science, 39 nouveaux pour la France, 100 nouveaux pour la région Occitanie, ainsi que 39 taxons qui avaient déjà été mentionnés dans la région, mais dont les données présentent un intérêt particulier.

Pour chacun d'entre eux, sont fournies, les localités et dates de récoltes, des données écologiques et les références d'herbier disponibles. Un commentaire d'ordre chorologique, écologique ou taxonomique est généralement ajouté. Des photographies de récoltes, in situ pour la plupart, de 80 taxons rarement illustrés sont publiées. Parmi les taxons présentés, 118 sont référencés par des séquences de gènes (ITS et LSU principalement) publiées dans Genbank et UNITE.

Mots clés : Ascomycota, Basidiomycota, biodiversité taxonomique, champignons, Conservatoire botanique national, règne fongique.

Contribution to the mycological inventory of France: Occitanie region

ABSTRACT

Following a thirteen year long period of inventory in the Midi-Pyrénées south-western region of France, particularly in the institutional framework of a National Botanical Conservatory, we present a number of mostly unpublished observations. These data refer to 19 new taxa for science, 39 new for France, 100 new to the Midi-Pyrénées region and 39 taxa that had already been mentioned in the region, but of particular interest.

For each of them, are provided: locality observation dates, ecological data and available herbarium references. Chorological, ecological or taxonomic observations are added. Mostly in situ pictures of rarely illustrated taxa are published for 80 of them. Among the taxa presented, 118 are referenced by gene sequences (mainly ITS and LSU) published in GenBank and UNITE.

Key words: Ascomycota, Basidiomycota, French botanical Conservatory, fungi, Pyrenees, southwestern France, taxonomic biodiversity.

1. Introduction

Les travaux mycologiques coordonnés et réalisés par le Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées (CBNPMP) depuis le début des années 2000 ont donné lieu en 2018 à la publication d'une contribution importante à l'inventaire mycologique français à travers une base de données regroupant 146 438 observations réalisées en Midi-Pyrénées (CORRIOL & HANNOIRE 2018).

Aujourd'hui, la base de données mycologiques géo-référencées du CBNPMP comprend 251 501 données

élémentaires¹, dont 198 117 sur la région Occitanie. Ces données recouvrent 7 388 taxons différents de champignons.

Le présent travail vient compléter la précédente publication sur la base des inventaires réalisés entre 2018 et 2024 et en étendant le périmètre de restitution à la nouvelle région Occitanie, intégrant des travaux antérieurement réalisés sur le Languedoc-Roussillon, notamment dans le département des Pyrénées-Orientales. Il est en outre enrichi de données moléculaires.

¹ Une donnée élémentaire = un taxon cité en un lieu donné, à une date donnée, par une personne (ou une structure ou une référence bibliographique) ; chiffres au 18 juillet 2025.

Le catalogue est formaté comme ceci :

Trinôme latin complet (Famille)

Commune (numéro de département), précisions sur la localisation, date, *legit*, *determinavit*, confirmation éventuelle, herbier numéro (collection), numéro de publication de séquence de gène de la récolte dans Genbank² le cas échéant.

Lorsque plusieurs localités sont citées, elles figurent dans l'ordre chronologique des découvertes.

Habitat : (uniquement basé sur les observations originales régionales)

Commentaire : écologique, chorologique, taxonomique, conservatoire...

Les départements sont codés comme suit : Ariège : 09, Aude : 11, Aveyron : 12, Gard : 30 ; Haute-Garonne : 31, Gers : 32, Lot : 46, Hautes-Pyrénées : 65, Lozère : 48, Pyrénées-Orientales : 66, Tarn : 81, Tarn-et-Garonne : 82.

Le nom des auteurs est abrégé par leurs initiales (GC pour G. Corriol et CH pour C. Hannoire). Le nom des autres contributeurs est donné en toutes lettres.

Les collections d'herbier sont codées selon le code officiel *Index herbariorum* (HOLMGREN & HOLMGREN 1998), pour les collections institutionnelles (BBF pour celle du Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées). Les collections privées sont identifiées en toutes lettres sauf celle de G. Corriol, indiquée GC.

Les taxons sont classés par ordre alphabétique dans chacune des catégories d'intérêt qui suit.

2. Taxons nouveaux pour la science

Albomagister virgineus Corriol & Jargeat (Tricholomataceae)

Bagnères-de-Bigorre (65), Mespous, alt. 821 m, 5.XI.2007, *leg.* & *det.* GC, herb. GC07110503 (BBF, *holotypus*), Genbank ITS MF344954, 28S MF344958.

Habitat : vieille buxaie dense sur roche mère calcaire, dans la litière épaisse.

Commentaire : il s'agit du *locus typicus* et unique station connue à ce jour pour cette espèce remarquable, la deuxième connue dans le genre *Albomagister* en Europe (CORRIOL & JARGEAT 2018).

Amanita amplivelata Hanss, Assyov, Bozok, Taşkın & Borovička (Amanitaceae)

Gerde (65), Castet, alt. 600 m, 7.VII.2013, *leg.* GC, herb. GC13070701 (BBF), Genbank ITS OR524143.

Habitat : sous *Betulaceae* et *Salicaceae*, en forêt feuillue collinéenne pionnière en exposition fraîche, sur sol basique, argileux.

Commentaire : dans le groupe difficile des Amanites de

la section *Vaginatae*, cette récolte avait antérieurement été rapportée à *A. argentea* Huijsman (CORRIOL & HANNOIRE 2018 : 72), une étude moléculaire a révélé son appartenance à une espèce alors inédite, avec d'autres récoltes en provenance d'Europe centrale, orientale et de Turquie, distincte par l'anatomie de sa volve (HANSS *et al.* 2024).

Arrhenia juncorum P.-A. Moreau & Corriol (Hygrophoraceae)

Gaillagos (65), sources du Rioutou, alt. 1210 m, 12.IX.2013, *leg.* CH & GC, herb. CH13091225 (BBF), Genbank MT967321.

Habitat : sur tige morte de *Juncus acutiflorus* Ehrh. ex Hoffm. en pré humide montagnard.

Commentaire : espèce nouvellement publiée en 2020, issue du démantèlement du complexe de *Arrhenia acerosa* (Fr.) Kühner (VOITK *et al.* 2020).

Arrhenia leucotricha P.-A. Moreau & Corriol (Hygrophoraceae)

Cuguron (31), tourbière de Lilaou, alt. 520 m, 15 IX.2003, *leg.* GC & J.-M. Parde, herb. GC03091513, GC03091514 (BBF), Genbank MT967326, MT967327.

Dourbies (30), montagne du Linguas, alt. environ 1300 m, 23.IX.1998, *leg.* GC & Y. Maccagno, herb. GC98092305, Genbank MT967328.

Gaillagos (65), sources du Rioutou, alt. 1200 m, 12.IX.2013, *leg.* CH & GC, herb. CH13091220 (BBF, *holotypus*), Genbank MT967325.

Habitat : à même la tourbe, en tourbière acide atlantique (Cuguron), sur tige pourrissante de *Juncus* (Cuguron, Linguas), prairie pâturée montagnarde sur sol frais, au sol, sur la tranche d'un « pied de vache » (Gaillagos).

Commentaire : espèce nouvellement publiée en 2020, issue du démantèlement du complexe de *Arrhenia acerosa* (Fr.) Kühner (VOITK *et al.* 2020).

Clavicornia angustispora O. Requejo, M.L. Castro, Corriol & Justo (Clavariaceae)

Gerde (65), Castet, alt. 600 m, 9.XI.2012, *leg.* GC, herb. GC12110910 (BBF), Genbank PP525295.

Habitat : forêt feuillue collinéenne pionnière en exposition fraîche, sur sol basique, argileux.

Commentaire : deuxième représentant mondial du genre *Clavicornia* avec *C. taxophila* (Thom) Doty, également connu dans la région (CORRIOL & HANNOIRE 2018 : 76), cette espèce n'a pour le moment été récoltée que de sa localité type à Pontevedra en Galice et dans la station haut-pyrénéenne ici référencée (REQUEJO *et al.* 2024).

Cortinarius phaeobrunneus Bidaud, Mahiques, E. Suárez & Bellanger (Cortinariaceae)

Cieutat (65), 18.XI.2023, Bois Devant, alt. 350 m, *leg.* GC, herb. GC23111802 (BBF), Genbank PV843247 (ITS) et PV833212 (LSU)

Habitat : sur colluvions de bas de versant d'une hêtraie-chênaie collinéenne marnicole.

² <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>

Commentaire : nous classons cette espèce dans les nouveautés pour la science, car à l'heure où nous écrivons ces lignes, elle n'existe pas encore officiellement. N'ayant pas obtenu de résultat satisfaisant en comparant notre séquence ITS à celles disponibles dans les bases de données internationales, nous l'avons partagée avec Jean-Michel Bellanger qui nous a appris sa publication imminente. L'écologie de notre récolte, sous *Fagus sylvatica* L., en forêt caducifoliée tempérée diffère de celles des récoltes de la description originale en chênaies vertes méditerranéennes et une récolte sous *Pinus sylvestris* L. (BIDAUD *et al.* 2025 : 446). L'espèce pourrait donc s'avérer assez ubiquiste. Parmi les récoltes citées dans la publication princeps, une provient d'Occitanie à Saint-Jean-du-Pin dans le Gard.

Cupulina montana Dougoud, Van Vooren & M. Vega (Pyronemataceae)

Aragnouet (65), bord du lac d'Orédon, alt. 1850 m, 27.VIII.2014, *leg.* B. Jeannerot, herb. BJ-2014-090.

Aragnouet (65), vallée de la Gélà, alt. 1600 m, 28.VIII.2014, *leg.* GC, herb. GC14082802 (BBF).

Habitat : sur sol érodé et humide, avec mousses rases pionnières, en bordure d'un lac (Orédon) et en bordure d'un couloir d'avalanche entaillant une sapinière montagnarde (Gélà).

Commentaire : ces récoltes font partie de celles étudiées pour la description originale de cette espèce ; dans le massif pyrénéen, on notera en outre sa présence sur le versant espagnol (PANCORBO *et al.* 2017 : 18), les autres récoltes proviennent toutes de l'arc alpin (DOUGOUD *et al.* 2015).

Dennisiomyces fibrillosus Corriol & Jargeat (Tricholomataceae)

Arcizans-Avant (65), bord du Gave d'Azun, 6.X.2017, 9.XI.2018, *leg.* & *det.* GC, herb. GC17100604 (BBF, *holotypus*), GC18110903 (BBF), Genbank ITS MK569404, LSU (28S) MK569398, SSU (18S) MK569400, RPB2 MK577919.

Habitat : dans l'humus actif d'une forêt feuillue mêlée riveraine.

Commentaire : il s'agit du premier représentant répertorié en Europe du genre *Dennisiomyces*, essentiellement tropical (CORRIOL & JARGEAT 2019).

Dermoloma applanatum Corriol & P.-A. Moreau (Tricholomataceae)

Gerde (65), Castet, alt. 610 m, 14.XI.2010, *leg.* GC, herb. GC10111408 (BBF), Genbank PQ165415.

Habitat : prairie basophile, mésotrophe fauchée collinéenne.

Commentaire : espèce longtemps restée cryptique dans le groupe de *D. phaeopodium* P.D. Orton, elle n'est attestée en France que dans le Pas-de-Calais et les Hautes-Pyrénées. Elle est également connue de Grande-Bretagne et d'Allemagne (ADAMČÍKOVÁ *et al.* 2025 : 33).

Dermoloma griseobasale Mešić, Tkalčec & Corriol (Tricholomataceae)

Gerde (65), Castet, alt. 630 m, 20.X.2007, 2.XI.2010, *leg.* GC, herb. GC07102002, GC10110201, Genbank PQ165429, PQ165430.

Habitat : prairie basophile, mésotrophe fauchée collinéenne.

Commentaire : révélé par voie moléculaire, ce taxon a été probablement avec plusieurs autres, référencé sous le nom de *D. pseudocuneifolium* Herink, aujourd'hui considéré comme *nomen dubium* (ADAMČÍKOVÁ *et al.* 2025 : 125). Il est par ailleurs connu dans le massif pyrénéen au col du Pourtalet dans les Pyrénées-Atlantiques (ADAMČÍKOVÁ *et al.* 2025 : 71).

Dermoloma huartii P.-A. Moreau & Corriol (Tricholomataceae)

Biert (09), Ker de Massat, alt. 650 m, 9.X.2017, *leg.* CH, herb. CH17100919 (BBF), Genbank PQ165304.

Habitat : hêtraie calcicole collinéenne à *Buxus sempervirens* L.

Commentaire : cette espèce révélée par voie moléculaire appartient au groupe de *D. cuneifolium* (Fr.) Singer ex Bon, dont il se différencie notamment par ses spores plus longues et son écologie calcicole. Il n'est à ce jour reconnu en France que d'Ariège et du Pas-de-Calais (ADAMČÍKOVÁ *et al.* 2025 : 75).

Dermoloma pruinosipes Corriol & Jančovič. (Tricholomataceae)

Arrens-Marsous (65), Caytivère, alt. 650 m, 4.X.2016, *leg.* CH, herb. CH16100418 (BBF), Genbank PQ165467 (ITS), PP903911 (LSU).

Campan (65), vallon du Garet, alt. 1350 m, 8.X.2016, *leg.* GC, herb. GC16100816 (BBF), Genbank PQ165468 (ITS), PP903912 (LSU).

Habitat : pelouses maigres montagnardes.

Commentaire : voici une autre espèce longtemps restée cryptique dans le groupe de *D. phaeopodium* P.D. Orton, qui présente un pied remarquablement prumineux (*inde nomen*), elle n'est attestée en France que des Hautes-Pyrénées et du Puy-de-Dôme (ADAMČÍKOVÁ *et al.* 2025 : 102).

Dermoloma pseudojosserandii Corriol & Hanneire (Tricholomataceae)

Lau-Balagnas (65), Barderou, alt. 480 m, 5.X.2017, *leg.* CH, herb. CH17100504 (BBF, *holotypus*), Genbank PQ165400 (ITS), PP903930 (LSU), PP996245 (*TEFI*), PQ200891 (*RPBI*), PP996285 (*MCM7*).

Ossen (65), Pont des Moules, alt. 490 m, 23.IX.2017, *leg.* & *det.* GC, herb. GC17092306 (BBF), Genbank PQ165401 (ITS), PP903929 (LSU), PP996244 (*TEFI*), PQ200892 (*RPBI*), PP996157 (*RPB2*), PP996286 (*MCM7*).

Habitat : pelouse maigre pâturée collinéenne (Lau-Balagnas), forêt feuillue collinéenne de recolonisation sur sol basique (Ossen).

Commentaire : cette espèce est proche de *D. josserandii* Dennis & P.D. Orton, dont elle se différencie notamment

par des lames plus serrées et un pied ayant tendance à foncer vers la base. Elle n'est à ce jour répertoriée en France que de ces deux récoltes et ailleurs, uniquement en Allemagne (ADAMČÍKOVÁ *et al.* 2025 : 106).

Dermoloma vestigium Adamčík & Corriol (Tricholomataceae)

Bagnères-de-Bigorre (65), vallon du Cérétou, alt. 1110 m, 11.X.2014, *leg.* GC, herb. GC14101103 (BBF), Genbank PQ165436 (ITS), PP903933 (LSU).

Habitat : hêtraie calcicole collinéenne à *Buxus sempervirens* L.

Commentaire : cette espèce pourtant morphologiquement remarquable, est passée inaperçue avant la révision monographique entreprise par S. Adamčík (ADAMČÍKOVÁ *et al.* 2025). Avec sa stature grêle et ses lames décurrentes, elle fait penser à un *Hodophilus*. Ses spores amyloïdes la placent dans le sous-genre *Amylospora* du genre *Dermoloma*. Hormis cette unique récolte française, l'espèce est connue d'Allemagne, de Finlande et de Slovaquie (ADAMČÍKOVÁ *et al.* 2025 : 119)

Entoloma incognitum Reschke, Noordel., O.V. Morozova & Corriol (Entolomataceae)

Bagnères-de-Bigorre (65), vallon du Garet, alt. 1400 m, 18.IX.2013, *leg.* GC, herb. GC13091812 (BBF), Genbank OL338086.

Habitat : humus actif d'un bosquet de *Ilex aquifolium* L. à l'étage montagnard frais et humide.

Commentaire : petite espèce peu remarquable sur le terrain qui était passée inaperçue jusqu'à sa description récente (RESCHKE *et al.* 2022b). Nous avons antérieurement rattaché notre récolte avec réserves à *E. pygmaeopapillatum* Arnolds & Winterhoff (CORRIOL & HANNOIRE 2018 : 61).

Entoloma sericeoalpinum Vila, P.-A. Moreau, Corriol & Reschke (Entolomataceae)

Bagnères-de-Bigorre (65), Coume du Pic du Midi de Bigorre, alt. 2350 m, 16.VIII.2006, *leg.* GC & CH, herb. GC06081607 (BBF), Genbank JX454917.

Habitat : combe à neige alpine sur sol calcique, avec *Salix reticulata* L. et *Dryas octopetala* L.

Commentaire : suivant l'interprétation de VILA *et al.* (2013 : 24), nous avons antérieurement cité cette espèce sous le nom de *Entoloma atrosericeum* (Kühner) Noordel. (CORRIOL & HANNOIRE 2018 : 87). Les résultats de VILA *et al.* (2021 : 147) ont finalement montré qu'il s'agissait d'une espèce arctico-alpine inédite.

Entoloma simulans Reschke, Karich, Corriol, G.M. Jansen & Dima (Entolomataceae)

Gavarnie (65), station de ski des Espézières, alt. 1860 m, 10.IX.2003, *leg.* & *det.* GC, herb. GC03091006 (BBF, *holotypus*), Genbank ON006551.

Habitat : au sol, en pelouse calcicole humide, subalpine. Commentaire : il s'agit du *locus typicus* de cette espèce

dont on trouvera la description détaillée dans RESCHKE *et al.* (2022a).

Hymenoscyphus phalaridis Baral (Helotiaceae)

Mayrinhaç-Lentour (46), Réserve naturelle du Marais de Bonnefont, alt. 320 m, 12.XI.2014, *leg.* GC, herb. GC14111121 (BBF).

Habitat : sur tiges mortes de *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., dans une roselière hygrophile alcaline.

Commentaire : la récolte rapportée ici initialement citée dans un rapport d'étude avant qu'elle n'ait été formellement décrite (CORRIOL & HANNOIRE 2015 : 7), fait partie de celles étudiées pour la description de cette espèce, hormis une récolte suisse, toutes les autres étant d'origine allemande (BARAL 2019).

Leucoagaricus cyanescens Corriol & Chalange (Agaricaceae)

Arcizans-Avant (65), bord du Gave d'Azun, 6.X.2017, *leg.* & *det.* GC, herb. GC17100606 (BBF, *holotypus*), Genbank MN512338.

Habitat : dans l'humus actif d'une forêt feuillue mêlée riveraine.

Commentaire : il s'agit *locus typicus* de cette espèce dont on trouvera la description détaillée dans CORRIOL & CHALANGE (2020).

3. Taxons nouveaux pour la France

Agrocybe pusiola var. *cyanescens* (Contu) Corriol & Jargeat (Strophariaceae)

Argelès-sur-Mer (66), rive droite de la réserve naturelle du Mas Larrieu, 3.XI.2012, *leg.* & *det.* GC, herb. GC12110323 (BBF), Genbank ITS : PP758990 ; LSU : PP758990, *TEF* : PQ046879.

Habitat : dune littorale méditerranéenne fixée, plus ou moins rudéralisée, proche du front de mer.

Commentaire : ce taxon n'est actuellement connu que de Sardaigne et du littoral du Roussillon (CORRIOL & JARGEAT 2025).

Basidioidendron groningenae N. Schoutteten & Spirin (Exidiaceae)

Gerde (65), Castet, alt. 600 m, 9.XI.2012, 2.XII.2022, *leg.* GC, herb. GC12110915 (BBF), GC22120209 (BBF).

Habitat : sur bois pourri de feuillu, en forêt feuillue collinéenne pionnière en exposition fraîche, sur sol basique.

Commentaire : cette espèce récemment décrite à partir de récoltes de Belgique et des Pays-Bas (SPIRIN *et al.* 2021 : 1289), est remarquable par ses grandes spores épineuses.

Clavaria flavostellifera Olariaga, Salcedo, P.P.Daniëls & Kautman (Clavariaceae)

Le Fel (12), Réserve naturelle des Coteaux du Fel, rive du Portez, alt. 250 m, 17.XI.2015, *leg.* & *det.* CH, herb. CH15111708 (BBF)

Arcizans-Avant (65), bord du Gave d'Azun, 9.XI.2018, *leg.*

& det. GC, herb. GC18110904 (BBF).

Habitat : dans l'humus actif de forêts feuillues mêlées riveraines.

Commentaire : cette rare espèce a été récemment décrite de Biscaye, dans le nord de l'Espagne en chênaie verte sur sol calcaire, mais dont il existe des récoltes du sud de l'Espagne jusqu'en Slovaquie (OLARIAGA *et al.* 2015). Mentionnée pour la première fois en France par CORRIOL & JARGEAT (2019 : 233) des Hautes-Pyrénées, nous en rapportons ici une deuxième localité dans le département de l'Aveyron.

Cortinarius kristinae Brandrud (Cortinariaceae)

Saint-Lary-Soulan (65), vallée du Rioumajou à Frédancon, alt. 1480 m, 14.IX.2018, leg. & det. GC, herb. GC18091408 (BBF).

Habitat : sapinière-pineraie montagnarde basicline.

Commentaire : cette espèce décrite de Scandinavie (Suède et Norvège) voit son aire de répartition considérablement étendue vers le sud avec cette observation pyrénéenne ; ses auteurs la considéraient comme une rare espèce septentrionale inféodée à l'Épicéa (FRØSLEV *et al.* 2017) ; notre observation atteste son lien possible avec *Pinus sylvestris* L. ou plus probablement *Abies alba* Mill. Les auteurs de la description originale mentionnent l'existence de données moléculaires communiquées par A. Bidaud en provenance de la France, sans plus de précision. On trouve mention dans Taxref d'une donnée d'A. Bidaud en provenance du massif du Jura, datée du 25.IX.2018 qui pourrait correspondre³.

Cortinarius puellaris Brandrud, Bendiksen & Dima (Cortinariaceae)

Gerde (65), Castet, alt. 610 m, 17.XI.2023, leg. GC, herb. GC23111704 (GC), Genbank PV843245.

Habitat : hêtraie-chênaie-tillaie collinéenne sur sol riche en exposition fraîche.

Commentaire : appartenant à un groupe difficile de petits *Telamonia* roussâtres, cette espèce a été décrite de tillaies-corylaies calcicoles norvégiennes en 2015 (BRANDRUD *et al.* 2015), puis identifiée aux Pays-Bas (KUYPER *et al.* 2024). Ces auteurs le signalent également présent en France et en Grande-Bretagne (p. 481), mais sans fournir de données précises. Il se reconnaît en particulier à ses petites spores à fortes verrues.

Cortinarius rusticelloides Kokkonen (Cortinariaceae)

Le Pla (09), Mouillères du Pla, alt. 1514 m, 11.IX.2017, leg. GC, herb. GC17091106 (BBF), Genbank PV843192

Habitat : sous *Salix aurita* L. hygrophile, en bordure de tourbière acide à sphaignes, montagnarde, froide.

Commentaire : sur les conseils de A. Bidaud nous avons préalablement déterminé cette récolte d'habitats hinnuloïde, *Cortinarius lacustris* f. *alboannulatus* P. Moëgne-Loccoz & Reumaux, taxon apparemment plus planitiaire, thermophile (BIDAUD *et al.* 1997 : 39, BALLARÀ *et al.* 2007 : 60). Sa description de zone boréale finlandaise en saulaie

hygrophile, postérieure à notre récolte, établit une proximité génétique avec un groupe de *Telamonia* alpins incluant *C. comatus* J. Favre et *C. rusticellus* J. Favre (KOKKONEN 2020 : 94).

Cortinarius stjernegaardii Brandrud & Frøslev (Cortinariaceae)

Castillon (65), Artigau, alt. 400 m, 22.X.2020, leg. GC, det. A. Bidaud, herb. GC20102202.

Habitat : hêtraie-chênaie collinéenne, marnicole.

Commentaire : de description récente (FRØSLEV *et al.* 2017), cette espèce ne semble actuellement rapportée que de Norvège, Suède et Allemagne. Les auteurs précisent qu'il s'agit d'un taxon antérieurement connu par les auteurs scandinaves sous le nom erroné de *C. bulbocodius* (Chevassut & Rob. Henry) Reumaux & Bidaud, actuellement synonymisé à *C. aurilicis* Chevassut & Trescol, une espèce de répartition plus méridionale. Il n'est donc pas impossible que des récoltes non méditerranéennes antérieurement citées en France sous le nom de *C. bulbocodium* soient à rapporter à *C. stjernegaardii*.

Cortinarius uraceonemoralis Niskanen, Liimat., Dima, Kytöv., Bojantchev & H. Lindstr (Cortinariaceae)

Argelès-sur-mer (66), Forêt de la Massane, 680 m, 29.XI.2011, leg. & det. GC, herb. GC11112906 (BBF), Genbank PV843224

Habitat : sous *Cistus salviifolius* L. en clairière de chênaie verte acidophile supraméditerranéenne.

Commentaire : nous avons initialement identifié cette récolte à *C. contui* Rob. Henry & Contu. Une séquence ITS obtenue s'est montrée à 98,6 % identique avec le typus italien de *C. uraceonemoralis* (NR_131836), également récolté sous *Cistus* sp. et *Quercus ilex* L., et entre 98,4 et 98,8 % pour l'ensemble des séquences déposées par DIMA *et al.* (2014). Espèce plus ou moins thermophile mais largement répartie en Europe (et atteignant la Suède), apparemment associée aux *Fagaceae* plutôt qu'aux *Cistaceae* d'après les récoltes étudiées par DIMA *et al.* (2014).

Crepidotus malachioides Consiglio, Prydiuk & Setti. (Crepidotaceae)

Bonnemazon (65), Bosc, alt. 330 m, 27.VII.2025, leg. & det. GC, non conservé.

Saint-Pé-de-Bigorre (65), la Génie Braque, alt. 430 m, 14.IX.2003, leg. & det. GC, herb. GC03091402 (BBF).

Laslades (65), vallon de Goutillou, lac de l'Arrêt Darré, 29.IX.2015, leg. & det. GC, herb. GC15092907 (BBF).

Pinsac (46), ripisylve droite de la Dordogne à Blanzaguet, 23.X.2018, leg. & det. CH, herb. CH18102329 (BBF).

Saint-Mont (32), bras mort de l'Adour, alt. 99 m, 31.X.2018, leg. & det. CH, herb. CH18103102 (BBF).

Cauterets (65), Val de Gêret, alt. 1400 m, 17.X.2019, leg. & det. GC, non conservé.

Cieutat (65), 24.X.2020, Bois Devant, Lartoude, alt. 360 m, leg. & det. GC, herb. GC20102403 (BBF), Genbank PV843206.

³ <https://taxref.mnhn.fr/taxref-web/taxa/1043887/notes>

Benqué-Molère (65), hêtraie-chênaie submature de Haouet, alt. 450 m, 13.IX.2023, *leg. & det.* CH, herb. CH23091317 (BBF).

Moulédous (65), vieille hêtraie de Tuilerie, alt. 370 m, 19.IX.2024, *leg. & det.* CH, herb. CH24091914 (BBF).

Cazaubon (32), vieille forêt du Bois du Marais, alt. 150 m, 09.X.2024, *leg. & det.* CH, non conservé.

Habitat : sur bois mort de feuillu très décomposé, en situation confinée humide, aux étages collinéen et montagnard.

Commentaires : cette espèce décrite sur la base d'une récolte de Crimée (CONSIGLIO & SETTI 2008 : 303), est restée longtemps méconnue, probablement confondue avec d'autres espèces de *Crepidotus*, notamment *C. appalanatus* (pers.) P. Kumm. qui présente des spores et des cheilocystides comparables, bien que la taille des basidiomes (plus petits chez *C. malachioides*) et le revêtement piléique soient différents. Des récoltes d'Europe centrale ont été identifiées dès 2014 (JANČOVIČOVÁ *et al.* 2014). Nous-mêmes l'avons récolté en Roumanie en 2005 dans la réserve biologique intégrale de Domogled et même antérieurement, dès 2003 dans les Pyrénées. En France, il a par ailleurs au moins été signalé en Charentes (TANCHAUD 2024, observations non datées).

Cuphophyllus montevertae (Bañares & Arnolds) E. Larss. (Hygrophoraceae)

Arcizans-Avant (65), bord du Gave d'Azun, 6.X.2017, 11.XI.2019, 11.XI.2022, *leg. & det.* GC, herb. GC17100612 (BBF), GC19111104 (BBF), Genbank PV843228, GC22111102 (BBF), Genbank PV843237

Saint-Pé-de-Bigorre (65), la Génie Braque, alt. 430 m, 15.X.2006, *leg. & det.* GC, herb. GC06101509.

Habitat : forêts feuillues et buxaiques en ravins confinés sur sol riche en base.

Commentaires : cette espèce a probablement été confondue avec *C. berkeleyi* (P.D. Orton & Watling) Bon. Ses lames noirissantes et son chapeau brunissant sur exsiccata ainsi que sa stature plus grêle, sont des caractères diagnostics. Bien que non signalé dans la description originale, nous y ajoutons un épicutis en léger mais net ixocutis. Décrit des laurisylves macaronésiennes (BAÑARES & ARNOLDS 2020), il a été retrouvé en Estonie, Suède, Norvège et Grande-Bretagne, notamment en contexte de prairies anciennes (LARSSON & JORDAL 2023).

Entoloma erhardii Noordel., Dima, Svetash., Læssøe & Kehlet (Entolomataceae)

Arcizans-Avant (65), rive du Gave de d'Azun, 9.XI.2018, *leg.* GC, herb. GC18110907 (BBF), Genbank PV843197.

Habitat : dans l'humus actif d'une forêt feuillue mêlée riveraine.

Commentaire : le matériel original de cette espèce récemment décrite provient du Caucase en Russie et du Danemark (NOORDELOOS *et al.* 2019 : 415, NOORDELOOS *et al.* 2022 : 217) le signalent en outre de Norvège ; nous ajoutons donc la France à sa répartition connue. Elle ressemble beaucoup à *E. atrocoeruleum* duquel elle peut être difficile

à distinguer en particulier dans ses formes à arête hétérogène. NOORDELOOS *et al.* (2022 : 217) indiquent un chapeau à revêtement plus écailleux chez *E. atrocoeruleum*.

Entoloma graphitipes E. Ludw. (Entolomataceae)

Gaillagos (65), rive gauche du gave d'Azun en aval du Pont de Gaillagos, alt. 800 m, 12.IX.2013, *leg.* CH & GC, *det.* GC, herb. GC13091209 (BBF), Genbank PV843180

Habitat : sur débris ligneux de feuillu très décomposé sur sol à forte activité biologique, dans une forêt riveraine d'un ravin confiné.

Commentaire : à l'époque de notre récolte, cette espèce était fraîchement décrite d'Allemagne (LUDWIG 2007 : 290) et récemment observée en Catalogne espagnole (VILA & CABALLERO 2007 : 6, sous le nom de *E. flocculosum* (Bres.) Pacioni *et al.* 2014). Elle a été retrouvée ensuite en Scandinavie (WEHOLT *et al.* 2016). Bien que notre récolte ne nous ait pas montré de cystides évidentes, la séquence ITS qui lui est la plus proche est celle de l'holotype de la forme *cystidiatum* F. Caball., Vila & Català. Ce caractère est manifestement variable chez cette espèce.

Entoloma isborscanum O.V. Morozova, Noordel., Dima, G.M. Jansen & Reschke (Entolomataceae)

Arcizans-Avant (65), rive du Gave de d'Azun, 8.X.2020, *leg.* GC, herb. GC20100807 (BBF), Genbank PV843219.

Habitat : dans l'humus actif d'une forêt feuillue mêlée riveraine.

Commentaire : décrite sur la base de récoltes russes, danoises et hollandaises (MOROZOVA *et al.* 2021), cette espèce a en outre été rapportée d'Allemagne et d'Espagne (NOORDELOOS *et al.* 2022 : 141). Nous avons préalablement identifié notre récolte à *E. squamosipes* F. Caball. & Vila (CABALLERO & VILA 2013 : 82), espèce qui nous semblerait devoir être comparé à *E. isborscanum*. Notre récolte est compatible macroscopiquement et microscopiquement avec *E. squamosipes* ainsi qu'avec les formes à chapeau sombre de *E. isborscanum* telles qu'illustrées dans NOORDELOOS *et al.* (2022). Il n'existe pas de séquence disponible attribuée à *E. squamosipes*.

Entoloma lunare J.B. Jordal, Dima, G.M. Jansen & Noordel. (Entolomataceae)

Arcizans-Avant (65), bord du Gave d'Azun, 9.XI.2018, *leg. & det.* GC, herb. GC18110910.

Habitat : dans l'humus actif d'une forêt feuillue mêlée riveraine.

Commentaire : cette espèce récemment décrite n'était à ce jour connue que de deux récoltes norvégiennes (NOORDELOOS *et al.* 2022). Dans le groupe d'entolomes à spores rhomboïdales, elle se distingue par son absence de boucles, ses spores relativement grandes et à tendance pentagonales, l'abondance de ses caulocystides et son chapeau de couleur pâle.

Entoloma minutigranulosum O.V. Morozova, Noordel., Brandrud & Dima (Entolomataceae)

Gavarnie (65), station de ski des Espézières, alt. 1860 m, 10.IX.2003, *leg.* GC, herb. GC03091005 (BBF), Genbank PV843216.

Gavarnie (65), les Gabiétous, alt. 2300 m, 10.IX.2003, 16.VIII.2014, *leg.* GC., herb. GC03091002, GC14081602 (BBF).

Campan (65), rive droite du vallon du Garet, 8.X.2016, 28.IX.2021, *leg. & det.* GC, herb. GC16100810, GC21092806 (BBF), Genbank PV843209.

Habitat : pelouses maigres basophiles, psychrophiles, montagnardes à alpines.

Commentaire : nous avons préalablement identifié les récoltes de Gavarnie fortement envahies de bleu à *E. broesarpensis* E. Ludw. & Noordel., actuellement synonymisé à *E. porphyrogriseum* Noordel. Quant aux récoltes campanoises, elles nous faisaient penser à *Entoloma exile* (Fr.) Hesler, déviant macroscopiquement par un chapeau à revêtement entièrement granuleux, sans calotte délimitée, et microscopiquement par une arête des lames du type carneogriseum (voir NOORDELOOS *et al.* 2022 : 27). Les résultats moléculaires de toutes ces récoltes nous ont orientés vers cette espèce récemment décrite sur la base de récoltes de Russie, Allemagne, Suède et Pays-Bas (DIMA *et al.* 2021 : 297). Inédite en France, probablement confondue avec d'autres espèces d'*Entoloma* du sous-genre *Cyanula* (Romagn.) Noordel., elle est parfaitement conforme à nos récoltes.

Entoloma pallidostriatum Noordel. (Entolomataceae)

Ossen (65), Pont des Moules, alt. 490 m, 22.IX.2018, *leg. & det.* GC, herb. GC18092201 (BBF), Genbank PV843196.

Habitat : forêt feuillue collinéenne hygrosclaphile sur sol riche dans un ravin d'un site ardoisier.

Commentaire : la seule autre récolte connue de cette espèce est celle princeps, également pyrénéenne, dans le Val d'Aran (NOORDELOOS *et al.* 2022 : 157), antérieurement rapportée par erreur sous le nom de *E. mutabilipes* Noordel. & Liiv (VILA & CABALLERO 2009 : 32), d'un environnement similaire à la nôtre.

Entoloma pratulense Noordel. (Entolomataceae)

Bagnères-de-Bigorre (65), la Mongie, sources de l'Adour, alt. 1850 m, 2.X.2021, 29.IX.2023, *leg. & det.* GC, herb. GC21100208, GC23092901 (BBF).

Habitat : pelouse basophile subalpine.

Commentaire : cette espèce orophile et boréale, n'est rapportée que de Norvège, Suède, Russie et Canada (NOORDELOOS *et al.* 2022 : 48).

Entoloma rhombisporoides Noordel., O.V. Morozova & Dima (Entolomataceae)

Ancizan (65), vallon de la Prade, alt. 1190 m, 22.IX.2021, *leg. & det.* GC, herb. GC21092204 (BBF), Genbank PV843208.

Habitat : pelouse maigre ancienne pâturée, acidocline, montagnarde.

Commentaire : dans le groupe complexe d'*Entoloma rhombisporum*, récemment démantelé par NOORDELOOS *et al.* (2022), cette espèce se distingue par un pied poli avec présence de caulocystides localisées à l'apex. Elle est rapportée à ce jour d'Estonie, Norvège, Allemagne, Russie et Pays-Bas.

Entoloma rivipollense Vila (Entolomataceae)

Guchen (65), rive droite du Lavedan en amont du pont Ribes, alt. 990 m, 5.X.2015, *leg. & det.* GC, herb. GC15100507 (BBF), Genbank PV843218.

Labassère (65), La Gaillette, Tucou de Lazat, alt. 700 m, 16.X.2022, *leg.* M. Péliissier & GC, herb. GC22101607 (BBF), Genbank PV843235

Habitat : au sol en jeune forêt feuillue sur sol frais et riche, à l'étage collinéen confiné et à l'étage montagnard.

Commentaire : outre la récolte princeps en Catalogne espagnole à l'étage montagnard (VILA *et al.* 2021 : 138), cette espèce fait l'objet d'une mention par NOORDELOOS *et al.* (2022 : 201) du centre/sud de la France, sans plus de précision. La récolte de Guchen avait été citée préalablement sous le nom de *Entoloma cruentatum* (Qué.) Noordel. (CORRIOL & HANNOIRE 2018 : 89), nom aujourd'hui considéré comme difficilement interprétable (NOORDELOOS *et al.* 2022 : 2016). Il faut toutefois signaler que *E. pseudocruentatum* Noordel., Brandrud, G.M. Jansen, Dima & Læssøe = *E. cruentatum sensu* NOORDELOOS (1987, 1992, 2004), références sur lesquelles nous avons basé notre identification, est anatomiquement très proche de *E. rivipollense*, ne s'en distinguant guère que par un pied plus lisse, poli.

Entoloma tortiliforme F. Hampe, Kleine & Wölfel, (Entolomataceae)

Cuguron (31), Lilaou, alt. 500 m, 15.IX.2003, *leg.* GC & Jean-Michel Parde, herb. GC03091508, Genbank OL338075.

Habitat : à même l'humus très organique, parmi les souches de *Molinia caerulea* (L.) Moench et *Juncus acutiflorus* Ehrh. ex Hoffm., en pré paratourbeux atlantique, sur sol acide.

Commentaire : récolte signalée antérieurement avec réserves sous le nom de *E. pygmaeopapillatum* (CORRIOL & HANNOIRE 2018 : 61), cette récolte doit en réalité être attribuée à une espèce décrite d'Allemagne par WÖLFEL *et al.* en 2012, d'une récolte sur sol sableux inondable en saulaie-peupleraie. Notre récolte est la deuxième connue à ce jour (RESCHKE *et al.* 2022, NOORDELOOS *et al.* 2022 : 378).

Geoglossum uliginosum Hakelier (Geoglossaceae)

Le Pla (09), Mouillères du Pla, alt. 1514 m, 11.IX.2017, *leg.* GC, *det.* CH, herb. GC17091109 (BBF), 20.IX.2021, 21.IX.2021, *leg. & det.* CH, herb. CH21092024 (BBF), Genbank PV843177

Mijanès (09), Riou Pla, alt. 1465 m, 2.X.2018, *leg. & det.* CH, herb. CH18100221 (BBF).

Habitat : parmi les sphaignes, sur les parties nécrosées des sphaignes, en tourbière basse acide.

Commentaire : initialement décrite de près marécageux en Suède par HAKELIER (1967), cette espèce est largement citée par la suite en Scandinavie ; en Europe moyenne, nos récoltes françaises font suite à sa découverte en Autriche (PALMER 1997), République Tchèque (KUČERA & GAISLER 2012) et Slovaquie (KUČERA *et al.* 2013). Elle pourrait être confondue sur le terrain avec *G. glabrum* Pers., autre *Geoglossum* hygrophile, mais, comme le fait déjà remarquer son auteur, *G. uliginosum*, s'il vient dans les sphaignes et autres mousses hygrophiles est probablement plus hygrophile et minérotrophile que *G. glabrum*, cette dernière plus strictement sphagno-turficole ombrophile. Par le caractère viscidule de ses ascomés, elle peut aussi être recherchée par erreur dans le genre *Glutinoglossum* Hustad, A.N. Mill., Dentinger & P.F. Cannon. En suivant FEDOSOVA *et al.* (2018), on peut alors aboutir à l'identifier erronément à *G. heptaseptatum* Hustad, A.N. Mill., Dentinger & P.F. Cannon.

Gymnopilus maritimus Contu, Guzm.-Dáv., A. Ortega & Vizzini (Cortinariaceae)

Argelès-sur-Mer (66), rive droite de la réserve naturelle du Mas Larrieu, 3.XI.2012, *leg.* Laurence Corriol, *det.* GC, herb. GC12110305 (BBF), Genbank OP592270.

Habitat : sur gaine morte, calcinée ou non, de *Juncus acutus* L., en bordure d'une roselière à *Arundo donax* L. en arrière-dune littorale.

Commentaire : hormis cette récolte française récemment publiée (CORRIOL & JARGEAT 2024), cette espèce n'est connue que des îles méditerranéennes de Sardaigne et de Sicile (GUZMÁN-DÁVALOS *et al.* 2009, SAIITTA 2018).

Hebeloma plesiocistum Beker, U.Eberh. & Vila (Hymenogastraceae)

Argelès-sur-mer (66), Forêt de la Massane, 680 m, 29.XI.2011, *leg. & det.* GC, herb. GC11112910 (BBF).

Habitat : sous *Cistus salviifolius* L. en clairière de chênaie verte acidophile supraméditerranéenne.

Commentaire : cet hébélome spécifique des cistes a été décrit récemment (EBERHARDT *et al.* 2009). Bien caractérisé, notamment par ses spores presque lisses et extrêmement dextrinoïdes (réaction brun-rouge foncé à l'iode), et son chapeau brun-rougeâtre et pruineux, il n'est connu à ce jour par ailleurs que de Catalogne espagnole de l'autre côté des Pyrénées, et en Italie (Sardaigne et Latium) (BEKER *et al.* 2016 : 494, GRILLI *et al.* 2020 : 219).

Hodophilus cambriensis Adamčík & Harries (Clavariaceae)

Bagnères-de-Bigorre (65), vallon du Garet, alt. 1400 m, 18.IX.2013, 15.VIII.2014, *leg.* GC, herb. GC13091811, Genbank PV959561, GC14081501 (BBF), Genbank PV959558.

Habitat : humus actif d'un bosquet de *Ilex aquifolium* L. à l'étage montagnard frais et humide.

Commentaire : cette espèce nouvellement publiée en 2018

fait suite au démantèlement du genre *Hodophilus*. Elle n'était alors connue que de deux récoltes du sud-ouest de l'Angleterre (ADAMČÍK *et al.* 2018). Elle fait partie du complexe de *H. micaceus/phaeoxanthus* caractérisé par un pied jaune. Notre récolte de 2013 avait été antérieurement publiée sous le nom de *Camarophyllopsis phaeoxanthus* (Romagn.) Arnolds (CORRIOL & HANNOIRE 2018 : 74), identification corrigée ici sur la base de données moléculaires inédites.

Hodophilus subfoetens Adamčík, Jančovičová & Looney (Clavariaceae)

Mayrinac-Lentour (46), Réserve naturelle de Bonnefont, alt. 330 m, 02.XII.2014, *leg.* GC, herb. GC14120204 (BBF), même localité, 15.XI.2023, *leg. & det.* CH, herb. CH23111533 (BBF), Genbank PV959557.

Habitat : pelouse marnicole, thermo-atlantique.

Commentaire : cette espèce nouvellement publiée en 2017 fait suite au démantèlement du genre *Hodophilus*. Elle fait partie du complexe de *Camarophyllopsis (Hodophilus) foetens*, nom sous lequel nous l'avons rapportée dans une étude précédente (CORRIOL & HANNOIRE 2015 : 23). La publication originale de *H. subfoetens* ne fait mention de récoltes qu'en Slovaquie et au Royaume-Uni (ADAMČÍK *et al.* 2017).

Hydnum slovenicum Liimat. & Niskanen (Hydnaceae)

Cieutat (65), Bois Devant, alt. env. 400 m, 16.IX.2019, *leg.* M. Pelissier & GC, herb. GC19091601 (BBF), Genbank OP592269.

Habitat : hêtraie-chênaie collinéenne marnicole.

Commentaire : cette espèce est surprenante, évoquant un *Hydnum rufescens* Pers. à basidiomes très robustes ; c'est la séquence ITS obtenue qui nous a conduit au rapprochement avec l'espèce décrite de Slovénie l'année précédant notre récolte (NISKANEN *et al.* 2018 : 903).

Inocybe hamadryadis Rodr.-Campo, Bandini & Olariaga (Inocybaceae)

Bagnères-de-Bigorre (65), Vallon de Salut, alt. 590 m, 14.XI.2023, *leg.* C. Mendoza & GC, *det.* GC, herb. GC23111415 (BBF), Genbank PV843244

Habitat : sous *Fagus sylvatica* L., en hêtraie-tillaie collinéenne calcicole, confinée.

Commentaire : nous avions préalablement identifié cette récolte à *I. phaeodisca* f. *mesospora* E. Ferrari (FERRARI 2006 : 107), à cause de ses petites spores et sa ressemblance à *I. phaeodisca* Kühner. RODRÍGUEZ-CAMPO *et al.* (2023) ne le comparent pas à leur nouvelle espèce. Francisco José Rodríguez Campo (comm. pers.), nous a indiqué comme différences, une stature plus robuste chez *I. hamadryadis*, des cystides à apex plus large et la présence de caulocystides métuloïdes. Ces dernières toutefois, ne sont localisées qu'à l'extrême apex du pied (RODRÍGUEZ-CAMPO *et al.* 2023 : 198).

Mythicomycetes corneipes (Fr.) Redhead & A.H. Sm. (Mythicomycetaceae)

Altier (48), bois du Cougnet, alt. 1150 m, 31.VIII.2009, *leg. & det.* GC, herb. GC09083101.

Habitat : sur gros tronc d'*Abies alba* Mill. au sol en situation confinée et humide, en stade avancé de décomposition en vieille sapinière-hêtraie montagnarde.

Commentaire : cette espèce remarquable par ses caractères anatomiques et son isolement phylogénétique (genre monospécifique dans une famille bigénérique, avec *Stagnicola perplexa*) (VIZZINI *et al.* 2019) est très rare et l'on n'en trouve aucune mention publiée pour la France, ni dans les bases de données en ligne. En Europe, elle semble mieux distribuée en zone boréale en Scandinavie tout en y restant rare (HUHTINEN & VAURAS 1992). On trouvera une photographie *ex situ* de la récolte ici citée dans CORRIOL (2022 : 13).

Pholiotina pseudoampullaceocystis Karish (Bolbitiaceae)
Mayrinha-Lentour (46), Marais de Bonnefont, alt. 320 m, 2.XII.2014, *leg. & det.* GC, herb. GC14120207 (BBF), Genbank PV843187.

Habitat : prairie mésophile, mésotrophe sur marnes.

Commentaire : à l'occasion d'un travail d'inventaire réalisé pour la Réserve naturelle régionale du marais de Bonnefont dans le Lot, nous rapportons une espèce inédite du genre *Pholiotina* (CORRIOL & HANNOIRE 2015 : 27). Son voile appendiculé à la marge du chapeau, ses basides bisporiques et ses cheilocystides lécithiformes, nous avait conduit à la rechercher sans succès dans la section *Intermediae* (Watling) Singer telle que circonscrite par HAUSKNECHT (2009). Cette espèce a finalement été décrite quelques années plus tard, à partir de récoltes allemandes (KARICH 2020).

Pluteus assimilatus E.F. Malysheva, L.B. Kalinina & I. Saar (Pluteaceae)

Bagnères-de-Bigorre (65), route forestière d'Esquiou à Pène Blanche, alt. 940 m, 21.X.2016, *leg. & det.* GC, herb. GC16102101 (BBF), Genbank PV843236.

Habitat : au sol dans une ancienne carrière d'extraction de pierre calcaire servant de place de retournement et de dépôt de bois.

Commentaire : nous projetions de décrire cette espèce comme nouvelle lorsque son séquençage nous a permis de l'identifier à ce taxon tout fraîchement décrit à partir des récoltes d'Estonie et de Russie (ŠEVČIKOVÁ *et al.* 2022). Bien que la micro-anatomie de notre récolte ne soit pas entièrement conforme à sa description princeps, la séquence ITS obtenue est 100% identique à la séquence du type LE_313452 (Genbank NR_184975).

Pluteus multiformis Justo, A. Caball. & G. Muñoz (Pluteaceae)

Gerde (65), Castet, alt. 630 m, 11.VI.2022, *leg.* GC, herb. GC22061102 (BBF), Genbank PV843215.

Habitat : au sol parmi les débris ligneux de feuillu sur sol riche.

Commentaire : nous avons proposé une clé de détermination des *Pluteus* à lames bordées de brun dont fait partie *P. multiformis* (CORRIOL & CHADULI 2020). Si notre clé permet d'arriver à *P. multiformis*, il faut toutefois nuancer quelques caractères sur la base de notre récolte pour laquelle on pourrait hésiter avec *P. tenebromarginatus* Corriol. En effet, contrairement aux observations de JUSTO *et al.* (2011 : 647), nous avons observé d'assez nombreuses pleurocystides à proximité de l'arête des lames, celles-ci hyalines ou plus ou moins pigmentées d'un pigment brun intracellulaire. La différence avec *P. tenebromarginatus* se ferait alors sur la base de l'anatomie de l'épicutis, avec une proportion de cellules différenciées (mamelonnées, appendiculées, rostrées, comprimées) plus importantes chez *P. tenebromarginatus* en plus de la plus grande abondance des pleurocystides chez cette espèce. Le pied semble plus gris et plus opaque chez *P. multiformis*. *P. multiformis* ne semble actuellement connu que de sa localité type en Espagne en plus de notre récolte.

Pluteus rugosidiscus Murril (Pluteaceae)

Beaudéan (65), vallée de Lesponne, Trémésauet, 1.IX.2003, *leg.* GC, herb. GC03090106 (BBF), Genbank PV843226.

Bagnères-de-Bigorre (65), ravin de la Tapère, alt. 700 m, 26.IX.2003, *leg. & det.* GC, herb. GC03092608 (BBF).

Gerde (65), Castet, alt. 600 m, 17.IX.2011, *leg. & det.* GC, herb. GC11091701 (BBF).

Habitat : sur bois mort de feuillu, dans des forêts fraîches, collinéennes et montagnardes du piémont nord pyrénéen.

Commentaire : depuis notre première récolte en 2003, nous avons dans nos notes cette espèce sous le nom de *Pluteus luteobasis* sp. nov. prov. ; c'est avec la première mention européenne de *P. rugosidiscus* publiée par ŠEVČIKOVÁ & BOROVIČKA (2019), espèce initialement décrite d'Amérique du nord, et le séquençage de notre récolte de Beaudéan, que nous avons pu faire le rapprochement. Anatomiquement, les clés européennes conduisent à *P. romellii* (Britzelm.) Lapl. à cause du revêtement hyménodermique, de la présence de jaune sur le pied. Contrairement à ŠEVČIKOVÁ & BOROVIČKA (2019 : 238), nous avons observé la présence de cystides hyméniales largement utriformes semblables à celles de *P. romellii*, ce qui nous a longtemps fait hésiter à publier ce taxon comme nouveau. En revanche, ici le jaune est localisé à la base du pied seulement, et la couleur du chapeau, d'un olivâtre terne, ne correspond pas au brun chaud de *P. romellii*. Outre l'holotype nord-américain, et la récolte de Slovaquie de ŠEVČIKOVÁ & BOROVIČKA (2019), l'espèce est signalée de Russie centrale par MALYSHEVA *et al.* (2016), ce qui suggère une distribution holarctique.

Psathyrella effibulata Örstadius & E. Ludw. (Psathyrellaceae)

Bagnères-de-Bigorre (65), cabanes de l'Haya, alt. 1260 m, 15.IX.2013, *leg. & det.* GC, herb. GC13091506 (BBF), Genbank PV843220.

Habitat : au sol dans une prairie grasse piétinée et fertilisée

par un pâturage bovin assez intense, à l'étage montagnard, sous climat atlantique.

Commentaire : cette petite psathyrelle inédite en France est connue de Suède et d'Allemagne (ÖRSTADIUS & LUDWIG 1997, LUDWIG 2007 : 697) et plus récemment, d'Espagne (MUÑOS & CABALLERO 2013 : 30). Elle est caractérisée microscopiquement par l'absence de pleurocystides, des spores brun foncé, pourvues d'un net pore germinatif et n'atteignant pas 11 µm et ses hyphes dépourvues de boucles. Elle peut être confondue avec *P. citerinii* Eyssart. également citée dans cet article.

Psathyrella ephemera A.H. Sm. (Psathyrellaceae)

Castillon-de-Saint-Martory (31), mare de Pipes, alt. 370 m, 21.X.2020, *leg. & det.* CH, herb. CH20102105 (BBF).

Gazax-et-Baccarisse (32), lac de Saint-Laurent, alt. 185 m, 13.X.2016, *leg. & det.* GC, herb. GC16101301 (GC), Genbank PV843227

Miélan (32), lac de Miélan, alt. 185 m, 10.IX.2015, *leg.* M. Infante & GC, *det.* GC, herb. GC15091004 (BBF).

Habitat : rives exondées de plans d'eau en climat thermo-atlantique, dans les dépôts de vase sur sol limoneux et fragments de bois pourris et imbibés, parmi les bryophytes pionnières, sous *Salicaceae*.

Commentaire : l'indigénat de cette espèce décrite en Amérique du nord (SMITH 1972 : 358) et récemment repérée en Belgique ainsi qu'en Charente-Maritime (DESCHUYTENEER *et al.* 2020) pose question étant donné sa poussée systématique sur des rives exondées de retenues collinaires où les plantes exogènes naturalisées abondent. Les récoltes gersoises ici présentées en constituent chronologiquement les premières observations sur le continent européen. Elle est remarquable par son anneau ascendant souvent bien formé.

Psathyrella ovispora D. Deschuyteneer, Heykoop & G. Moreno (Psathyrellaceae)

Argelès-sur-mer (66), Réserve naturelle du Mas Larrieu, 20.X.2010, *leg. & det.* GC, herb. GC10102001 (BBF), Genbank PV843178.

Habitat : dune fixée eutrophe méditerranéenne à *Bassia prostrata* (L.) Beck.

Commentaire : nous avons préalablement identifié cette espèce *P. panaeoloides* (Maire) Arnolds (CORRIOL & HANNOIRE 2012 : 50), en raison de ses pleurocystides utriformes, ses cheilocystides abondantes et ses spores porées à contour à tendance triangulaire vu de face. Cette espèce a finalement été décrite comme nouvelle en 2019, phylogénétiquement proche de *P. panaeoloides*, mais sans que les auteurs ne comparent leurs anatomies respectives (DESCHUYTENEER *et al.* 2019). Les spores de *P. ovispora* s'avèrent être plus grandes que celles indiquées pour *P. panaeoloides* dans la littérature (KITS VAN WAVEREN 1985 : 213, BREITENBACH & KRÄNZLIN 1995 : 276, ARNOLDS 2003 : 51). En dehors de notre récolte en contexte littoral méditerranéen, les récoltes actuellement connues pour *P.*

ovispora proviennent toutes de Madrid et il est possible qu'il s'agisse d'un taxon strictement méditerranéen.

Resupinatus vetlinianus (Domański) M.M. Moser (Pleurotaceae)

Mauressac (31), Coustalac, alt. 210 m, 19.XI.2024, *leg.* Anne Paris & GC, *det.* GC, herb. GC24111907 (BBF), Genbank PV843249.

Habitat : sur tronc décomposé de feuillu (*Acer* ? *Populus* ?), en chênaie-charmaie mésophile, basophile, thermo-atlantique.

Commentaire : décrite d'une hêtraie subnaturelle des carpates polonaises en 1964 (DOMAŃSKI 1964), cette déroutante espèce de *Resupinatus* avec des basidiomes atteignant 14 cm de diamètre, semble être passée inaperçue ensuite pendant une cinquantaine d'années ; PETERSEN *et al.* (2015 : 1049, 1051) citent une nouvelle récolte polonaise en 2014, et des récoltes russes en 2008, 2012 et 2013. Dans leur monographie européenne, le seul matériel étudié par CONSIGLIO & SETTI (2018 : 379) est le matériel original polonais.

Rhodocybe asanii Sesli & Vizzini (Entolomataceae)

Bagnères-de-Bigorre (65), Vallon de Salut, alt. 590 m, 14.XI.2023, *leg.* C. Mendoza & GC, herb. GC23111402 (GC), Genbank PV843243.

Habitat : dans la litière d'un sapin planté sur sol riche en bases à humus actif à l'étage collinéen, confiné.

Commentaire : nous avons préalablement identifié cette récolte à *R. gemina* var. *subvermicularis* (Maire) Quadr. & Lunghini, un taxon décrit d'Afrique du nord (MAIRE, 1926 : 298). La séquence ITS obtenue de notre récolte montre 99,69 % d'identité avec celle du type de *R. asanii*. Il est toutefois gênant que SESLI & VIZZINI (2017) n'aient pas cherché à comparer leurs deux espèces nouvellement décrites de Turquie, du groupe de *Rhodocybe gemina*, aux taxons décrits par Maire du sud de la Méditerranée sous les noms de var. *vermicularis* et var. *mauretanicus*. Il n'est en effet pas exclu que *R. asanii* Sesli & Vizzini ou *R. asyae* Sesli & Vizzini soient des synonymes de ces taxons, en particulier la var. *subvermicularis* dont l'odeur n'est pas farineuse. Les caractères morphologiques indiqués par ces auteurs pour séparer ces espèces s'avèrent par ailleurs peu fiables : notre récolte présente des basidiomes de couleur prononcée, à tendance clitocyboïde, à lames légèrement décourbées, critère donné comme caractéristique de *R. asyae* (voir également les récoltes rapportées de Grande-Bretagne par APLIN *et al.* 2022).

Sarcodon quercinofibulatus Pérez-De-Greg., Macau & J. Carbó (Bankeraceae)

Cieutat (65), Bois Devant, alt. approx. 450 m, 8.X.2021, *leg.* M. Péliissier & GC, *det.* GC, herb. GC21100801 (BBF).

Habitat : au sol, en chênaie-hêtraie marnicole ancienne.

Commentaire : récemment décrite du versant espagnol des Pyrénées catalanes (PÉREZ-DE-GREGORIO *et al.* 2011), il semble que cette espèce remarquable au microscope par

ses hyphes bouclées, soit longtemps passée inaperçue. Elle a également été trouvée à plusieurs reprises en Dordogne (G. Eyssartier, comm. pers.).

Xylaria ellisii J.B. Tanney, Seifert & Y.M. Ju (Xylariaceae)
Cieutat (65), Bois Devant, alt. env. 400 m, 9.XI.2019, *leg.* Laurence Corriol, *det.* J. Fournier, herb. GC19110903 (BBF).

Habitat : sur branche morte de *Fagus sylvatica* L. au sol, en hêtraie-chênaie collinéenne marnicole.

Commentaire : nous avons préalablement identifié cette espèce à *X. corniformis* (Fr.) Fr. avec lequel *X. ellisii* a probablement été confondu par le passé. Jusqu'à sa redescription récente au rang spécifique (IBRAHIM *et al.* 2020), *Xylaria ellisii* était d'ailleurs connu sous le nom de *X. corniformis* var. *obovata* M.C. Cooke & J.B. Ellis (photos de l'isotype in JU *et al.* 2009 : fig. 10-13. D'après LÆSSØE (1987) repris par IBRAHIM *et al.* (2020), la plupart des données de *X. corniformis* du domaine tempéré de l'hémisphère nord appartiennent probablement à ce taxon. *X. corniformis sensu stricto* pourrait être une rare espèce uniquement connue de récoltes suédoises et polonaises, différenciée par un stroma plus grêle et à apex stérile atténué en corne (*inde nomen*) (voir photo du syntype in LÆSSØE 1987 : fig. 5-6 et in JU *et al.* 2009 : fig. 14-17). La question pourrait se poser de la donnée mentionnée par BEL (1893 : 21) sous le nom de *X. corniformis*, qui serait alors la plus ancienne pour la région et peut-être également pour la France. Nous disposons par ailleurs de deux autres récoltes françaises attribuables à *X. ellisii* : une de Lorraine de 1997 (forêt de Parroy, herb. GC97101105) et une des Pyrénées-Atlantiques de 2005 (Candau d'Escurès, herb. GC05092119 in BBF).

4. Taxons nouveaux pour l'Occitanie

Arrhenia glauca (Batsch) Bon & Courtec. (Hygrophoraceae)

Bruniquel (82), rive gauche du ruisseau de la Vaysse, alt. 140 m, 26.X.2021, *leg.* CH, herb. CH21102622 (BBF), Genbank PV959551.

Habitat : prairie humide à Succise, greffée sur feuille morte de *Juncus sp.*

Commentaires : sur le terrain, l'habitat hygrophile sur Jonc nous a d'abord orienté vers *A. juncorum* P.-A. Moreau & Corriol, issue du complexe d'*Arrhenia acerosa*. Cependant cette dernière est astipitée, contrairement à notre récolte, et la séquence ITS obtenue est à 99,7 % identique à celle de l'épitype (MT967319) et à 100 % avec plusieurs récoltes publiées sous ce nom par VOITK *et al.* (2020). Cette espèce ancienne, décrite en 1786 d'Europe centrale par Batsch sous *Agaricus glaucus*, est nouvelle pour l'Occitanie. Elle est largement répartie en France mais y semble rare, avec 5 mentions seulement dont deux sont antérieures à 1900.

Bonomyces arnoldii (Boud.) P.-A., Vizzini & P. Alvarado (Pseudoclitocybaceae ?)

Gerde (65), Castet, alt. 620 m, 24.III.2020, 26.IV.2020, *leg.* & *det.* GC, herb. GC20032401 (BBF), GC20042602 (BBF), Genbank PV843204.

Saint-Lary-Soulan (65), Rioumajou, alt. 1100 m, 1.IX.2022, *leg.* M. Péliissier & GC, *det.* GC, herb. GC22090101 (BBF), Genbank PV843231.

Habitats : bord de route en sapinière calcicline montagnarde (Rioumajou), fougère basophile, rudérale récemment écobuée (Castet).

Commentaires : cette espèce de description ancienne (BOUDIER, 1894), est longtemps tombée dans les oubliettes, probablement confondue avec le bien connu *Clitocybe sinopica* (Fr.) P. Kumm, avant que ALVARADO *et al.* (2018) ne la réhabilitent dans un genre nouveau regroupant les clitocybes à carpophores roussâtres, odeur farineuse, pied dur, filamenteux, constitué d'hyphes étroites et serrées, trame des lames légèrement divergente et spores $> 6,5 \times 4 \mu\text{m}$. La distinction entre *Bonomyces arnoldii* et *Bonomyces sinopicus* (Fr.) Vizzini n'est pas aisée. La couleur des lames, blanc pur chez le premier et jaunâtre chez le second, indiquée par ALVARADO *et al.* (2018 : 163) pourrait être un caractère intéressant. Le revêtement piléique, indiqué plus squamuleux chez *B. arnoldii* par ces auteurs, nous semble un caractère plus difficile à manier en fonction du stade de développement et de l'état des carpophores. Comme le montrent nos récoltes, *B. arnoldii* peut être printanier ou automnal alors que *B. sinopicus* semble plus strictement printanier. Nos abondantes récoltes gerdoises présentent une écologie singulière, sur le sol récemment brûlé par écobuage dans des formations à *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. (fougère aigle), sur sol riche en bases en contexte rudéral.

Ceriporia pierii B. Rivoire, Miettinen & Spirin (Irpiciaceae)

Gerde (65), Castet, 20.XI.2011, alt. 600 m, 4.IV.2020, *leg.* & *det.* GC, herb. GC11112003, GC20040401 (BBF).

Guchan (65), rive droite de la Neste à la Nourde, alt. 765 m, 15.XI.2022, *leg.* & *det.* GC, herb. GC22111518 (BBF).

Habitat : sur bois pourri de feuillu dans une forêt riveraine à l'étage collinéen.

Commentaire : la première récolte pour la région, du 20.XI.2011 avait été rapportée et illustrée dans notre précédente contribution (CORRIOL & HANNOIRE 2018 : 75), sous le nom de *C. davidii* (D.A.Reid) Pieri & Rivoire, suivant en cela l'interprétation de l'école française pour ce taxon. Entre-temps, MIETTINEN *et al.* (2016 : 27) ont remis en cause cette interprétation et proposé un nouveau nom pour cette espèce.

Clavaria greletii Boud. (Clavariaceae)

Roquefeuil (11), tourbière du Pinet, 875 m, 14.X.2008, *leg.* & *det.* GC, herb. GC08101403, Genbank GU299502.

Habitat : dans les tapis denses de *Sphagnum cf. medium* Limpr. en tourbière haute active.

Commentaire : espèce apparemment rare partout étant

donnée le faible nombre de mentions disponibles dans la bibliographie, a été initialement décrite de pelouses sablonneuses de la Vienne en France (KAUTMANOVÁ *et al.* 2012). En France, plus proche de la station princeps, elle a été récemment observée sur pelouse sableuse dans l'orléanais (comm. pers. Florient Desmoulin 21/11/2023).

Clitopilus nevillei P. Roux, P.-A. Moreau, Charret & Contu (Entolomataceae)

Argelès-sur-mer (66), Forêt de la Massane, 680 m, 29.XI.2011, *leg.* J. Garrigue, *det.* GC, herb. GC11112932 (BBF)

Habitat : sur écorce de *Quercus ilex* L. en chênaie verte supraméditerranéenne.

Commentaire : il s'agit de la première récolte en France continentale de cette espèce décrite à partir de récoltes effectuées sur les îles méditerranéennes de Corse et de Porquerolles (Roux *et al.* 2010).

Coprinellus subpurpureus (A.H. Sm.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo (Psathyrellaceae)

Argelès-sur-mer (66), Forêt de la Massane, 700 m, 01.XII.2011, *leg.* & *det.* CH, conf. GC, herb. CH11120105 (BBF).

Habitat : sur sol sableux d'un chemin en hêtraie-chênaie supraméditerranéenne.

Commentaire : il s'agit de la première récolte pour la région Occitanie de ce *Setulosi* J. Lange (= *Tulosesus subpurpureus* (A.H.Sm.) D. Wächt. & A. Melzer), bien caractérisé macroscopiquement par les tonalités pourpres de son chapeau, et microscopiquement par ses piléocystides subcylindriques et spores lisses ellipsoïdes. Bien que largement répartie en Europe, l'espèce y semble rare. La France métropolitaine ne fait pas exception puisqu'à notre connaissance, elle y a été mentionnée à deux reprises antérieurement dans la moitié nord du pays.

Cortinarius abiegnus Britzelm. (Cortinariaceae)

Le Pla (09), Mouillère du Pla, alt. 1470 m, 15.X.2021, *leg.* CH, herb. CH21101507 (BBF), PV959549.

Habitat : tourbière montagnarde acide, sous *Pinus uncinata* Ramond ex DC., parmi les sphaignes et la callune.

Commentaire : notre récolte correspond bien à la description et la planche de cet *Hydrotelamonia* publiées par BIDAUD *et al.* (2017). Par ailleurs, notre séquence ITS coïncide à 99.81% avec celle de l'épitype issu de Haute-Savoie. Il s'agit de la première mention pyrénéenne de ce cortinaire inféodé aux pins ou épicéas en contexte tourbeux, les autres localités françaises étant concentrées dans les Alpes à l'exception d'une observation dans le Puy-de-Dôme.

Cortinarius alboadustus Bidaud (Cortinariaceae)

Betchat (09), le Clot, alt. 450 m, 12.XI.2019, *leg.* GC, herb. GC19111207 (BBF), Genbank PV843203.

Habitat : chênaie-hêtraie-charmaie basophile (marnicole), collinéenne, thermo-atlantique.

Commentaire : proche de *C. elaphinicolor* également cité

dans cet article, cette espèce s'en distingue par des teintes plus sombres, brun foncé, qui l'avaient fait placer par BIDAUD *et al.* (2012), dans la section *Uracei*. La répartition de cette espèce méconnue apparemment liées aux *Fagaceae* semble large, l'holotype provenant de l'Ain, mais des récoltes étant connues des Pays-Bas et d'Estonie (KUYPER *et al.* 2024 : 417).

Cortinarius collocandoides Reumaux (Cortinariaceae)

Campan (65), bois de Mourgoueilh, alt. 940 m, 2.X.2020, *leg.* & *det.* GC, conf. A. Bidaud, herb. GC20100201 (BBF). Habitat : sous *Fagus sylvatica* L., en hêtraie-sapinière acidocline montagnarde.

Commentaire : il est possible que cette espèce ait été confondue par le passé avec le très fréquent *C. purpurascens* Fr. auquel il avait été rattaché au rang variétal sous le nom de *C. purpurascens* var. *largusoides* Cetto. SAAR *et al.* (2014) ont montré l'autonomie de cette espèce, par ailleurs bien identifiable de *C. purpurascens* par son pied à bulbe nom marginé et ses spores plus grandes.

Cortinarius corsico-amethystinus (Chevassut, Rob. Henry & Tristani) Reumaux (Cortinariaceae)

Puygaillard-de-Quercy (82), Raully, alt. 145 m, 26.X.2021, *leg.* & *det.* CH, herb. CH21102640 (BBF).

Habitat : chênaie-charmaie basophile.

Commentaire : ce très beau *Phlegmacium*, proche de *C. xanthophyllus* et *C. insignolens*, s'en distingue par plusieurs caractères remarquables. Son chapeau est d'abord d'un beau violet soutenu, sa chair réagit instantanément en rouge aux bases fortes, sa forte odeur de pomme de terre crue, ses spores de taille moyenne (REMAUX *et al.* 1990 : Pl. 25 sub. nom. *C. xanthophyllus* var. *corsico-amethystinus*), et son panel d'hôtes feuillus plus large que *C. xanthophyllus* et *C. insignolens*, ces derniers strictement inféodés au Hêtre semble-t-il (BIDAUD *et al.* 2010).

Cortinarius fulvoisabellinus Rob. Henry. (Cortinariaceae)

Bagnères-de-Bigorre (65), Bois d'Ordizan, alt. 1350 m, 17.V.2020, 19.V.2023, *leg.* GC, *det.* A. Bidaud *sub nom.* *C. earinus* Romagn., herb. GC20051702, GC23051901, Genbank PV843241

Habitat : dans une pelouse basicline d'un pré-bois montagnard à *Abies alba* Mill.

Commentaire : la séquence ITS que nous publions est identique à celle de l'holotype de *C. fulvoisabellinus* Rob. Henry à 99,85 %. Notre récolte ayant été identifiée *C. earinus* par André Bidaud, une espèce morphologiquement, écologiquement et phénologiquement comparable, il est vraisemblable que *C. earinus* soit un synonyme postérieur de *C. fulvoisabellinus*. Cette espèce hinnuloïde pousse typiquement en association avec le sapin au printemps ; elle n'avait pourtant pas encore été mentionnée dans les Pyrénées ; il semble que son observation la plus proche géographiquement soit dans une sapinière artificielle de Dordogne (EYSSARTIER *et al.* 2000 : 103, sub nom. *C. earinus*).

Cortinarius holoxanthus (M.M.Moser & I.Gruber) Nezdojm. (Cortinariaceae)

Le Pla (09), Mouillère du Pla, alt.1470 m, 15.X.2021, *leg. & det.* CH, herb. CH21101508 (BBF), Genbank PV959550
Habitat : en tourbière à sphaignes sous *Pinus uncinata* Ramond ex DC. et *Betula sp.*

Commentaire : outre sa présence en Europe du Nord, ce Dermocybe était connu en Europe uniquement des tourbières du massif alpin côté français, italien (FELLIN *et al.* 2020) et autrichien. Sur les stations alpines, il semble plus fréquemment en association avec *Picea abies* (L.) H. Karst. mais avait déjà été rapporté occasionnellement avec *Pinus uncinata* Ramond ex DC. et *Betula spp.* Cette nouvelle donnée pyrénéenne constitue la limite méridionale de l'espèce à l'échelle mondiale.

Cortinarius largodelibutus Rob. Henry (Cortinariaceae)

Saint-Lary-Soulan (65), vallée du Rioumajou à Frédancon, alt. 1480 m, 14.IX.2018, *leg. & det.* GC, herb. GC18091407 (BBF), Genbank PV843221

Saint-Lary-Soulan (65), Rioumajou départ de la route forestière d'Artigues, alt. 1125 m, 24.X.2019, *leg.* Laure Sirère, *det.* CH, non conservé.

Osseja (66), Corral de l'Arnau en forêt communale d'Osseja, alt. 1710 m, 21.IX.2018, *leg.* Henri Garrigue & GC, *det.* GC, non conservé.

Habitat : sapinières montagnardes.

Commentaire : également connue sous le nom de *C. salor* subsp. *transiens* Melot, cette espèce ressemble en effet à un *C. salor* Fr. très décoloré ; on en trouve une excellente illustration dans BRANDRUD *et al.* 1989, fiche A39) qui la donnent pour très commune dans les forêts résineuses boréales du nord de l'Europe.

Cortinarius lindstroemii Niskanen, Kytöv. & Liimat. (Cortinariaceae)

Bagnères-de-Bigorre (65), vallon du Garet, rive gauche, 9.X.2020, *leg.* GC., *det.* A. Bidaud, herb. GC20100901 (BBF).

Habitat : sous *Betula pendula* Roth, à l'étage montagnard, dans un vallon froid, en terrain moyennement acide (*Abies alba* Mill. à proximité).

Commentaire : ce *Telamonia* fait partie du groupe à chapeau voilé squamuleux et odeur pélargoniée de la section *Flexipedes* Kytöv., Niskanen & Liimat. ; il était connu précédemment sous le nom de *C. flabellus* f. *biolens* Bidaud, taxon apparemment d'affinité boréale, signalé en France dans les Alpes sous *Picea abies* (L.) H. Karst. (BIDAUD *et al.* 2010), ainsi qu'en Suède et au Canada (LIIMATAINEN *et al.* 2020).

Cortinarius moenne-loccozii Bidaud (Cortinariaceae)

Mauvezin (65), Beyrière, alt. 360 m, 25.IX.2020, *leg. & det.* GC, herb. GC20102502 (BBF), Genbank PV843207.

Habitat : chênaie-hêtraie collinéenne marnicole.

Commentaire : nous étions arrivé par défaut à ce nom pour ce magnifique cortinaire, en raison d'un défaut de

pigmentation bleue dans les lames. La séquence ITS obtenue s'avère toutefois parfaitement conforme avec les récoltes enregistrées sous ce nom dans Genbank et dans UNITE. Contrairement à ce qu'indiqué par BIDAUD *et al.* (1993), sur la base du témoignage d'une callune, nous pensons qu'il s'agit d'une espèce basophile, que ce soit sur sa station princeps du massif calcaire de la Dent du Chat en Savoie, sur laquelle est cité *Acer campestre* L., à partir de notre récolte marnicole ou d'une autre récolte personnelle réalisée à Courcelles dans le Doubs sur calcaire.

Cortinarius obtusotinctus R. Henry ex R. Henry (Cortinariaceae)

Saint-Lary-Soulan (65), Crête d'Ouessolles à Frédancon, alt. 1500 m, 14.IX.2018, *leg. & det.* GC, conf. A. Bidaud, herb. GC18091417 (BBF).

Habitat : sapinière montagnarde basicline.

Commentaire : BIDAUD *et al.* (2003) signalent cette espèce du Jura, de Haute-Savoie et des Ardennes, sous *Picea abies* (L.) H. Karst., en terrain calcaire. Elle ne semble pas à ce jour mentionnée dans les Pyrénées.

Cortinarius ochrolamellatus Ballarà, Liimat., Brandrud & Mahiques (Cortinariaceae)

Betchat (09), le Clot, alt. 450 m, 12.XI.2019, *leg.* GC, *det.* A. Bidaud, herb. GC19111206 (BBF), Genbank OR950967.
Habitat : chênaie-hêtraie-charmaie basophile (marnicole), collinéenne, thermo-atlantique.

Commentaire : cette espèce, qui n'a été décrite qu'un an après notre récolte (GARRIDO-BENAVENT *et al.* 2020), a été par ailleurs observée en France en Saône-et-Loire, Dordogne, Isère et Vaucluse, dans des chênaies-hêtraies-charmaies, chênaies pubescentes et chênaies vertes calcicoles (BIDAUD *et al.* 2023 : 231).

Cortinarius phaeosmus Rob. Henry (Cortinariaceae)

Bagnères-de-Bigorre, Vallon de Salut, alt. 590m, 14.XI.2023, *leg.* C. Mendoza & GC, *det.* GC, herb. GC23111410 (BBF).
Habitat : sous *Fagus sylvatica* L., en hêtraie-tillaie collinéenne calcicole, confinée.

Commentaire : une autre récolte de cette espèce à odeur caractéristique de persil a été réalisée par la Société mycologique André Marchand le 19 septembre de la même année, sur la commune d'Escouloubres, dans les Pyrénées audoises. L'espèce proche *C. suboxytoneus* Bidaud, partageant l'odeur persillée d'après KUYPER *et al.* (2024 : 395) (donnée raphanoïde dans la description princeps), se distingue d'après ces auteurs par ses spores moins dextrinoïdes à ornementation plus faible. D'après les descriptions de BIDAUD *et al.* (2000, 2015) et KUYPER *et al.* (2024), les spores de *C. phaeosmus* sont plus allongées.

Cortinarius campester Reumaux (Cortinariaceae)

Betchat (09), le Clot, alt. 450 m, 12.XI.2019, *leg.* GC, herb. GC19111202 (BBF), Genbank PV843201.

Habitat : chênaie-hêtraie-charmaie basophile (marnicole), collinéenne, thermo-atlantique.

Commentaire : synonymisé à *C. malefidus* Moëgne-Locc. et *C. porphyreticus* Moëgne-Locc. sur des bases moléculaires par LIIMATAINEN *et al.* (2020), ce taxon serait rapporté de Haute-Savoie et de banlieue parisienne, (BIDAUD *et al.* 2001). Il semble écologiquement assez plastique, les récoltes signalées par ces auteurs étant acicoles ou praticole alors que la nôtre est caducicole.

Cortinarius pseudocolus M.M. Moser (Cortinariaceae)
Campan (65), Cap det Bos, alt. 1400 m, 30.IX.2024, *leg. & det.* GC, herb. GC24093007 (BBF), Genbank PX369480.
Habitat : sapinière-hêtraie montagnarde calcicole.
Commentaire : cette espèce remarquable par la teinte vive de la base de son pied, sosie de *C. bullardii* (Pers.) Fr. mais poussant dans les forêts résineuses calcicoles, semble rare et n'avait pas été mentionné auparavant dans la chaîne pyrénéenne.

Cortinarius pseudoflabellus Bidaud (Cortinariaceae)
La Llagonne (66), forêt domaniale de Barrès, bord de la Têt, alt. 1655 m, 19.IX.2018, *leg.* H. Noguère & GC, herb. GC18091904 (BBF), Genbank PV843222
Habitat : en touffes denses sur une vieille place à feu en pineraie subalpine de *Pinus uncinata* Mill. ex Mirb. sur sol acide.
Commentaire : cette récolte, initialement identifiée à *C. flabellus* (Fr.) Fr., dont une séquence ITS obtenue présente 98,9 % d'identité avec celle du typus de *C. pseudoflabellus*, espèce censée être dépourvue d'odeur pélargoniée et à voile caulinaire moins développé que chez *C. flabellus*, caractères distinctifs peu évidents sur notre récolte. Les récoltes citées dans la description princeps proviennent de la Loire et du Puy-de-Dôme (BIDAUD *et al.* 2010).

Cortinarius rickenianus (R. Henry) Bidaud, Moëgne-Locc. & Reumaux illegit. (Cortinariaceae)
Gerde (65), Castet, alt. 600 m, 14.XI.2010, *leg.* GC, *det.* A. Bidaud, herb. GC10111403 (BBF).
Barjac (09), les Barrals, alt. 460 m, 9.XI.2020, *leg.* GC, *det.* A. Bidaud, herb. GC20110907 (BBF).
Habitat : forêts feuillues collinéennes sur sol riche en exposition fraîche.
Commentaire : à ne pas confondre avec le nom légitime *C. rickenianus* Maire, attribué à un *Phlegmacium*, ce petit *Hydrocybe* semble peu rapporté depuis sa description originale. BIDAUD *et al.* (2001) en signalent une récolte en provenance de l'Isère.

Cortinarius sejunctifolius Rob. Henry (Cortinariaceae)
Aragouet (65), sapinière de Couplan, alt. 1600 m, 8.IX.2018, *leg. & det.* GC, herb. GC18090804 (BBF), Genbank PV843194.
Habitat : au sol en sapinière montagnarde, basicline.
Commentaire : LIIMATAINEN *et al.* (2020) ont établi sur des bases moléculaires une synonymie entre *C. sejunctifolius* et *C. raphanicus* Bidaud & Moëgne-Locc. A priori bien représentée en région Auvergne-Rhône-Alpes (BIDAUD *et*

al. 2008, BIDAUD & ARMADA 2023 : 50), aucune mention fiable ne semble avoir été rapportée en Occitanie ou dans les Pyrénées.

Cortinarius subalneus Bidaud *ad. int.* (Cortinariaceae)
Ercé (09), Tache-Mort, alt. 1010 m, 01.X.2020, *leg. & det.* CH, herb. CH20100117 (BBF).
Saurat (09), forêt royale de Sauzet, alt. 1275 m, 13.VII.2019, *leg. & det.* H. Noguère, conf. G. Corriol & A. Bidaud, *in* herb. H. Noguère.
Habitat : sous *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. en aulnaie marécageuse (Ercé), et sapinière à *A. glutinosa* en bordure d'une tourbière (Saurat).
Commentaire : très proche de *Cortinarius helvelloides* (Fr.) Fr., cette espèce, publiée provisoirement sur la base d'une récolte en provenance de la Loire (BIDAUD *et al.* 2012), s'en distingue principalement par des spores plus fines (Q = 1.8 contre 1.7 pour *C. helvelloides*), les plus fines de la Série *Helvelloides*, ainsi que par un voile d'un jaune plus vif, formant un anneau plus ou moins complet. *Cortinarius subalneus* est à ce jour un nom invalide, absent des référentiels nomenclaturaux (Taxref, Index Fungorum, Mycobank) et des bases de données génétiques, ce qui ne facilite pas d'éventuelles études de conspécificité avec des taxons proches.

Cortinarius subbalaustinus Rob. Henry (Cortinariaceae)
Mantet (66), bord du Ribera del Ressec, alt. 1500 m, 21.X.2010, *leg. & det.* GC, herb. GC10102106 (BBF).
Habitat : sous Bouleau, sur arènes granitiques alluviales à l'étage montagnard.
Commentaire : ce cortinaire caractéristique des bouleaux à tendance boréo-montagnarde d'après BRANDRUD *et al.* (1992 : B03), semble toutefois présent à basse altitude dans la moitié nord de la France (BIDAUD *et al.* 2013). Il est probable qu'en Occitanie, il soit cantonné dans des stations d'altitude.

Cortinarius subelator Moëgne-Locc. & Reumaux (Cortinariaceae)
Argelès-sur-mer (66), Réserve naturelle nationale de la forêt de la Massane, 20.X.2010, *leg. & det.* CH, herb. CH10102002 (BBF).
Castillon (65), Artigau, alt. 400 m, 22.X.2020, *leg. & det.* GC, herb. GC20102213.
Habitats : forêts de Fagacées plus ou moins thermophiles sur sol riche en bases.
Commentaire : dans la section *Cystidiosia* P.D. Orton du sous-genre *Myxadium* (Fr.) Trog, cette grande espèce brune à pied violacé en fuseau se distingue par le revêtement de son chapeau lisse jusqu'à la marge, tout au plus à peine striée, l'absence de boucles dans tout le basidiome, et les hyphes de son suprapellis abondamment ramifiées et diverticulées.

Cortinarius tirolianus Bidaud, Moëgne-Locc. & Reumaux (Cortinariaceae)

Roquefeuil (11), Bois du Pinet, alt. 900 m, 13.X.2008, *leg.* & *det.* GC, herb. GC08101302.

Habitat : sapinière basophile montagnarde.

Commentaire : *C. tirolianus* a été décrit en 2005 sur la base de deux récoltes en provenance de pessières du Jura (BIDAUD *et al.* 2005). Notre récolte semble être la troisième pour la France et la première pour le massif pyrénéen.

Cortinarius ultrodistortus R. Henry & Vagnet (Cortinariaceae)

Bagnères-de-Bigorre (65), estive du bois de Pouzac, alt. 1330 m, 26.X.2019, *leg.* & *det.* GC, herb. GC19102602 (BBF).

Habitat : pelouse montagnarde basophile.

Commentaire : ce cortinaire méconnu (il ne semble pas avoir été cité en France depuis sa description), est probablement confondu avec *C. pratensis* (Bon & Gaugué) Høil., qui vient également dans les pelouses, en association avec des Hélianthes et s'en distingue par les teintes olivâtres de ses lames et de son pied (LIIMATAINEN & AINSWORTH 2018).

Cystodermella adnatifolium (Peck) Harmaja (Squamaniaceae)

Bagnères-de-Bigorre (65), Bois d'Ordizan, alt. 1380 m, 9.IX.2017, *leg.* & *det.* GC, herb. GC17090901.

Cauterets (65), Pont d'Espagne, 1530 m, 1.X.2017, *leg.* & *det.* M. Hurtu, J.-P. Maurice, O. Rose, H. Voiry.

Habitat : dans la litière épaisse de *Picea abies* (L.) H. Karst. planté dans une sapinière montagnarde basophile (Bagnères).

Commentaire : cette espèce semble être particulièrement bien représentée en Scandinavie (SAAR 2003 : 468). Elle est facile à confondre sur le terrain avec *C. cinnabarina* (Alb. & Schwein. : Fr.) Harmaja, qui est pourvue de cheilocystides.

Dermoloma bellerianum Bon (Tricholomataceae)

Gerde (65), Castet, alt. 610 m, 8.XII.2012, *leg.* GC, herb. GC12120807 (BBF), Genbank PQ165390 (ITS), PP903868 (LSU).

Habitat : ourlet en nappe basophile à *Brachypodium rupestre* (Host) Roem. & Schult., à l'étage collinéen.

Commentaire : nous citons déjà cette espèce comme nouvelle pour la région sur la base d'une récolte des Hautes-Pyrénées, tout en mettant en doute sa valeur taxinomique (CORRIOL & HANNOIRE 2018 : 85). En l'absence de données moléculaires et compte-tenu de la complexité du genre révélée par sa récente révision monographique, qui confirme la valeur de cette espèce (ADAMČÍKOVÁ *et al.* 2025), nous référençons cette récolte bénéficiant de données moléculaires, confirmant sa présence en Occitanie.

Dermoloma intermedium Bon (Tricholomataceae)

Bagnères-de-Bigorre (65), vallon du Lhécou, alt. 1230 m, 8.X.2014, *leg.* CH, herb. CH14100810 (BBF), Genbank PQ165345, Bois d'Ordizan, alt. 1350 m, 16.X.2024, *leg.* &

det. GC, herb. GC24101603 (BBF), Genbank PX369524.

Habitat : pelouses maigres, acidophiles montagnardes.

Commentaire : cette espèce méconnue présente de grands basidiomes sombres, hygrophanes et des spores inamyloïdes ; proche de *D. atrocinerium* (Pers.) P.D. Orton, elle s'en distingue par un pied glabre et des spores plus étroites (ADAMČÍKOVÁ *et al.* 2025).

Elaphocephala iocularis Pouzar (Atheliaceae)

Betchat (09), le Clot, alt. 450 m, 12.XI.2019, *leg.* GC, *det.* G. Trichies, herb. GC19111231 (BBF).

Habitat : sur bois pourri de feuillu au sol, en chênaie-hêtraie-charmaie basophile (marnicole), collinéenne, thermo-atlantique.

Commentaire : cette espèce aux spores à morphologie remarquable est presque invisible sur le terrain ; elle a été détectée sous le microscope en étudiant un Hétérobasidiomycète résupiné, *Endoperplexa septocystidiata* (également nouveau pour la région), avec lequel elle partageait son support. On ne sera pas surpris du faible nombre de mentions disponibles de cette espèce. En France, elle n'est à ce jour connue que d'une localité dans l'Ain (BOIDIN & GILLES 1990 : 157) et une autre en Moselle (TRICHIES 2000).

Endoperplexa septocystidiata (Hauerslev) P. Roberts (famille incertaine, Auriculariales)

Betchat (09), le Clot, alt. 450 m, 12.XI.2019, *leg.* GC, *det.* G. Trichies, herb. GC19111231 (BBF).

Habitat : sur bois pourri de feuillu au sol, en chênaie-hêtraie-charmaie basophile (marnicole), collinéenne, thermo-atlantique.

Commentaire : ROBERTS (1993 : 473) ne cite pour cette espèce qu'une seule récolte anglaise en plus du type provenant du Danemark. Plus tard, il considère qu'il pourrait s'agir d'un synonyme de *E. enodulosa* (Hauerslev) P. Roberts (ROBERTS 1999 : 121), espèce répandue ayant habituellement des cystides plus réduites et non cloisonnées. Il existe dans l'herbier Boidin (LY), une récolte de l'Ain de 1992 sous ce dernier nom.

Entoloma caliginosum (Romagn. & J.Favre) Bon & Courtec. (Entolomataceae)

Vialas (48), Mas de la Barque, alt. 1410 m, 23.IX.1998, *leg.* & *det.* GC, herb. GC98092306.

Le Port (09), l'Estagnon, alt. 1310 m, 29.VIII.2013, *leg.* M. Infante, *det.* GC, herb. GC13082901 (BBF).

Le Pla (09), Mouillères du Pla, alt. 1520 m, 21.IX.2021, *leg.* CH, *det.* GC, herb. CH21092109 (BBF), CH21092123 (BBF).

Habitat : tourbière basse boréo-montagnarde, acidophile, parmi les sphaignes.

Commentaire : cette espèce initialement décrite des hauts-marais du Jura Suisse (ROMAGNESI & FAVRE 1938 : 62, FAVRE 1948 : 43) demeure mal connue (NOORDELOOS *et al.* 2022 : 290) ; nos récoltes correspondent bien anatomiquement et écologiquement à la description originale. Les limites

avec *E. atromarginatum* (Romagn. & J. Favre) Zschiesch., décrite dans la même publication restent toutefois à préciser.

***Entoloma cocles* (Fr.) Noordel. (Entolomataceae)**

Campan (65), Sarrat de Bon, alt. 1250 m, 1.X.2021, *leg. & det.* GC, herb. GC21100104.

Habitat : pelouse maigre ancienne, montagnarde, acidophile.
Commentaire : NOORDELOOS *et al.* (2022 : 28) en signalent des récoltes des Pays-Bas, d'Allemagne et de Norvège. Comme suggéré par VESTERHOLT (2002 : 18), elle semble rare et inféodée à des vieilles pelouses riches en espèces.

***Entoloma indutoides* (P.D.Orton) Noordel.**

La Malène (48), corniches de la Malène, alt. 900 m, 10.X.1998, *leg. & det.* GC, herb. GC98101013.

Habitat : pelouse dolomitique xérophile, supraméditerranéenne.

Commentaire : cette espèce de pelouse semble rare ; peu citée dans la bibliographie, elle n'est rapportée par NOORDELOOS (2004 : 1105) que d'Autriche et du Royaume-Uni. Nous disposons toutefois d'une récolte française en provenance du Loiret, publiée sous le nom de *Entoloma griseorubidum* Kühner ex Noordel., un taxon très proche (CORRIOL 2004 : 377, herb. GC99101005).

***Entoloma luteobasis* Ebert & E. Ludw. (Entolomataceae)**

Le Fréchet (31), bois de la Hage, alt. 380 m, 11.X.2021, *leg. & det.* GC, non conservé.

Boussan (31), Cap de las Prades, alt. 430 m, 11.X.2021, *leg. & det.* GC, herb. GC21101108 (BBF).

Arcizans-Avant (65), bord du Gave d'Azun, 15.X.2021, *leg. & det.* GC, herb. GC21101508 (BBF). Genbank PV843213 ("f. *ochreoprunuloides*"), PV843214 ("f. *hyacinthinum*")

Habitats : au sol, en forêts feuillues mésophiles, sur sol riche en bases.

Commentaire : parmi les exemplaires récoltés à Arcizans-Avant, de jeunes spécimens présentaient de nettes teintes violacées, s'estompant sur les exemplaires plus âgés, correspondant au taxon décrit sous le nom de *E. ochreoprunuloides* f. *hyacinthinum* Noordel. & Morgado, de faible valeur taxonomique conformément aux résultats moléculaires obtenus par MORGADO *et al.* (2013) et AINSWORTH *et al.* (2018). L'observation de Fréchet est également à rapporter à cette forme. BRANDRUD *et al.* (2019 : 42) ont montré la conspécificité déjà suggérée par DOVANA *et al.* (2016), entre *E. luteobasis* et *E. ochreoprunuloides* Morgado & Noordel., auquel nous avons rattaché nos récoltes. L'espèce ainsi circonscrite est connue d'Italie, d'Allemagne, de Grande-Bretagne, de Corse (NOORDELOOS 2004, MORGADO *et al.* 2013, DOVANA *et al.* 2016, AINSWORTH *et al.* 2018). En France continentale, on peut signaler deux récoltes confirmées dans les Alpes (ARMADA *et al.* 2023 : 129).

***Entoloma madidum* Gillet (Entolomataceae)**

Moncaup (31), Calem, 7.X.2015, *leg.* GC & M. Dourau, herb. GC15100701 (BBF).

Arcizans-Avant (65), bord du Gave d'Azun, 9.XI.2018, *leg. & det.* GC, herb. GC18110913 (BBF).

Habitat : pelouse maigre, collinéenne, pâturée, sur roche-mère hyperbasique (lherzolite) (Moncaup), frênaie-tillaie-ormaie alluviale sur sol riche en bases (Arcizans-Avant).

Commentaire : il est difficile de savoir dans quelle mesure cette espèce a déjà été observée dans la région du fait qu'elle a longtemps été synonymisée à *E. bloxamii* (Berk. & Broome) Sacc. macroscopiquement très similaire. Les deux récoltes ici rapportées sont conformes à *E. madidum sensu stricto*, tel que réhabilité par MORDAGO *et al.* (2013), possédant des spores plus petites que *E. bloxamii*.

***Entoloma nausiosme* Noordel. (Entolomataceae)**

Arcizans-Avant (65), bord du Gave d'Azun, 6.X.2017, *leg. & det.* GC, herb. GC17100613.

Habitat : dans l'humus actif d'une forêt feuillue mêlée riveraine.

Commentaire : cette espèce à odeur très caractéristique est pourtant peu rapportée dans la bibliographie ; outre sa présence attestée en Autriche et en Allemagne (NOORDELOOS 1992 : 204), et en Catalogne espagnole (VILA & CABALLERO 2006 : 232, 2007 : 11). En France, elle est rapportée du Massif jurassien par MOINGEON *et al.* (2015 : 43), où nous l'avons également personnellement observée (Chézery-Forens, août 2018, *leg. & det.* GC). La récolte la plus proche du massif pyrénéen est celle publiée par VICENTE *et al.* (2007 : 95), en provenance de Biscaye (Pays Basque espagnol).

***Entoloma rufocarneum* (Berk.) Noordel. (Entolomataceae)**

Lourdes (65), lac de Lourdes, alt. 430 m, 1.IX.2003, *leg. & det.* GC, herb. GC03090102.

Habitat : tourbière haute active atlantique, dans la tourbe.

Commentaire : cette première récolte occitane est illustrée dans CORRIOL (2019 : 30). Les premières et uniques autres récoltes françaises de cette rare espèce proviennent du département des Landes d'après NOORDELOOS (1987 : 313).

***Entoloma undulatosporum* Arnolds & Noordel. (Entolomataceae)**

Cornebarrieu (31), la Paquières, alt. 140 m, 29.I.2020, *leg.* M. Péliissier & GC, *det.* GC, herb. GC20012901.

Habitat : vieille prairie tondue de jardin privatif sous climat thermo-atlantique.

Commentaire : bien que largement répandue d'après NOORDELOOS (2004 : 988), cette espèce semble rare. Les plus proches mentions que nous trouvons sont outre Pyrénées à Barcelone (VILLA & CABALLERO 2009 : 27).

***Entoloma uranochroum* Hauskn. & Noordel. (Entolomataceae)**

Aragnouet (65), vallée de la Gêla, alt. 1600 m, 8.IX.2018, *leg. & det.* GC, herb. GC18090801.

Campan (65), vallon du Garet, alt. 1350 m, 28.IX.2021, *leg. & det.* GC, herb. GC21092801 (BBF).

Habitat : glariers montagnards froids, riches en bases.

Commentaire : il s'agit des premières observations pyrénéennes pour cette spectaculaire espèce orophile décrite des Alpes autrichiennes et retrouvée dans les Alpes françaises (Tarentaise en Savoie et Giffre en Haute-Savoie, obs. pers.).

Entoloma velenovskyi Noordel. (Entolomataceae)

Esperce (31), Pélégienne, alt. 330 m, 19.XI.2024, *leg.* A. Paris & GC, *det.* GC, herb. GC24111911 (BBF), Genbank FX369536.

Habitat : prairie pâturée thermo-atlantique.

Commentaire : cette espèce assez remarquable par ses caractères microscopiques semble très rare ou passe inaperçue par sa macromorphologie peu attractive. NOORDELOOS (1992 : 300) l'indique comme rare, mais largement réparti dans le nord-ouest et le centre de l'Europe.

Entoloma viiduense Noordel. & Liiv (Entolomataceae)

Campan (65), vallon du Garet, rive droite, 1.X.2016, *leg.* & *det.* GC, herb. GC16100104 (GC).

Bagnères-de-Bigorre (65), vallon du Garet, rive gauche, 8.X.2016, *leg.* & *det.* GC, herb. GC16100801 (GC).

Bagnères-de-Bigorre (65), la Mongie, sources de l'Adour, alt. 1800 m, 2.X.2021, *leg.* & *det.* GC, herb. GC21100205 (BBF), Genbank PV843210.

Arcizans-Avant (65), rive du Gave de d'Azun, 15.X.2021, *leg.* & *det.* GC, herb. GC21101505, GC21101507 (BBF), Genbank PV843211, PV843212.

Habitat : au sol, en pelouses maigres à mésotrophiles, acidophiles, orophiles et en forêt feuillue riveraine collinéenne sur sol riche en bases.

Commentaire : nous signalons plusieurs nouvelles observations et des confirmations moléculaires de cette espèce déjà rapportée par nos soins (CORRIOL & HANNOIRE 2018 : 90), sous le nom de *E. ianthinomeleagris* Courtec., actuellement synonymisé à *E. viiduense*, correspondant également au concept de *E. scabrosum* (Fr.) Noordel. dans NOORDELOOS (1992 : 546, 702) et VILA & CABALLERO (2009 : 28).

Geastrum granulatum Fuckel (Geastraceae)

Banios (65), crête de Tournarisse, 9.V.2007, *leg.* L. Larrieu & GC, *det.* GC, herb. GC07050901 (BBF).

Gerde (65), Castet, alt. 600 m, 17.XI.2019, *leg.* & *det.* GC, herb. GC19111710 (BBF).

Campan (65), vallon du Garet, alt. 1350 m, 28.IX.2021, *leg.* & *det.* GC, herb. GC21092809 (BBF).

Habitat : pelouses xérophiles, basophiles collinéenne et montagnarde.

Commentaire : cette espèce a probablement été rapportée par le passé en Occitanie sous le nom de *G. minimum* Schwein., comme celle de Banios que nous citons dans CORRIOL & HANNOIRE (2018 : 140) ; ZAMORA *et al.* (2015 : 161) estiment que ce nom doit être considéré comme un *nomen ambiguum*, ayant été attribué par le passé à plusieurs espèces, en particulier à *G. granulatum* et *G. marginatum* Vittadini. La répartition française de *G. granulatum*, espèce

probablement bien représentée dans les massifs calcaires, reste donc à préciser, en révisant le matériel existant. La première donnée française est probablement à rapporter au massif du Jura, sous le nom de *G. queletii* Hazsl, selon la synonymie établie par ZAMORA *et al.* (2015 : 150).

Geopora cervina (Velen.) T. Schumach. (Pyronemataceae)
Campan (65), vallon du Garet, alt. 1350 m, 28.IX.2021, *leg.* & *det.* GC, herb. GC21092807 (BBF).

Habitat : glazier basophile montagnard froid.

Commentaire : signalé dans les Alpes (notamment VAN VOOREN 2012 : 38), cette espèce ne semble pas avoir été à ce jour mentionnée dans le massif pyrénéen.

Gymnopilus flavus (Bres.) Singer (Cortinariaceae)

Mayrinac-Lentour (46), pourtour du Marais de Bonnefont, alt. 340 m, 15.XI.2023, *leg.* & *det.* CH, herb. CH23111527 (BBF).

Habitat : graminicole en pelouse sèche sur coteau calcaire.

Commentaire : les deux premières, et uniques observations occitanes, sont issues des Pyrénées-Orientales. On doit la plus ancienne à P.-A. Moreau le 27.XII.2012, en truffière ouverte à Pézilla-de-Conflent, tandis que la seconde a été découverte par J.-L. JALLA le 12.XII.2016 (2025) dans l'arrière dune littorale au sein de la Réserve naturelle du Mas Larrieu.

Gymnopilus fulgens (J. Favre & Maire) Singer (Cortinariaceae)

Dourbies (30), montagne du Linguas, alt. environ 1300 m, 23.IX.1998, *leg.* GC & Y. Maccagno, *det.* GC, herb. GC98092303.

Habitat : parmi les sphaignes d'une tourbière basse acide.

Commentaire : nous avons déjà signalé cette espèce turficole pour l'Occitanie en 2003 en provenance de la tourbière du lac de Lourdes (CORRIOL & HANNOIRE 2018 : 100) ; cette deuxième récolte (chronologiquement la première) se trouve à l'autre bout de la région. À l'opposé au nord du Massif central, on peut citer une récolte de RENARD (2001 : 28). Il est improbable que le champignon rapporté de l'Hérault par BON & CHEVASSUT (1989 : 32) sous Chêne vert et Pin d'Alep sous le nom de "*Gymnopilus fulgens forma?*" appartienne à cette espèce. Son écologie hygroturficole semble particulièrement incompatible avec l'environnement xérophile méditerranéen de cette récolte.

Gymnopilus sordidostipes Hesler (Cortinariaceae)

Bagnères-de-Bigorre (65), col du Bédar, alt. 800 m, 8.XI.2023, *leg.* C. Mendoza & GC, *det.* GC, herb. GC23110801 (BBF), Genbank PV843242.

Habitat : sur vieille souche de *Castanea sativa* Mill., dans un pré-bois à l'étage collinéen supérieur.

Commentaire : bien que non citée par HOLEC (2005), ni par CONSIGLIO *et al.* (2024), cette espèce décrite de l'Orégon aux États-Unis semble également bien présente sur le vieux continent. BON & ROUX (2002 : 21) en rapportaient une récolte des Alpes-de-Haute-Provence, également sur

bois de châtaigner. Notre séquence ITS montre 99,54 % d'identité avec celle du matériel type de *G. sordidostipes*.

Hebeloma quercetorum Quadr. (Hymenogastraceae)
Belcaire (11), Clot de la Plaine, alt. 950 m, 16.X.2008, *leg.* GC, *det.* H. Beker, herb. GC08101601 (BBF).

Commentaire : cette espèce initialement décrite d'Italie en 1993 est restée à peu près inaperçue, probablement confondue avec *H. sinapizans* (Paulet) Gillet, jusqu'à la publication de la monumentale monographie de BEKER *et al.* (2016), qui n'en citent qu'une unique récolte française, en provenance de Corse. Notre récolte, la première documentée pour la France continentale, fut suivie de nombreuses autres observations, grâce à cette monographie.

Helvella bicolor Raddi (Helvellaceae)
Bagnères-de-Bigorre (65), Bois de Pouzac, alt. 1310 m, 23.VIII.2024, *leg.* M. Pélissier & GC, *det.* GC, herb. GC24082301 (BBF).

Habitat : sapinière montagnarde acidocline froide et confinée.

Commentaire : *H. bicolor*, épitypifié sur la base d'une récolte scandinave (SKREDE *et al.* 2017 : 221), correspond d'après ces auteurs au concept de *Helvella albella* de Quélet.

Hodophilus anatinus Dima, Adamčík & Jančovičová (Clavariaceae)
Bagnères-de-Bigorre (65), ravin de la Tapère, alt. 700 m, 28.IX.2002, 2.XI.2003, *leg.* GC, herb. GC02092802, Genbank PV959559, GC03110202 (BBF), Genbank PV959560.

Habitat : dans l'humus d'un ravin calcaire humide, sous *Buxus sempervirens* L.

Commentaire : cette espèce nouvellement publiée en 2018 fait suite au démantèlement du genre *Hodophilus*. Outre les récoltes scandinaves et galloises citées dans la publication originale, une récolte française antérieure est également citée de Haute-Savoie (ADAMČÍK *et al.* 2018). Elle fait partie du complexe de *H. micaceus/phaeoxanthus* caractérisé par un pied jaune.

Hodophilus stramineus Jančovičová, Dima & Adamčík (Clavariaceae)
Gerde (65), Castet, alt. 600 m, 22.XI.2012, *leg.* GC, herb. GC12112205, Genbank ITS MN619692, LSU (28S) MN619705.

Habitat : forêt feuillue collinéenne pionnière en exposition fraîche, sur sol basique, argileux.

Commentaire : cette espèce nouvellement publiée en 2020 fait suite au démantèlement du genre *Hodophilus* (ADAMČÍK *et al.* 2020). Elle fait partie du complexe de *H. phaeophyllus*, nom sous lequel elle avait été rapportée dans Corriol & hannot (2018 : 74), au sein duquel elle se distingue par ses couleurs plus pâles et ses lames ne devenant pas brun foncé avec l'âge. En France, l'espèce n'est connue à ce jour par ailleurs que d'une autre récolte, du Pas-de-Calais, également en 2012.

Hygrocybe aurantiolutescens P.D. Orton (Hygrophoraceae)

La Malène (48), corniches de la Malène, alt. 900 m, 10.X.1998, *leg.* & *det.* GC, herb. GC98101007.

Habitat : pelouse dolomiticole xérophile, supraméditerranéenne.
Commentaire : cette récolte remarquable a été identifiée par voie moléculaire (données inédites) à cette espèce classiquement considérée comme psammophile littorale (ORTON 1969 : 103-105, BON 1975 : 18-20).

Hyphoderma litschaueri (Burt) J.Erikss. & Å.Strid (Hyphodermataceae)

Gerde (65), Castet, alt. 600 m, 18.XI.2011, 25.XII.2016, 10.XI.2017, *leg.* & *det.* GC, herb. GC11111807 (BBF), GC16122503 (BBF).

Barjac (09), les Barrals, alt. 460 m, 9.XI.2020, *leg.* & *det.* GC, non conservée.

Habitat : sur bois mort au sol de *Quercus robur* L., *Betula pendula* Roth, *Corylus avellana* L., *Fraxinus excelsior* L. et sur vieux basidiome de *Phellinus ferruginosus* (Schr.) Pat., en forêt feuillue jeune sur sol riche en bases.

Commentaire : l'espèce, bien caractérisée par ses cystides moniliformes, a été trouvée la même année lors de la session des Aphyllophiles au Terrou sur la commune de Gorses (46), le 23 octobre 2011, il s'agit chronologiquement de la première mention régionale. Elle semble ubiquiste en termes de substrats.

Infundibulicybe alkaliviolascens (Bellù) Bellù (Omphaliaceae)

Albi (81), coteau sec à Rayssac, alt. 250 m, 09.XI.2021, *leg.* CH, herb. CH21110902 (BBF), Genbank PV959552.

Habitat : pelouse xérique adjacente à une chênaie thermophile.

Commentaire : notre séquence ITS présente 100% de similitude avec une multitude d'autres séquences déposées sous ce même nom, à l'exception du type qui ne semble pas avoir été séquencé. Elle présente toutefois de subtiles différences avec la description princeps de BELLÙ (1995) : le revêtement présente une réaction vineuse à la potasse, non violette, ainsi que des spores plus petites qu'indiqué ($6,0 \times 4,0 \mu\text{m}$ en moyenne sur notre sporée). Cela rejoint les observations faites notamment sur deux autres récoltes méridionales contrôlées moléculairement (avec les réserves nécessaires sans séquençage du type), l'une de Salvatore Saitta en Sicile, l'autre d'Enrique Rubio Domínguez des Asturies. Cette récolte constitue semble-t-il la première donnée avérée pour l'Occitanie. Signalons toutefois l'existence d'une planche datée de 1830 issue des archives de Michel-Félix Dunal concernant la région de Montpellier, qui pourrait tout à fait représenter cette espèce (P.-A. Moreau, comm. pers. ; in Fongibase 1310258). Ailleurs en France elle est mentionnée de 4 stations réparties en Corse (MOREAU 2007), en Isère et dans le Haut-Rhin.

Inocybe pseudorubens Carteret & Reumaux (Inocybaceae)
Saint-Pé-de-Bigorre (65), la Génie Braque, alt. 430 m,
17.IX.2008, *leg.* GC, herb. GC08091719 (BBF), Genbank
PV843223

Habitat : sol riche en bases d'une forêt de feuillue confinée
à l'étage collinéen en climat océanique.

Commentaire : BANDINI *et al.* (2021 : 1086) établissent
une synonymie entre *I. pseudorubens* et *I. rubidofracta*
E. Ferrari ; de notre côté, préalablement aux résultats
moléculaires, nous avons identifié cette récolte à *I.*
subpelargonium Beller. Ce dernier taxon, outre l'odeur
pélargoniée, partage une macro et micro-anatomies
similaires avec les deux premiers (voir BON 1997 : 6). Il
n'est pourtant pas cité par FERRARI (2010), CARTERET &
REUMAUX (2012) ni BANDINI (2021) dans leurs descriptions
respectives de ces taxons. Une synonymie éventuelle serait
à étudier et dans ce cas, le nom de Beller serait prioritaire.
Nous possédons plusieurs autres récoltes régionales (31 et
65) attribuées par nous à *I. subpelargonium*, que nous ne
citons pas ici en l'absence de résultats moléculaires.

Kuehneromyces lignicola (Peck) Redhead (Strophariaceae)
Altier (48), bois du Cougnet, alt. 1150 m, 18.VI.1998, *leg.* &
det. GC, herb. GC98061801.

Habitat : tronc pourri de *Abies alba* Mill. en sapinière-
hêtraie montagnarde.

Commentaire : rapportée pour la première fois en Europe
du Parc national Suisse par FAVRE (1960 : 544, sous le nom
de *K. vernalis*), cette espèce boréo-montagnarde est très peu
citée en France. Alors que CHEYPE (2005 : 34) en publie une
mention française pour le massif alpin, on doit à NOGUÈRE
(2021) sa première mention dans le massif pyrénéen. On
trouvera une photographie de cette récolte dans CORRIOL
(2022 : 24).

Lactarius aquizonatus Kytöv. (Russulaceae)

Gavarnie (65), rive droite du Gave vers Agadas, alt. 1250 m,
11.IX.2024, *leg.* & *det.* B. Vignot, conf. GC, herb.
GC24091101 (BBF).

Habitat : sous *Betula pendula* Roth, en terrain basique à
l'étage montagnard confiné.

Commentaire : cette espèce commune en zone boréale en
Europe du nord (HEILMANN-CLAUSEN *et al.* 1998), montre
en France une distribution énigmatique. Bien connue dans
les massifs alpin et jurassien (KÜHNER 1975 : 36, *sub nom.*
L. citriolens, MOINGEON 2002-2003, ARMADA 2014 : 49),
elle se singularise par sa présence dans le bassin parisien
(TASSI 2010 : 4). Dans les Pyrénées, ce n'est que récemment
qu'elle a été signalée, en provenance du Parc national
d'Ordessa (RUBIO CASAS & PALAZÓN 2019). La donnée que
nous présentons semble être la première pour le versant
français.

Leucoagaricus ammovirescens (Bon) Migl. & Coppola
(Agaricaceae)

Guchen (65), Pouys des Capis, alt. 795 m, 5.X.2015, *leg.*
& *det.* GC, herb. GC15100501 (BBF), Genbank PV843188

Habitat : dans l'humus riche en matière organique en lisière
d'un bois feuillu de recolonisation en situation thermophile,
à l'étage collinéen en vallée abritée, sur butte sèche de
pélites gréseuses.

Commentaire : nous avons antérieurement rapporté cette
récolte sous le nom de *L. marriagei* (D.A. Reid) Bon
(CORRIOL & HANNOIRE 2018 : 110), espèce à laquelle *L.*
ammovirescens a tout d'abord été affilié au rang variétal.
L. ammovirescens se différencie de *L. marriagei* par la
réaction verte de son pigment épicuticulaire à l'ammoniac
(inerte chez *L. marriagei*) (MIGLIOZZI & COPPOLA 2021).

Leucoagaricus medioflavoides Bon (Agaricaceae)

Gerde (65), Castet, alt. 610 m, 12.VIII.2012, *leg.* & *det.* GC,
herb. GC12081201 (BBF).

Pouzac (65), Moncucou, alt. 590 m, 13.X.2022, *leg.* M.
Pélissier, *det.* GC, herb. GC22101302 (BBF), Genbank
PV843233

Habitat : au sol, jeunes bois de feuillu, de recolonisation,
rudéralisés, à l'étage collinéen, sur roche mère carbonatée,
en exposition fraîche.

Commentaire : nous reprenons cette espèce déjà citée par
nos soins (CORRIOL & HANNOIRE 2018 : 126), en ajoutant
une nouvelle récolte dont nous avons obtenu une séquence
ITS. Si l'on fait abstraction de la séquence GQ329055,
appartenant manifestement au genre *Chlorophyllum*,
probablement *C. agaricoides* (Czern.) Vellinga (hypothèse
d'espèce SH1370455.10FU dans Unite), il s'agit de la
première publiée sous ce nom.

Leucocoprinus fragillimus (Ravenel ex Berk. &
M.A.Curtis) Pat. (Agaricaceae)

Tournay (65), Le Bedat, alt. 470 m, *leg.* & *det.* M. Pélissier,
conf. GC, herb. GC24090201 (BBF), Genbank PX369471.

Habitat : dans la litière de *Ilex aquifolium* L., en chênaie-
hêtraie marnicole thermo-atlantique à l'étage collinéen.

Commentaire : dans sa flore mycologique d'Europe, BON
(1993 : 113) donnait cette espèce comme uniquement
présente dans les serres et pots de fleurs ; l'indigénat de la
présente récolte en milieu naturel tempéré pose question.

Limacella illinita* var. *rubescens H.V. Smith

Aragnouet (65), sapinière de Couplan, alt. 1600 m,
8.IX.2018, *leg.* & *det.* GC, herb. GC18090811 (BBF).

Habitat : sapinière montagnarde, basicline.

Commentaire : NEVILLE & POUMARAT (2004 : 246)
n'ont étudié qu'une unique récolte française de ce taxon
remarquable, en provenance d'une hêtraie-sapinière
de Haute-Loire. Plus récemment, elle a été récemment
rapportée par BIDAUD (2007 : 33), d'un mélézin subalpin
de Savoie.

Lulesia blancii (Maire) Vizzini, Cons., P. Alvarado, Ange-
lini & M. Marchetti (Entolomataceae)

Argelès-sur-mer (66), Réserve naturelle du Mas Larrieu,
28.XI.2011, *leg.* & *det.* GC, herb. GC11112812 (BBF),
Genbank PV843179.

Habitat : en lisière d'ormie inondable en arrière-dune littorale méditerranéenne.

Commentaires : cette espèce méditerranéenne semble peu connue. Initialement décrite par MAIRE (1945 : 30) d'Algérie sous le nom de *Rhodopaxillus blancii* Maire, puis de Sardaigne sous les noms de *Rhodocybe ochraceopallida* Ballero & Contu et *Rhodocybe amarella* Consiglio, D. Antonini, M. Antonini & Contu, elle a été retrouvée par ailleurs en Italie et en Espagne (VIZZINI *et al.* 2023 : 151-152). En France, on en trouve quelques récoltes sur l'Internet à proximité du littoral atlantique et méditerranéen. Nous (GC) en possédons une autre récolte en 2008, restée inédite, de l'Île de Porquerolles, dans la litière épaisse d'un fourré littoral dense à *Pistacia lentiscus* L. et *Pinus halepensis* Mill.

Lycoperdon umbrinoides Dissing & Lange (Lycoperdaceae)

Argelès-sur-mer (66), Réserve naturelle du Mas Larrieu, rive gauche du Tech, 20.X.2010, *leg. & det.* GC, herb. GC10102011 (BBF).

Habitat : bordure d'un sentier dans l'humus d'une formation mésophile à *Arundo donax* L. d'arrière dune méditerranéenne.

Commentaire : ce *Lycoperdon* remarquable par sa couleur brune très foncée dès la jeunesse ne peut guère être confondu sur le terrain dans le contexte très méditerranéen de la réserve. Il existe à ce jour très peu de données en France pour cette espèce thermophile. Elle a été signalée par J. Guinberteau en 1999 à Préchac en Gironde puis par R. Chéreau en Loire-Atlantique (CHÉRAU 2008). Initialement décrite en zone tropicale et subtropicale en Afrique (DISSING & LANGE 1962), elle est actuellement connue d'Italie (SARASINI 2005 : 219) et d'Espagne (CALONGE *et al.* 2000), dans des boisements sableux, méditerranéens. Cette espèce occupe des lieux rudéralisés, on pourrait donc se poser la question d'une possible introduction récente.

Lyomyces griseliniae (G. Cunn.) Riebesehl & Langer (Incertae sedis)

Mayrinac-Lentour (46), Marais de Bonnefont, 15.XI.2023, alt. 340 m, *leg. & det.* CH, conf. GC, herb. CH23111508 (BBF).

Habitat : sur gaine morte en place de graminée (cf. *Bromopsis erecta* (Huds.) Fourr.), en pelouse sèche de coteau calcaire. Commentaire : nous devons la première récolte pour la région, du 25.X.2011 au Marais de Bonnefont, à M. Teresa Telleria (*leg. & det.*) et Margarita Dueñas (*det.*) du Jardin botanique de Madrid. L'écologie de cette espèce semble assez large, tantôt sur rachis de diverses fougères, branchette morte au sol d'essence arbustive ou sur tige d'herbacée, y compris hygrophile telle que le Roseau Phragmite.

Lyophyllum konradianum (Maire) Kühner & Romagn. (Lyophyllaceae)

Labassère (65), Lapenette, alt. 680 m, 12.VIII.2017, *leg.* M. Pélissier & GC, *det.* GC, herb. GC17081203 (BBF).

Habitat : forêt feuillue collinéenne hygrosclaphile sur sol riche dans un ravin d'un site ardoisier.

Commentaire : la plus proche récolte publiée de ce taxon apparemment méconnu provient de la région de Barcelone (ROCABRUNA & TABARÉS 2002 : 48). En France, on en trouve une mention publiée de Charente-Maritime (TANCHAUD 2013 : 32).

Macrolepiota phaeodisca Bellù (Agaricaceae)

Bertholène (12), Les Devèzes de Maymac, alt. 660 m, 19.XI.2003, *leg.* GC, *det.* J. Guinberteau, non conservée.

Argelès-sur-mer (66), Réserve naturelle du Mas Larrieu, 17.XII.2010, 28.XI.2011, 3.XI.2012, *leg. & det.* GC, herb. GC11112813 (BBF).

Habitat : prairie calcicole sèche (Bertholène), prairie pâturée, psammophile, arrière dunaire, méditerranéenne (Argelès).

Commentaire : Cette espèce thermophile, mais non strictement méditerranéenne ni littorale, comme l'atteste notre récolte aveyronnaise, est rarement citée dans la littérature. Elle est rapportée de Corse du sud par ROUX (2006 : 1001), et remonte sur le littoral atlantique au moins jusqu'en Charente-Maritime (TANCHAUD 2012). Nous l'avons illustrée dans notre étude de la réserve naturelle du Mas Larrieu (CORRIOL & HANNOIRE 2012 : 47).

Marcelleina pseudoanthracina (Donadini) R. Kristiansen & J. Moravec (Pezizaceae)

Portet-sur-Garonne (31), Réserve naturelle de Confluence, la Graverasse, alt. 145 m, 13.XI.2018, *leg. & det.* GC, herb. GC18111302 (BBF).

Habitat : sur bois mort de feuillu détrempé, très décomposé, en situation d'inondation temporaire dans une dépression d'une forêt alluviale de la Garonne.

Commentaire : espèce très peu citée dans la bibliographie et apparemment très rare. MORAVEC (1987 : 486) la dit très rare, très peu de stations connues en Europe. DOUGOUD (2002 : 27) en signale la première récolte pour la Suisse.

Microglossum tenebrosus V. Kučera, Tomšovský, Lizoň & F. Hampe (Leotiaceae)

Mayrinac-Lentour (46), Marais de Bonnefont, 16.X.2013, *leg.* CH, 2.XII.2014, herb. CH13101619, *leg.* GC, (BBF), GC14120203 (BBF), GC14120213 (BBF), 15.XI.2023, *leg. & det.* CH, herb. CH23111542 (BBF) Genbank PV843186.

Habitat : dans l'humus d'une pelouse calcicole, à l'étage collinéen en climat thermo-atlantique.

Commentaire : les récoltes, identifiées avant la publication de KUČERA *et al.* (2017), ont été antérieurement attribuées par erreur à *Microglossum nudipes* Boudier (CORRIOL & HANNOIRE 2015 : 23, 2018 : 112). La séquence obtenue et les caractères anatomiques sont conformes à la nouvelle espèce décrite par ces auteurs, qui en ont étudié des récoltes en provenance de Charentes et du Pas-de-Calais, de pelouses et buxais calcicoles.

Naucoria escharioides (Fr. : Fr.) P. Kumm (Hymenogastraceae)

Arcizans-Avant (65), bord du Gave d'Azun, 6.X.2017, *leg. & det.* GC, herb. GC17100611.

Habitat : dans l'humus actif d'une forêt feuillue riveraine hygrophile, sous *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.

Commentaire : la mention d'une espèce nouvelle pour la région sous ce nom pourra surprendre tant il a été utilisé, au moins dans l'école française, pour désigner un champignon très répandu qui doit désormais s'appeler *A. citrinella* P.-A. Moreau & A. de Haan (DE HAAN & MOREAU 2012). Il est difficile d'identifier parmi les nombreuses données figurant sous le nom de *A. escharioides* ss. *auct.*, lesquelles s'il en existe, pourraient effectivement appartenir à ce taxon dans le sens précisé par FERNANDEZ SASIA & MOREAU (2011 : 126). L'espèce qui nous intéresse ici a parfois été rapportée sous le nom de *N. luteolofibrillosa* (Kühner) Pilát, qui lui est en effet morphologiquement très semblable avec son voile très développé, mais a été décrit dans les buissons d'*Alnus alnobetula* (Ehrh.) K. Koch, des ubacs subalpins des Alpes. Sa présence hors de ce contexte et sans cet hôte mycorhizien reste à confirmer. En région Occitanie, une seule donnée rapportée sous ce nom par Henri Noguère en 2011 dans la réserve naturelle de Py (66) pourrait être attribuée à *N. escharioides*. C'est pourquoi nous mentionnons ici une observation attribuable sans ambiguïté à *N. escharioides* dans son sens actuel, taxon nettement moins répandu que *N. citrinella* et qui s'en distingue aisément par son abondant voile guirlandé sur le pied.

Omphalina microsperma Arnolds (Hygrophoraceae ? Lyophyllaceae ?)

Rebourguil (12), Puech Ventous, alt. 1650 m, 14.XI.2018, *leg. & det.* CH, herb. CH18111418 (BBF).

Habitat : pelouse pionnière xérophile méditerranéenne sur pépite rouge.

Commentaire : la position générique de cette espèce est douteuse, mais il ne s'agit vraisemblablement pas d'un véritable *Omphalina* ; l'appartenance au genre *Arrhenia* (famille des *Hygrophoraceae*) ou *Tephrocybe* (ss. *lato.*, *Lyophyllaceae*) serait à éprouver. Il en existe très peu de récoltes en France et aucune antérieurement en Occitanie. L'habitat xérophile pionnier des Rougiers du Camarès n'est pas surprenant pour cette espèce (ARNOLDS 1982 ; BON & MOREAU 1998). Ce taxon, très proche d'*Arrhenia baeospora* (Singer) Redhead, Lutzoni, Moncalvo & Vilgalys, s'en distingue notamment par sa saveur farineuse prononcée. On trouvera une photographie de cette récolte dans KESSLER *et al.* (2019 : 51).

Otidea minor (Boudier) Olariaga & K. Hansen (Otideaceae)
Bagnères-de-Bigorre (65), Bois d'Ordizan, alt. 1380 m, 6.VIII.2011, *leg.* GC, *det.* I. Olariaga, herb. GC11080602 (BBF).

Aulon (65), granges de Lurgues, alt. 1300 m, 24.VIII.2014, *leg.* M. Hairaud, *det.* N. Van Vooren, herb. NV2014.08.24 (in VAN VOOREN & CORRIOL 2015).

Habitat : au sol en sapinière montagnarde basophile (bois d'Ordizan), sous noisetier de recolonisation sur sol riche (Aulon).

Commentaire : cette espèce ne semblait plus avoir été rapportée en France depuis sa présentation par BOUDIER (1905-1910 : 182), sous le nom de *Otidea cantharella* var. *minor*, à partir d'une récolte de Forquignon en provenance d'une sapinière à la Bolle (Saint-Dié-des-Vosges). D'affinité boréale, elle semble n'avoir été récoltée par ailleurs que dans les pays scandinaves (HARMAJA 2009 : 46, sub nom. *O. subconcinna*, OLARIAGA *et al.* 2015 : 219).

Phaeoclavulina subdecurrens (Coker) Franchi & M. Marchetti (Gomphaceae)

Saint-Lary-Soulan, vallée du Rioumajou à Frédancon, alt. 1480 m, 14.IX.2018, *leg. & det.* GC, herb. GC18091409 (BBF).

Habitat : dans une accumulation épaisse de litière d'*Abies alba* Mill., en sapinière montagnarde basophile.

Commentaire : cette espèce saprotrophe d'accumulation d'humus (comme la plupart des *Phaeoclavulina*), semble à large distribution biogéographique comme en témoigne la récolte macaronésienne thermophile de VICENTE *et al.* (2010 : 122), par opposition à celle montagnarde psychrophile que nous rapportons, ainsi que celle de RAILLÈRE-BURAT & GANNAZ (2007 : 16). Bien que facilement identifiable sur le terrain par ses couleurs caractéristiques, elle est très peu rapportée et semble beaucoup plus rare que plusieurs autres *Phaeoclavulina*. On notera toutefois que la pigmentation lilacine de l'extrémité des rameaux semble photosensible et particulièrement remarquable chez les basidiomes partiellement enfouis.

Phaeogalera stagnina (Fr.) Pegler & T.W.K. Young (Strophariaceae)

Vialas (48), Mas de la Barque, alt. 1410 m, 13.VIII.1998, *leg. & det.* GC, herb. GC98081302.

Habitat : tourbière basse boréo-montagnarde, acidophile, parmi les sphaignes.

Commentaire : cette espèce à nettes affinités boréo-arctiques (GULDEN 1980 : 231, GULDEN *et al.* 1985 : 37, GULDEN 1987 : 188, GULDEN & VESTERHOLT 1999 : 704, GULDEN & HALLGRÍMSSON 2000 : 52), a été observée en France dans les Vosges (obs. pers., Lispach, 27.IX.1997, *leg. & det.* GC, herb. GC97092711), le Jura (KÜHNER 1935 : 187, FAVRE 1948 : 138), les Alpes du Nord (MOREAU 1995, 2002) et le Massif central (ROUX 2006 : 715, CHALANGE 2020 : 29, NOGUÈRE 2022). Notre observation lozérienne est la plus méridionale actuellement connue en France. Il est notable qu'elle n'ait à ce jour jamais été rapportée du massif pyrénéen plus méridional.

Phanerochaete jose-ferreirae (D.A. Reid) D.A. Reid (Meruliaceae)

Gerde (65), Castet, alt. 600 m, 26.III.2017, *leg. & det.* GC, herb. GC17032601.

Habitat : sur bois mort de feuillu au sol, en forêt feuillue

jeune, sur sol riche en bases.

Commentaire : BERNICCHIA & GORJÓN (2010 : 497), donnent une large répartition européenne pour cette espèce initialement décrite du Portugal, tout en la signalant très rare en Italie avec une unique récolte rapportée.

Phanerochaete tamariciphila Boidin, Lanquetin & Gilles (Phanerochaetaceae)

Argelès-sur-mer (66), Réserve naturelle du Mas Larrieu, 3.XI.2012, *leg. & det.* GC, herb. GC12110317 (BBF), 23.II.2017, *leg. & det.* CH, herb. CH17022302 (BBF).

Habitat : observé sur une large surface de tronc nécrosée d'un gros tamaris moribond.

Commentaires : Ce champignon corticié, était déjà connu de BOURDOT & GALZIN (1928) sur *Tamarix gallica* en provenance d'une plage d'Hyères (Var), sous le nom de *Peniophora cremea* var. *tamaricis*. BOIDIN *et al.* (1993) le signalent exclusivement sur *Tamarix* sp. en situation littorale, dans les départements des Pyrénées Atlantiques, Var, Loire Atlantique, Vendée, Morbihan, Finistère et Corse du Sud. Il est anatomiquement proche de *P. caccina* avec lequel nous l'avions dans un premier temps confondu, mais qui est un taxon lié au bois de conifère, de couleur brun chocolat. C'est Bernard Duhem qui a attiré notre attention sur l'existence de l'espèce « tamaricole ». Nous l'avons illustrée dans notre étude de la réserve naturelle du Mas Larrieu (CORRIOL & HANNOIRE 2012 : 50).

Phialina lachnibrachya (Desm.) Raitv. (Hyaloscyphaceae)
Gerde (65), Castet, alt. 600 m, 22.XI.2019, *leg. & det.* GC, herb. GC19112205 (BBF).

Habitat : sur feuille morte de *Crataegus* sp. pour la première récolte, sur feuille morte de *Acer platanoides* L. pour la seconde, dans la litière humide abritée sous une touffe de *Asplenium scolopendrium* L., en forêt feuillue collinéenne fraîchement exposée, sur sol riche.

Commentaire : on doit la première donnée régionale inédite à J.-P. Priou du plateau de Belcaire dans l'Aude en 2008, nous en ajoutons une deuxième du piémont nord-pyrénéen dans les Hautes-Pyrénées.

Phloeomana atropapillata (Kühner & Maire) Aronsen & Læssøe (Porotheleaceae)

Sariac-Magnoac (32), Picatens, alt. 300 m, 23.XI.2016, *leg. & det.* GC, herb. GC16112322 (BBF).

Simorre (32), coteaux de la Lauze sur la rive opposée de « Monlibos », alt. 220 m, 12.XI.2003, *leg. & det.* GC, herb. GC03111201.

Gréalou (46), La Borie & Pech Laglaire, alt. 380 m, 29.XI.2016, *leg. & det.* GC, herb. GC16112905 (BBF), GC16112921 (BBF).

Sepx (31), entre Pétouin et la Bourdette, alt. 400 m, 07.XII.2021, *leg. & det.* CH, herb. CH21120710 (BBF), PV959553.

Mayrinac-Lentour (46), Réserve naturelle du marais de Bonnefont, alt. 330 m, 15.XI.2023, *leg. & det.* CH, herb. CH23111523 (BBF), CH23111535 (BBF).

Villesèque (46), Coumes, alt. 280 m, 18.XI.2015, *leg. & det.* CH, herb. CH15111802 (BBF).

Habitat : pelouses sèches calcicoles et marnicoles.

Commentaire : cette espèce caractéristique des pelouses sèches n'est pas rare dans son habitat. Elle se devine sur le terrain à sa couleur brun sombre, sa papille noire et son pied souvent radicant. Anciennement placée dans la section *Hiemalis* Konrad & Maubl. du genre *Mycena* (Pers.) Roussel, à spores inamyloïdes, elle a été recombinaée dans le genre *Phloeomana* Redhead appartenant aux *Porotheleaceae*. Espèce sans doute méconnue, ce sont les seules mentions à notre connaissance pour la région Occitanie. À noter l'existence sous ce nom de deux espèces distinctes phylogénétiquement mais difficiles à séparer sur des bases morphologiques (ARONSEN 2002-2023).

Plicariella scabrosa (Cooke) Spooner (Pezizaceae)

Asté (65), vallon de Crastes, alt. 680 m, 23.IX.2017, *leg. & det.* GC, herb. GC17092309.

Habitat : au sol, dans une hêtraie calcicole à *Buxus sempervirens* L., de fond de vallon confiné.

Commentaire : il semble que l'on doive à J.-C. Deiana in COLLECTIF (2002 : 24), la première observation française de cette espèce, en provenance des Alpes du Nord. Une seule autre récolte est à ce jour référencée pour la France, en provenance du Cantal (VAN VOOREN 2018), qui semble être celle documentée dans VAN VOOREN (2014 : 43). Celle présentée par VAN VOOREN (2006 : 16) en revanche, appartient à une autre espèce rare avec laquelle elle peut être confondue : *P. flavovirens* (Fuckel) Van Vooren & Moyne, dont l'ornementation sporale est différente (verruces basses et obtuses) (voir VAN VOOREN & MOYNE 2012). La récolte bretonne signalée par COURTECUISE *et al.* (1986 : 5) sous le nom de *Peziza scabrosa* Cooke pourrait également appartenir à ce dernier taxon étant donné la description d'un hyménium à reflet verdâtre.

Podophacidium xanthomelum (Pers.) Kavina (Dermataceae)

Le Pla (09), Mouillère du Pla, alt. 1470 m, 15.X.2021, *leg.* CH, *det.* CH & GC, herb. CH21101502 (BBF).

Habitat : sur un mélange de tourbe et de litière de bryophytes, callune et *Pinus uncinata* Ramond ex DC.

Commentaire : cette espèce d'Hélotiale d'aspect remarquable floriforme présente des apothécies grégaires jusqu'à 3 mm, de couleur jaune, à marge brune denticulée (BOUDIER 1910, MEDARDI 2012, RUBIO 2021). Saprotrophe, elle colonise la litière de divers conifères. Il s'agit de la première et seule mention en Occitanie. Elle est en revanche bien représentée dans l'arc alpin, et signalée aussi en Haute-Loire, dans l'Ain et le Doubs.

Psathyrella citerinii Eyssart. (Psathyrellaceae)

Argelès-sur-mer (66), Réserve naturelle du Mas Larrieu, 3.XI.2012, *leg. & det.* GC, herb. GC12110314 (BBF).

Habitat : dune fixée eutrophe méditerranéenne à *Bassia prostrata* (L.) Beck

Commentaire : nous avons cité cette récolte sous le nom de *P. effibulata* dans notre étude de la réserve naturelle du Mas Larrieu (CORRIOL & HANNOIRE 2012 : 50) ; après une étude comparative plus poussée (CORRIOL, à paraître), suite à une récolte de *P. effibulata* également citée dans cet article, il semble en réalité qu'elle devrait être attribuée à *P. citerinii*.

Pseudobaeospora brunnea Arauzo, P. Iglesias & J. Fernández (Tricholomataceae)

Bagnères-de-Bigorre (65), Mespous, alt. 820 m, 5.XI.2007, *leg.* & *det.* GC, herb. GC07110501 (GC). Genbank PV843250.

Saint-Pé-de-Bigorre (65), la Génie Braque, alt. 420 m, 20.X.2008, *leg.* & *det.* GC, herb. GC08102009 (GC). Saint-Lary-Soulan (65), Rioumajou, Pont Tisé, alt. 1120 m, 1.IX.2022, *leg.* M. Pélissier & GC, *det.* GC, herb. GC22090127 (BBF), Genbank PV843232.

Habitat : humus de vieille buxaie sur sol basique en situation confinée.

Commentaire : la récolte GC07110501 avait été prise pour une forme décolorée de *P. cyanea* Arnolds, Tabarés & Rocabruna (CORRIOL & HANNOIRE 2018 : 66) du fait de la présence de cette dernière espèce à micro-anatomie proche, sur la même localité. Le séquençage de la récolte du Rioumajou nous a enlevé tout doute quant à la présence en Europe tempérée de *P. brunnea* initialement décrite des Canaries (ARAUZO 2011 : 140) ; les séquences de moindre qualité obtenues des deux autres récoltes se sont montrées conformes ; les premières récoltes françaises, anatomiquement tout à fait conformes, sont dues à MOYNE & MOINGEON (2018) en provenance du Doubs.

Pseudobaeospora calcarea Cléménçon & Ayer (Tricholomataceae)

Arcizans-Avant (65), bord du Gave d'Azun, 9.XI.2018, *leg.* & *det.* GC, herb. GC18110902 (BBF). Genbank PV843254. Habitat : frênaie-tillaie-ormaie alluviale sur sol riche en bases.

Commentaire : cette espèce semble n'avoir fait l'objet que de très peu de citations depuis sa récolte princeps en vallée du Rhône suisse (CLÉMENÇON & AYER 2007). Nous disposons d'une autre récolte du 7.X.2000, *leg.* & *det.* GC, sans doute la première française, antérieure à la description formelle de l'espèce, en provenance de Buthiers en Seine-et-Marne (avec diapositive, mais exsiccatum malheureusement détruit par les insectes).

Pseudobaeospora celluloderma Bas (Tricholomataceae)

Argelès-Gazost (65), Arrieulat, 8.X.2020, *leg.* & *det.* GC, herb. GC20100804 (BBF). Genbank PV843255

Habitat : aulnaie-frênaie mésohygrophile plantée de mélèzes sur sol riche en bases.

Commentaire : de cette espèce discrète décrite en 2002 sur le base de récoltes anglaises, finlandaise, allemandes et suédoise (BAS 2003), on trouve par ailleurs mention dans la littérature en Slovaquie (ADAMČÍK *et al.* 2007). En France, elle semble seulement connue d'une récolte unique autre

récolte de 2004 par P.-A. Moreau en boisement arrière dunaire du Pas-de-Calais (COURTECUISSÉ & LÉCURU 2006 : 136).

Pseudobaeospora pyrifera Bas & L. G. Krieglst. (Tricholomataceae)

Moncaup (31), Calem, 7.X.2015, *leg.* GC & M. Dourau, herb. GC15100703 (BBF). Genbank PV843251

Arcizans-Avant (65), bord du Gave d'Azun, 6.X.2017, 15.X.2021, *leg.* & *det.* GC, herb. GC17100607 (BBF), GC21101503. Genbank PV843252

Habitat : pelouse maigre, collinéenne, pâturée, sur rochemère hyperbasique (Iherzolite) (Moncaup), frênaie-tillaie-ormaie alluviale sur sol riche en bases (Arcizans-Avant).

Commentaire : la récolte de Maucap constitué d'un matériel très maigre, avait été publiée dans CORRIOL & HANNOIRE (2018 : 66) sous le nom de *Pseudobaeospora dichroa* Bas f. *dichroa*. Une séquence ITS obtenue s'est avérée conforme à une séquence de *P. pyrifera* disponible dans Genbank (AF391034) et à la séquence obtenue pour une récolte des récoltes d'Arcizans-Avant, toutes deux parfaitement identifiables anatomiquement au rare *P. pyrifera*. L'espèce semble très rare en France. On en doit les premières mentions aux mycologues franc-comtois (CHAILLET *et al.* 2007, MOYNE *et al.* 2007 : 22). Nous pouvons en trouver une mention documentée en Charente-Maritime (TANCHAUD 2016). Plus proche de notre observation, l'espèce a été observée en Espagne, en Biscaye (ARAUZO 2011 : 158).

Pulverulina praticola (Kuyper, Arnolds & P.-J. Keizer) Chalange & P.-A. Moreau (Porothelaceae)

Esperce (31), Pélèchenne, alt. 330 m, 19.XI.2024, *leg.* A. Paris & GC, *det.* GC, herb. GC24111912 (BBF), Genbank PX369537.

Habitat : prairie pâturée thermo-atlantique.

Commentaire : la récente publication de CHALANGE & MOREAU (2023), nous avait permis de supposer l'appartenance de cette récolte au genre *Pulverulina*. Nous hésitions cependant à la rattacher à *P. praticola* car nous avons observé la présence de boucles dans ses tissus et la base des basides. Les résultats moléculaires que nous avons obtenus sont sans appel et il nous faut conclure à la variabilité intraspécifique de ce caractère. Cela n'est pas trop surprenant étant donné que la deuxième espèce européenne retenue dans le genre par CHALANGE & MOREAU (2023) en est pourvue. En France, l'espèce n'est connue que des deux récoltes citées par ces auteurs, des Yvelines et du Loiret.

Ramaria praecox Schild (Gomphaceae)

Bagnères-de-Bigorre (65), Bois d'Ordizan, alt. 1350 m, 17.V.2020, 19.V.2023, *leg.* & *det.* GC, herb.

GC20051704, Genbank PV843205, GC23051903 ; Bois de Pouzac aux cabanes de l'Aya, alt. 1290 m, 9.V.2021, *leg.* & *det.* GC, herb. GC21050902.

Belvis (11), La Loube Pelade en forêt de Callong-Mirailles, alt. 990 m, 3.V.2007, *leg.* & *det.* GC, herb.

GC07050302,

Habitat : au sol, sapinière montagnarde basiphile.

Commentaire : cette espèce pourtant spectaculaire, et remarquable par sa poussée printanière dans des forêts résineuses de montagne, semble peu répertoriée. Outre la récolte princeps en provenance du canton de Fribourg en Suisse, on trouve sur l'internet quelques mentions dans les Alpes et le Massif central français.

Ramaria obtusissima var. *scandinavica* R.H. Petersen (Gomphaceae)

Saint-Lary-Soulan (65), Rioumajou, alt. 1240 m, 1.IX.2022, leg. & det. M. Pélissier & GC, herb. GC22090114 (BBF).

Habitat : au sol, sapinière montagnarde basiphile.

Commentaire : si l'on se réfère au travail de PETERSEN (1989), avec la clé des taxons à spores lisses, on arrive directement sur *R. obtusissima* var. *scandinavica* pour notre récolte ; en revanche, avec la clé de GANNAZ & RAILLÈRE-BURAT (2017), on peut hésiter avec un taxon nommé *R. rasilispora* var. *scatesiana* Marr & D.E. Stuntz ; d'après PETERSEN (1989), ce dernier taxon à spores plus petites serait exclusivement nord-américain ; notre récolte avec des spores de 9,8-11,7 × 4,0-5,0 µm est plus compatible avec *R. obtusissima* var. *scandinavica* (largeur de spores donnée 4-4,7 µm contre 3,2-4,3 chez *R. rasilispora* var. *scatesiana*). Elle correspond bien avec la macromorphologie assez caractéristique, à ramifications en U, rugueuses, à extrémités très obtuses, "en molaïres" et ses teintes ternes, décrite pour ce taxon par PETERSEN (1989). Ce taxon d'affinités boréo-montagnarde semble nouveau pour la chaîne pyrénéenne.

Ramaria spinulosa (Pers.) Quél. (Gomphaceae)

Aragnouet (65), sapinière de Couplan, alt. 1580 m, 8.IX.2018, leg. & det. GC, herb. GC18090810 (BBF), Habitat : au sol en hêtraie-sapinière montagnarde basiphile.

Commentaire : cette espèce méconnue à couleur terne, spores courtes et dépourvue de boucles, semble méconnue ; on trouve une mention antérieure peu documentée dans les Pyrénées en vallée de Bénasque (DANIÈLS 2016 : 49).

Repetobasidium erikssonii Oberw. (Hydnaceae)

Bagnères-de-Bigorre (65), ravin de la Tapère, alt. 690 m, 31.X.2017, leg. & det. GC, herb. GC17103101 (BBF).

Gerde (65), Castet, alt. 600 m, 25.X.2018, 30.XI.2024, leg. & det. GC, herb. GC18102506 (BBF).

Habitat : étage collinéen, sur bois mort de *Buxus sempervirens* L., dans un profond ravin calcaire très confiné (Bagnères), sur tronc pourri de *Prunus avium* (L.) L. en jeune forêt feuillue en exposition fraîche.

Commentaire : hormis quelques mentions dans des bases de données en ligne, cette espèce semble peu documentée pour la France. ERIKSSON *et al.* (1981 : 1257) l'ont signalée seulement d'Allemagne et de Norvège. BERNICCHIA & GORJÓN (2010 : 574) ajoutent la Suède et la France. Le substrat sur *Buxus* de notre récolte semble original.

Resupinatus rouxii Consiglio & Setti (Pleurotaceae)

Binos (31), bois de la Réouère, alt. 1200 m, 13.X.2009, leg.

& det. CH, herb. CH09101307 (BBF).

Aulus-les-Bains (09), coume en rive droite du Mériquie à Coumebière alt. 1470 m, 04.X.2021, leg. & det. CH, herb. CH21100414 (BBF).

Habitat : hêtraie montagnarde sur bois mort de *Fagus sylvatica* L.

Commentaire : cette espèce de description récente (2018) est rarement mentionnée ; elle était antérieurement connue par les auteurs français sous le nom de *Resupinatus applicatus sensu* P. Roux (ROUX 2006 : 317), et sous ce binôme se cachent encore sans aucun doute plusieurs données de *R. rouxii*. Ces deux récoltes, les seules à notre connaissance pour l'Occitanie, s'ajoutent en France à celle décrite par ROUX (2006) en provenance du Rhône. En Europe, elle est par ailleurs connue des Asturies, d'Autriche et d'Allemagne, où elle fait l'objet d'une seule mention, sur le même hôte.

Russula emetica var. *pseudolongipes* Moëgne-Loec. & Reumaux (Russulaceae)

Bolquère (66), Pla de Barrès, alt. 1650 m, 19.IX.2018, leg. & det. GC, herb. GC18091901 ; Quérigut (09), forêt domaniale des Ares, 20.IX.2018, leg. & det. René Chalange & GC, non conservée.

Habitat : pineraie de *Pinus uncinata* Ramond ex DC. subalpine acidophile, mésophile.

Commentaire : cette russule actuellement attestée en Occitanie dans les Pyrénées-Orientales et l'Ariège, semble fréquente en Capcir (CORRIOL 2019). Une donnée antérieure de 1998 en vallée d'Aure (65), signalée par la Société mycologique des Landes sous le nom de *Russula emetica* var. *longipes* (Singer) Romagn. pourrait potentiellement appartenir à ce taxon.

Simocybe rhabarbarina L. Poli, Musumeci & P. Alvarado (Crepidotaceae)

Saint-Pé-de-Bigorre (65), Génie Braque, alt. 500 m, 20.IX.1996, leg. J. Vivant, det. GC, idem, 26.X.1996, leg. C. Girard, 16.X.2019.

Arcizans-Avant (65), bord du Gave d'Azun, 6.X.2017, leg. & det. GC, herb. GC17100614 (BBF), Genbank PQ655045.

Habitat : sur bois mort de feuillu, dans des forêts confinées sur sol riche à l'étage collinéen océanique tempéré.

Commentaire : cette espèce récemment décrite de Lombardie en Italie par POLI *et al.* (2015), est un véritable piège ; sa saveur amère, ses basides bisporiques et l'anatomie de ses spores et de ses cystides prêtent à confusion avec le genre *Pleuroflammula* Singer, en particulier *P. raggazziana*, espèce qui a été occasionnellement citée en Europe (HÉRIVEAU & COURTECUISSÉ 1995, LAGO ÁLAVREZ 2008 : 293). La couleur pâle du revêtement du chapeau (et non rouille) et l'absence d'armille chez *Simocybe rhabarbarina* permettent d'éviter la confusion. Les récoltes publiées par VIVANT (1997 : 21) sous le nom de *Pleuroflammula raggazziana*, en provenance de la Génie Braque, décrites à chapeau blanchâtre et dessinées avec un pied non armillé correspondent très probablement à ce taxon. Une récolte effectuée le 16.X.2019 dans la Génie Longue à Saint-Pé-de-

Bigorre, que nous avons vue fraîche, appartient également probablement à ce même taxon.

Sphaerobasidium minutum (J.Erikss.) Oberw. ex Jülich (Tubulicrinaceae)

Gerde (65), Castet, alt. 600 m, 2.V.2020, *leg. & det.* GC, herb. GC20050203 (BBF).

Bagnères-de-Bigorre (65), Chiroulet, alt. 1100 m, 19.VIII.2023, *leg. & det.* GC, herb. GC23081902 (BBF).

Habitat : sur bois pourri et fortement imbibé en forêts collinéenne et montagnarde.

Commentaire : espèce discrète, mais apparemment ubiquiste.

Tephrocye palustris (Peck) Donk (Lyophyllaceae)

Saint-Etienne-du-Valdonnez (48), Etang de Barandon, 1380 m, 20.VII.1998, *leg. & det.* GC, herb. GC98072001.

Sousceyrac (46), tourbière de Mourèze, 510 m, 5.VI.2013, *leg.* M. Infante & P. Heras, *det.* GC, 2.IX.2015, *leg. et det.* CH, herb. CH15090204 (BBF).

Habitat : Dans les sphaignes, en tourbière acidophile atlantique, plus ou moins ombrophile.

Commentaire : ces deux localités, lozérienne et lotoise constituent les plus méridionales connues en France pour cette espèce à affinité boréale, parasite des sphaignes (REDHEAD 1981, UNTIEDT & MÜLLER 1985).

Tephroderma fuscopallens Harmaja (Tricholomataceae)

Blandas (30), Causse de Blandas, alt. environ 700 m, 31.X.2012, *leg. & det.* GC, herb. GC12103101.

Habitat : dans la litière de Pin planté sur sol calcaire à l'étage supraméditerranéen.

Commentaire : nous avons préalablement identifié cette récolte sous le nom de *Clitocybe strigosa* Harmaja. C'est un compte-rendu d'une récolte savoyarde de Maurice Durand de *Tephroderma fuscopallens* qui nous a mis la puce à l'oreille (DURAND 2016). Ce taxon a été décrit en 2014 sur la base de récoltes alsaciennes d'une clairière de chênaie-charmaie-hêtraie sur alluvions grossières plus ou moins carbonatées, par MUSUMECI & CONTU (2014). Notre récolte présente une trame piléique à hyphes à paroi épaisse et un épicutis gélifié, caractères diagnostiques permettant de distinguer le genre *Tephroderma* des *Clitocybe* gris hygrophanes très ressemblants du sous-genre *Pseudolyophyllum* Singer, auquel *C. strigosa* est traditionnellement rattaché (BON 1997). La question de la synonymie entre *T. fuscopallens* et *C. strigosa* reste toutefois ouverte.

Trichoglossum walteri (Berk.) E.J. Durand (Geoglossaceae)

Ancizan (65), vallon de la Prade, alt. 1190 m, 15.X.2016, *leg. & det.* GC, herb. GC16101508 (BBF).

Habitat : pelouse maigre ancienne pâturée, acidocline, montagnarde.

Commentaire : espèce apparemment très rare, dont nous n'avons pas trouvé de mention non plus dans les régions limitrophes de l'Occitanie. En la frontalière Espagne, elle

ne semble rapportée que des Îles Baléares (IGLESIAS 2007 : 49, SIQUIER *et al.* 2011 : 3).

Tubaria lilliputiana P.-A. Moreau & Borgarino (Tubariaceae)

Brissac (34), Massif du Bois de Monnier, Mas de Verdier, alt. 200 m, 01.XI.2012, *leg. & det.* GC, herb. GC12110104.

Habitat : dans la litière d'une chênaie verte méditerranéenne à humus actif.

Commentaire : il s'agit de la première observation pour la France métropolitaine de cette espèce décrite de Corse et probablement présente par ailleurs au Maroc (MOREAU *et al.* 2007).

Tulasnella helicospora Raunk. (Tulasnellaceae)

Gerde (65), Castet, alt. 600 m, 28.XII.2023, *leg. & det.* GC, herb. GC23122803 (BBF).

Habitat : sur tige morte de *Clematis vitalba* L., en forêt feuillue collinéenne pionnière en exposition fraîche, sur sol basique.

Commentaire : ROBERTS (1992 : 234) signalait la première récolte de cette discrète espèce pour la Grande-Bretagne. Toutefois, il est possible que les basidiomes de cette espèce passent la plupart du temps inaperçus comme le suggère la détection fréquente de l'espèce par des méthodes moléculaires comme symbiote mycorhizien d'orchidées terricoles (CALEVO *et al.* 2020).

5. Autres récoltes remarquables

Callistosporium pinicola Arnolds (Biannulariaceae)

Altier (48), bois du Cougnet, alt. 1160 m, 18.VIII.1998, *leg. & det.* GC, herb. GC98081802.

Habitat : sur gros tronc d'*Abies alba* Mill. au sol en situation confinée et humide, en stade avancé de décomposition en vieilles sapinière-hêtraies montagnardes.

Commentaire : nous avons signalé les premières récoltes de ce taxon dans les Pyrénées (CORRIOL & HANNOIRE 2018), cette donnée lozérienne la plus ancienne à l'échelle de la nouvelle région, étend son aire occitane au Massif central. Ici comme dans les Pyrénées, elle a été observée sur bois de sapin dans une vieille sapinière à haute qualité écologique.

Calvatia candida (Rotsk.) Hollós (Lycoperdaceae)

Argelès-sur-mer (66), rive gauche du Tech, Réserve naturelle du Mas Larrieu, 20.X.2010, *leg.* GC, *det.* S. Poumarat, herb. GC10102014 (BBF).

Habitat : friche sableuse issue d'un ancien verger en arrière littoral méditerranéen.

Commentaire : cette espèce méditerranéenne ou steppique semble très rare en France ou elle est signalée pour le moment d'un site prestigieux pour sa richesse en basidiomycètes gastéroïdes dans le massif de Maures (DEMOULIN 1983 : 15), d'une station du cap Corse (MOYERSON & DEMOULIN 1996 : 37 et 103) et des Pyrénées-Orientales (d'origine non

précisée, citée dans ces deux précédentes publications). Notre observation permet d'actualiser la donnée pour ce département ainsi que d'en préciser une localité. En Italie, cette espèce semble moins rare, bien que peu fréquente (SARASINI 2005 : 156). Nous l'avons illustrée dans notre étude de la réserve naturelle du Mas Larrieu (CORRIOL & HANNOIRE 2012 : 43).

Clitopilopsis hirneola (Fr.) Kühner ex Konrad & Maubl. (Entolomataceae)

La Malène (48), corniches de la Malène, alt. 900 m, 10.X.1998, *leg. & det.* GC, herb. GC98101008.

Soulan (09), forêt de Soulan, alt. 1100 m, 27.VI.1996, *leg. & det.* J. Fournier.

Antras (09), forêt de l'Isard, alt. 1400 m, 31.VIII.1996, *leg. & det.* N. de Munnik.

Aucun (65), col de Spandelle, alt. 1350 m., 18.X.2019, *leg.* CH, *det.* GC, non conservé.

Bagnères-de-Bigorre (65), Chiroulet, alt. 1040 m, 23.X.2019, *leg. & det.* GC, herb. GC19102312 (BBF).

Campan (65), Sarrat de Bon, alt. 1250 m, 1.X.2021, *leg. & det.* GC, herb. GC21100108.

Habitat : pelouses xérophiles orophiles à tendance basophile.

Commentaire : la première mention de cette rare espèce pour l'Occitanie a été publiée par MARTIN-SANS (1933 : 489), sous le nom de *Clitocybe hirneola* Fr. de Saint-Lary-Soulan (65), haut du Bois de Caneilhe, à une altitude probablement > 1500 m. Il est intéressant de constater que cette espèce, répandue en zone boréale en Scandinavie (NOORDELOOS 2008 : 493 et obs. pers.) et se retrouvant plus disséminée à l'étage montagnard en Europe néoméditerranéenne, se retrouve également dans des environnements sous influence climatique orophile méditerranéenne, comme la récolte lozérienne du Causse Méjean, mais aussi la récolte des cédraies de l'atlas algérien de R. Kühner et R. Maire in MAIRE (1938 : 114) sous le nom de *Clitopilopsis arthrocystis* Kühner & Maire, qui semble être la plus méridionale connue.

Coprinopsis martinii (J. Favre ex P.D. Orton) Redhead, Vilgalys & Moncalvo (Psathyrellaceae).

Altier (48), Mont Lozère, le Grand Clapier, alt. 1590 m, 5.X.1998, *leg. & det.* GC, herb. GC98100510.

Habitat : sur chaumes de *Carex* dans les sphaignes d'une petite tourbière montagnarde acidophile.

Commentaire : les seules données actuellement documentées pour l'Occitanie proviennent toutes des Pyrénées centrales dans le département des Hautes-Pyrénées (CORRIOL & HANNOIRE 2018 : 79), cette donnée lozérienne est remarquable pour une espèce qui ne semble pas avoir été trouvée par ailleurs dans le Massif central.

Cortinarius diabolicorigens Bohus (Cortinariaceae)

Betchat (09), le Clot, alt. 450 m, 12.XI.2019, *leg.* GC, herb. GC19111201 (BBF), Genbank PV843200.

Barjac (09), les Barrals, alt. 460 m, 9.XI.2020, *leg. & det.*

GC, herb. GC20110904 (BBF).

Mauvezin (65), Beyrière, alt. 360 m, 27.X.2020, *leg. & det.*

GC, herb. GC20102710 (BBF).

Habitat : chênaie-hêtraie-(charmaie) basophile (marnicole), collinéenne, thermo-atlantique.

Commentaire : ce cortinaire grêle des feuillus de la section *Duracini* est probablement plus méconnu que rare ; nous l'avons observé en grand nombre sur ses stations. La récolte connue la plus proche de la région semble être celle du Puy-de-Dôme publiée par EYSSARTIER & BIDAUD (2023 : 28).

Cortinarius elaphinicolor Carteret (Cortinariaceae)

Gerde (65), Castet, alt. 610 m, 17.XI.2023, *leg.* GC, herb. GC23111705 (GC), Genbank PV843246.

Habitat : hêtraie-chênaie-tillaie collinéenne sur sol riche en exposition fraîche.

Commentaire : décrit d'une chênaie-châtaigneraie des Yvelines en 2014 (BIDAUD *et al.* 2004), ce *Telamonia* proche de *C. milvinicolor* Moëgne-Locc. & Reumaux, mais à teintes non olivâtres et à spores plus petites, a été retrouvé aux Pays-Bas (KUYPER *et al.* 2024 : 418) en Scandinavie (BRANDRUD *et al.* 2023 : 27). Ces derniers auteurs signalent la première récolte en région Occitanie, en provenance de Bédarieux (Hérault).

Cortinarius rigidipes M.M. Moser (Cortinariaceae)

Mauvezin (65), Cassoua, alt. 400 m, 25.XI.2023, *leg. & det.* GC, herb. GC23112501 (BBF), Genbank PV843248.

Habitat : plantations de sapin en substitution de hêtraie-chênaie marnicole collinéenne confinée.

Commentaire : *C. rigidipes* est une espèce probablement assez courante dans les forêts résineuses sur sol basique, y compris dans les plantations ; elle est sans doute méconnue en région Occitanie où la première et unique autre récolte (*in* Fongibase, sans précision d'auteur), est rapportée de la commune de Saint-Laurent-le-Minier (30).

Cortinarius scaurocaninus Chevassut & Rob. Henry (Cortinariaceae)

Betchat (09), le Clot, alt. 450 m, 12.XI.2019, *leg.* GC, herb. GC19111203 (BBF), Genbank PV843202.

Habitat : chênaie-hêtraie-charmaie basophile (marnicole), collinéenne, thermo-atlantique.

Commentaire : cette espèce décrite sous *Quercus suber* L. dans la région de Montpellier (CHEVASSUT & HENRY 1982 : 23) est synonymisée par LIIMATAINEN *et al.* (2014) à *C. glaucopus* f. *ingratus* Moëgne-Locc. Ce taxon décrit sur la base de récoltes francilienne et haut-savoyarde en chênaies-charmaies calcicoles (BIDAUD *et al.* 2008, fiche 904), s'avère non strictement méditerranéen. La synonymie avec *C. olidovolvatus* Bon & Trescol est suggérée avec prudence ("*s. auct.*") par SCHMIDT-STOHN *et al.* (2016 : 81) et par des séquences disponibles sous ce nom dans Genbank (MN596203, KJ421149, KJ420996). L'holotype de cette espèce méridionale thermophile provient de Bédarieux (34) (BON & TRESOL 1988) ; largement retrouvé par la suite, il remonte par la bordure thermophile sud-ouest du Massif

central jusque dans les Deux-Sèvres (DELAPORTE 1994 : 443) et dans l'est est signalé au moins jusque dans l'Ain (BIDAUD *et al.* 2008, fiche 906) ; il est observé sous Chêne vert dans les Pyrénées-Orientales dès 1986 (Trescol *in* BON 1992 : 54) et est bien représenté de l'autre côté des Pyrénées, y compris sur sol acide avec *Quercus suber* L. (GUTIÉRREZ & VILA 2001 : 9, BALLARÀ *et al.* 2007 : 74). Quoi qu'il en soit, notre récolte est la première pour le versant nord de la partie centro-occidentale des Pyrénées.

Cortinarius saniosus (Fr. : Fr.) Fr. (Cortinariaceae)
Campan (65), bois de Niclade, alt. 1200 m, 29.X.14, *leg. & det.* GC, herb. GC14102901 (BBF), Genbank PV843184; Gerde (65), Castet, alt. 600 m, 1.X.2017, *leg. & det.* GC, herb. GC17100101 (BBF).
Habitats : forêts mêlées collinéennes et montagnardes.
Commentaire : nous ajoutons des données moléculaires pour la récolte salicicole hygrophile de Campan déjà citée dans CORRIOL & HANNOIRE (2018 : 83), ainsi qu'une nouvelle récolte en feuillus mésophiles, mais moléculairement conforme.

Dissoderma paradoxa (A.H. Smith & Singer) Singer (Squamanitaceae)
Ancizan (65), vallon de la Prade à Payolle, alt. 1190 m, 8.X.2014, *leg. & det.* GC, herb. GC14100803 (BBF), Genbank PV843182.
Capvern (65), aire d'autoroute du Lac Saint Martin, 13.XI.2018, *leg. & det.* GC, non conservée.
Habitat : sur carpophores tératogènes de *Cystoderma amianthinum* (Scop.) Fayod en pelouse maigre montagnarde ancienne (Ancizan) et en plantation résineuse à l'étage collinéen (Capvern).
Commentaire : en plus du site de Payolle qui constituait l'unique bastion régional connu pour cette rare espèce (CORRIOL & HANNOIRE 2018 : 139), et d'où nous avons obtenu une séquence ITS, nous signalons une nouvelle commune, dans un habitat beaucoup plus banal.

Entoloma inusitatum Noordel., Enderle & H. Lammers (Entolomataceae)
Ossen (65), Pont des Moules, alt. 490 m, 23.IX.2017, *leg. & det.* GC, herb. GC17092305, Genbank PV843193 (ITS) et PV833210 (LSU).
Habitat : forêt feuillue collinéenne hygrosclaphile sur sol riche dans un ravin d'un site ardoisier.
Commentaire : on doit à J.-C. Malaval, de l'Hérault, en 2009⁴, la première récolte française de cette espèce très peu citée. KOKKONEN (2015 : 37) en a étudié une récolte de 2012 en provenance des Yvelines. La première observation pyrénéenne est due à ESTEVE-RAVENTÓS *et al.* (1999 : 136), qui en publie une bonne photo (p. 142). Elle passe probablement inaperçue par sa ressemblance macroscopique avec plusieurs espèces beaucoup plus fréquentes du groupe de *Entoloma rhodopolium* (Fr.) P. Kumm.

Hygrocybe aurantiosplendens R. Haller (Hygrophoraceae)
Labassère (65), à l'ouest de Hountalade, alt. 720 m, 19.XI.2022, *leg. & det.* M. Pélissier & GC, herb. GC22111902 (BBF), Genbank PV843240
Habitat : prairie pâturée ancienne à l'étage collinéen sous climat atlantique.
Commentaire : cette rare espèce fait partie des bons indicateurs d'ancienneté des prairies maigres.

Hygrocybe calyptriformis (Berk.) Fayod (Hygrophoraceae)
Mérilheu (65), au nord de Bérot, alt. 454 m, 27.XI.2021, *leg. & det.* C. Bergès, conf. GC, non conservé.
Bagnères-de-Bigorre (65), Sarraméa, alt. 680 m, 17.XI.2020, *leg. & det.* M. Pélissier, non conservé.
Labassère (65), à l'ouest de Hountalade, alt. 730 m, 19.XI.2022, *leg. & det.* M. Pélissier & GC, herb. GC22111901 (BBF), Genbank PV843239
Habitat : prairies pâturées anciennes à l'étage collinéen sous climat atlantique.
Commentaire : aux données signalées antérieurement (CORRIOL & HANNOIRE 2018 : 141), nous ajoutons d'intéressantes observations récentes sur trois localités dans les Hautes-Pyrénées, ainsi qu'une séquence ITS pour l'une d'entre elles.

Hygrocybe substrangulata (P.D. Orton) P.D. Orton & Watling (Hygrophoraceae)
Roquefeuil (11), tourbière du Pinet, 875 m, 14.X.2008, *leg. & det.* GC, herb. GC08101405.
Habitat : dans la tourbe brune acide en périphérie d'une tourbière haute active.
Commentaire : on doit à Serge Poumarat les premières observations occitanes dans les Pyrénées-Orientales de cette espèce turficole en cette même année 2008 sur plusieurs zones tourbeuses à proximité du lac des Bouillouses à Angoustrine-Villeneuve-des-Escalades et en lande acide de l'étage subalpin supérieur en vallée d'Eyne (POUMARAT 2010 : 15).

Lepiota cingulum Kelderman (Agaricaceae)
Arcizans-Avant (65), rive du Gave de d'Azun, 9.XI.2018, *leg. & det.* GC, non conservé.
Mauressac (31), Coustalac, alt. 210 m, 19.XI.2024, *leg.* A. Paris & GC, *det.* GC, conf. R. Chalange, herb. GC24111908 (BBF), Genbank PX369534.
Habitat : hêtraie-chênaie collinéenne sur sol riche issu de roche-mère calcaire.
Commentaire : à la première récolte signalée par nous pour l'Occitanie en provenance de Mauvezin dans les Hautes-Pyrénées (CORRIOL & HANNOIRE 2018 : 109), nous ajoutons deux nouvelles récoltes. Cette Lépiote semble rare si l'on en croit le faible nombre de départements dans laquelle elle a été signalée en France, essentiellement en Île-de-France et Poitou-Charente (BOISSELET *et al.* 2001, TANCHAUD 2024, Fongibase).

⁴ <https://sinp-occitanie.fr/atlas/espece/462188>

Lepiota nigrescentipes G. Rioussset (Agaricaceae)

Saint-Sulpice-sur-Lèze (31), parc de la ville, alt. 190 m, 19.XI.2024, *leg.* Anne Paris & GC, *det.* GC, herb. GC24111902 (BBF), Genbank PX369530.

Habitat : sous *Quercus ilex* L. planté, dans un parc urbain. Commentaire : rares sont les observations de cette lépiote thermophile méridionale décrite des Bouches-du-Rhône sous *Quercus ilex* L. et *Pinus halepensis* Mill. (BON & RIOUSSET 1992 : 68) ; en France, on n'en trouve que deux autres mentions : à nouveau dans les Bouches-du-Rhône, à Marseille, dans la litière de Cyprès d'un jardin (RIOUSSET & FOUCHIER 1995 : 7), et plus récemment en 2021, dans la région, à proximité de Carcassonne (Eric Diaz *in* Fongibase). Elle est connue par ailleurs en Espagne, à Madrid sous *Cupressus sempervirens* L. et sous *Pinus halepensis* Mill. (CABALLERO & MUÑOZ 2011), et dans les Baléares (SALOM & SIQUIER 2009 : 38), sous différents arbustes méditerranéens, Pin d'Alep, Olivier sauvage, *Juniperus phoenicea* L. Notre récolte toulousaine semble être la plus éloignée de son centre de gravité méditerranéen.

Lepiota setulosa J.E. Lange *sensu auct. gall.* (Agaricaceae)

Saint-Lary-Soulan (65), vallée du Rioumajou à Frédancon, alt. 1480 m, 14.IX.2018, *leg. & det.* GC, herb. GC18091413, Genbank PV843195.

Habitat : litière épaisse de sapinière basiline montagnarde. Commentaire : il n'existe aucune séquence à ce jour dans Genbank ou Unite correspondant à cette espèce bien circonscrite par l'école française à la suite de BON (1993), dont moins d'une dizaine de récoltes sont rapportées en région Occitanie. Le nom de Lange est considéré invalide par le code de nomenclature de Melbourne (article 39.1, pas de diagnose latine), raison probable de son exclusion du référentiel utilisé par Genbank. Son assimilation à *L. echinella* Quél. & G.E. Bernard dans les référentiels internationaux suit probablement la proposition de VELLINGA (2001 : 125) s'appuyant exclusivement sur des caractères microscopiques. Les séquences disponibles de *L. echinella* sont très différentes de celles que nous proposons pour *L. setulosa* confirmant l'existence de deux espèces distinctes morphologiquement et moléculairement.

Lepiota xanthophylla P.D. Orton (Agaricaceae)

Asté (65), Fontaine de Crastes, alt. 685 m, 23.IX.2017, *leg. & det.* GC, herb. GC17092308 (BBF).

Arcizans-Avant (65), rive du Gave de d'Azun, 9.XI.2018, *leg. & det.* GC, non conservé.

Saint-Lary-Soulan (65), Rioumajou, alt. 1240 m, 1.IX.2022, *leg. & det.* M. Péliissier & GC, herb. GC22090114 (BBF).

Pouzac (65), Moncuou, alt. 600 m, 13.X.2022, *leg. & det.* M. Péliissier & GC, herb. GC22101309 (BBF), Genbank PV843234.

Habitat : accumulation d'humus dans les forêts feuillues ou mixtes et les fourrés, sur sol riche en bases, de l'étage planitiaire à l'étage montagnard.

Commentaire : on doit à BODIN (1987 : 15) la première observation régionale de cette lépiote plutôt rare, récoltée

à Colomiers en 1982 ; notre récolte du bord de la Neste du Rioumajou en climat montagnard frais, dément les affinités thermophiles parfois indiquées pour cette espèce.

Leucoagaricus ionidicolor Bellù & Lanzoni (Agaricaceae)

Belcaire (11), Clot de la Plaine, alt. 950 m, 15.X.2008, *leg. & det.* GC, herb. GC08101501.

Habitat : accumulation de litière de sapin (*Abies alba* Mill.) au niveau d'une doline de hêtraie-sapinière sur roche-mère carbonatée.

Commentaire : deux récoltes antérieures de cette rare et belle espèce sont connues en Occitanie, la première en 1996 à Castelnau-Durban (09), de Vincent Roig & Johan Frayssines, rapportée par Nicolas de Munnik, et la seconde en 2006, de Bernette Rivaux à Aureilhan (65), toutes deux dans des accumulations de fragments ligneux dans des stockages de bois dans des jardins privés. Les trois récoltes citées ici illustrent bien d'une part une station primaire (Clot de la Plaine) de ce saprohumicole d'accumulation et des stations secondaires, à la faveur d'accumulation de débris ligneux remaniés, comme déjà observé par GUINBERTEAU (2011 : 29), à partir de récoltes girondines de la vallée du Ciron.

Leucopholiota decorosa (Peck) O.K. Miller, T.J. Volk & Bessette (Squamanitaceae)

Bethmale (09), cirque de Bethmale, alt. 1080 m, 29.IX.2007, *leg.* I. Olariaga, *det.* P.-A. Moreau, herb. GC07092908 (BBF), I. Olariaga n°12397 (BIO), Genbank PV843229.

Barjac (09), les Barrals, alt. 460 m, 9.XI.2020, *leg.* GC, *det.* A. Bidaud, herb. GC20110902 (BBF), Genbank PV843230.

Habitat : tronc au sol, décortiqué, pourrissant, de *Fagus sylvatica* L., en hêtraies anciennes et matures à l'étage collinéen et montagnard.

Commentaire : découverte en 2007 en Ariège sur la commune de Bethmale (CORRIOL *et al.* 2010, CORRIOL & HANNOIRE 2018 : 94), cette rare espèce lignicole a fait l'objet d'observations récentes sur deux autres communes ariégeoises de montagne, Antras et Sentein, par Christian Bouet. Nous publions ici une séquence ITS de la récolte de Bethmale et ajoutons une nouvelle commune ariégeoise, à l'étage collinéen, dans une hêtraie-chênaie thermo-atlantique avec également une séquence ITS. SAAR *et al.* (2022), ont confirmé l'autonomie phylogénétique du genre lignicole *Leucopholiota* O.K. Miller, T.J. Volk & Bessette vis-à-vis du genre terricole *Floccularia* Pouzar que nous avons antérieurement conservé pour cette espèce. HARMAJA (2010) recombine *Lepiota lignicola* P. Karst., souvent synonymisé à *Leucopholiota decorosa*, dans ce dernier genre, arguant l'autonomie de cette espèce. Ses arguments sont les suivants : lames plus libres chez *L. lignicola*, support spécifique ou très préférentiel sur bois de *Betula* L., une exigence de vie dans les vieilles forêts matures, un habitat dans la Taïga boréale eurasiatique. À l'opposé, *L. decorosa* viendrait sur supports feuillus variés, en zone tempérée, hors des vieilles forêts et restreint à la moitié est de l'Amérique du nord, mettant en doute l'unique localité française rapportée par MILLER *et al.* (1996). Cette

mention correspond au signalement par ROMAGNESI (1980) dans la vieille hêtraie-chênaie des réserves biologiques intégrales de la forêt de Fontainebleau, de cette espèce bien connue des mycologues franciliens ayant fréquenté cette forêt. Nous avons discuté antérieurement la fiabilité douteuse du caractère des lames libres telles que décrites chez *L. lignicola* (CORRIOL *et al.* 2010). Toutes les récoltes françaises attribuées à *L. decorosa* ont été faites sur bois de *Fagus sylvatica* L. dans des vieilles forêts matures, ce qui est contradictoire avec les hypothèses de HARMAJA (2010). Dans Genbank, les 15 séquences disponibles, se répartissent en deux clusters, l'un attribué à *L. decorosa* (12 spécimens séquencés, tous nord américains) et l'autre pouvant être attribué à *L. lignicola* (spécimens russe AY176449, finlandais MZ983526 et MZ983527 et nord américains OP749859 Pennsylvanie, PV748881 Ohio, KY777364 Caroline du Nord), ce qui soutient clairement l'existence de deux taxons distincts. Nos deux séquences issues des récoltes ariégeoises fagicoles tempérées appartiennent clairement au taxon à distribution nord-américaine décrit par Peck, confirmant sa présence sur le territoire national. Il semble qu'aucune autre récolte française n'ait été séquencée à ce jour, mais il est fort probable que celles en provenance de Fontainebleau appartiennent à cette même espèce. *L. lignicola* serait donc, dans l'état actuel des connaissances une espèce à répartition boréale en Europe (Russie, Finlande,) mais également présente en Amérique du Nord. Son substrat paraissant strictement bétulicole est probablement dû à une zone climatique où le Bouleau est le bois de feuillu dominant sinon exclusif.

Lycoperdon muscorum Morgan (Lycoperdaceae)
Mijanès (09), Riou Pla, alt. 1460 m, 12.IX.2017, *leg.* GC, *det.* S. Poumarat, 2.X.2018, herb. GC17091212 (BBF), 02.X.2018, *leg.* C. Brousseau & CH, *det.* CH, herb. CH18100230 (BBF).

Habitat : tourbière haute, parmi les sphaignes ombrotrophes. Commentaire : il s'agit apparemment de la deuxième station française (et aussi occitane) de ce gastéromycète turficole, la première récolte ayant été faite l'année précédente, dans une tourbière des Bouillouses dans les Pyrénées-Orientales (ROUX *et al.* 2017). *L. muscorum* est confirmé par LARSSON & JEPPSON (2008), comme étant une espèce typiquement hygro-acidophile distincte de *L. ericaeum* Bonord.

Microsebacina fugacissima (Bourdot & Galzin) P. Roberts (Exidiaceae)
Betchat (09), le Clot, alt. 450 m, 12.XI.2019, *leg.* GC, *det.* G. Trichies, herb. GC19111231 (BBF).
Habitat : sur bois pourri de feuillu au sol, en chênaie-hêtraie-charmaie basophile (marnicole), collinéenne, thermo-atlantique.

Commentaire : cette espèce extrêmement discrète ne semble pas avoir été rapportée d'Occitanie depuis sa description originale à partir de récoltes de l'Allier et de l'Aveyron (BOURDOT & GALZIN 1909 : 28, ROBERTS 1998 : 243).

Mycena erianthi-ravennae Robich & M. Marchetti (Mycenaceae)

Argelès-sur-mer (66), Réserve naturelle du Mas Larrieu, 2.XII.2011, *leg.* & *det.* CH, herb. CH11120206 (BBF).

Habitat : dans la litière de Canne de Provence (*Arundo donax* L.), dans une roselière arrière littorale méditerranéenne.

Commentaire : espèce récemment décrite d'Italie en 1999, d'un habitat très singulier, à la base de souches de Canne de Ravenne (*Erianthus ravennae* (L.) P. Beauv.), en roselière méditerranéenne littorale (FRANCHI *et al.* 2001). Elle a été presque simultanément récoltée pour la première fois en France, par J.-C. Malaval dans l'Hérault le 24.XI.2011 sur son substrat princeps (MALAVAL 2013) et au Mas Larrieu, mais cette fois sur un substrat inédit en l'espèce de la Canne de Provence, beaucoup plus répandue (CORRIOL & HANNOIRE 2012 : 49).

Phaeoclavulina macrospora Brinkmann (Gomphaceae)

Arcizans-Avant (65), rive du Gave de d'Azun, 15.X.2021, *leg.* & *det.* GC, herb. GC21101510 (BBF).

Habitat : dans l'humus actif d'une forêt feuillue mêlée riveraine à l'étage collinéen.

Commentaire : on doit à Michel Ferrières la première découverte régionale de cette rare et remarquable espèce, antérieurement connue sous le nom de *Ramaria broomei* (Cotton & Wakef.) R.H. Petersen, sous de vieux genévriers du Causse Comtal en 2013.

Phlebia queletii (Bourdot & Galzin) M.P. Christ. (Meruliaceae)

Tramezaïgues, Vallon du Lassas, alt. 1400 m, 7.IX.2020, *leg.* & *det.* GC, herb. GC20090701 (BBF).

Habitat : sur branches mortes d'*Abies alba* Mill., en sapinière-hêtraie montagnarde confinée.

Commentaire : BOURDOT & GALZIN (1928 : 435) répertoriaient cette espèce (sous le nom de *Odontia queletii* Bourdot & Galzin), des Vosges, de l'Allier et de l'Aveyron. Bien qu'elle semble se trouver particulièrement sur bois de sapin, elle n'avait pas encore été rapportée du versant français des Pyrénées pourtant riche en cet arbre.

Phleogena faginea (Fr.) Link (Phleogenaceae)

Lacroix-Barrèze (12), Château de la Bretesche, Missillac, 9.XI.1970, *leg.* & *det.* F. Candoussau, J. Beller & M. Bon.

Mascaras (32), vallon du Bernès, alt. 230 m, 15.XI.2017, *leg.* GC & M. Infante, *det.* GC, herb. GC17111501 (BBF).

Cazaubon (32), Bois du Marais, alt. 150 m, 9.X.2024, *leg.* & *det.* CH, herb. CH24100902 (BBF).

Habitat : sur gros tronc de *Fagus sylvatica* L. écroulé, ou mort sur pied, en décomposition.

Commentaire : hormis deux récoltes issues des archives de Michel-Félix Dunal et Alyre Raffeneau-Delile des années 1830 en provenance de Montpellier (P.-A. Moreau, comm. pers.), c'est Françoise Candoussau qui mentionne dans ses carnets de terrain inédits la première récolte moderne de cette espèce pour l'Occitanie.

Pluteus fenzi (Schulzer) Corriol & P.-A. Moreau (Pluteaceae)

Asté (65), vallon de Crastes, rive gauche du Lhéris, alt. 650 m, 25.VIII.2019, *leg. & det.* GC, herb. GC19082501 (BBF).

Asque (65), la Gourgue, 430 m, 19.X.2020, *leg. & det.* CH, herb. CH20101901 (BBF).

Habitat : sur branches de feuillu, en situation de forte humidité atmosphérique, dans des ravins et vallons calcaires forestiers, ombragés, à l'étage collinéen, à *Buxus sempervirens* L.

Commentaire : nous mentionnions les premières données françaises pour cette espèce remarquable, sur six communes des Pyrénées (CORRIOL & HANNOIRE 2018 : 65). Trois récoltes citées dans cette publication ont été séquencées et déposées dans Genbank sous les numéros MF356566, MF356567 et MF356568 (HOLEC *et al.* 2018 : 13). Les présentes observations ajoutent deux nouvelles communes pyrénéennes auxquelles il faut adjoindre une donnée de 2019 de la Société mycologique du Béarn (*leg.* Raymond Herbert) dans les gorges de Lourdios dans les Pyrénées-Atlantiques, confirmant la bonne implantation de cette espèce dans les situations confinées sous influence océanique du massif nord-pyrénéen. Depuis la synthèse chorologique de HOLEC *et al.* (2018), on peut trouver mention de l'espèce sur l'Internet en provenance des Asturies, du Massif central français, des Alpes du nord, confirmant une large répartition depuis les Asturies jusqu'en Russie centrale, mais avec des populations localisées et en forte disjonction les unes des autres.

Pseudotricholoma metapodium (Fr.) Sánchez-García & Matheny (Tricholomataceae)

Campan, vallon du Garet, alt. 1360 m, 29.10.2024, *leg. & det.* GC, herb. GC24102901 (BBF).

Habitat : pelouse maigre ancienne neutrocline, montagnarde, pâturée.

Commentaire : on doit à Jean-Louis Menos la première observation de cette rare espèce de pelouses anciennes, dans la Réserve naturelle des Coteaux du Fel, en Aveyron (herb. *in* BBF).

Psilocybe liniformans Guzmán & Bas (Strophariaceae)

Bagnères-de-Bigorre (65), Chiroulet, 21.XI.2014, *leg.* GC, herb. GC14112103 (BBF), Genbank PV843185.

Habitat : sciure enfouie dans une prairie rase, pâturée, sur filtrant (glarier), à l'étage montagnard.

Commentaire : nous avons antérieurement signalé cette récolte sous le nom de *Psilocybe serbica* var. *sternberckiana* (Borov.) Borov., Oborník & Noordel. (CORRIOL & HANNOIRE 2018 : 66). La séquence obtenue a démenti cette détermination. On doit à Christian Bouet en Ariège en 2004, la première citation pour la région Occitanie de cette espèce rarement signalée en France.

Ramaria ignicolor Bres. ex Corner (Gomphaceae)

Saint-Lary-Soulan (65), vallée du Rioumajou à Frédancon,

alt. 1450 m, 14.IX.2018, *leg. & det.* GC, herb. GC18091403 (BBF), Genbank PV843225

Ancizan (65), Peyre Hicade à Payolle, alt. 1260 m, 21.IX.2019, *leg. & det.* GC, herb. GC19092101 (BBF).

Habitat : sapinières montagnardes basielines, anciennes.

Commentaire : la première mention régionale de cette espèce provient de la forêt d'Arragnat dans les Hautes-Pyrénées (ANONYME 2005 : 43). Depuis, seules les deux récoltes rapportées ci-dessus se sont ajoutées pour l'inventaire régional. Il s'agit d'un *Ramaria* des conifères de montagne assez facile à déterminer au microscope par la combinaison de ses couleurs particulièrement vives, ses petites spores ellipsoïdes et l'absence de boucles. Sur le terrain, les rameaux fasciculés et le tronc creux sont des bons caractères diagnostics. Cette espèce ne semble pas être très répandue si l'on en croit le commentaire de CORNER (1966 : 108) qui affirme n'en avoir étudié aucune collection parmi toutes celles nombreuses envoyées par ses correspondants suite à sa monographie des champignons clavarioides.

Ramaria albidoflava Schild (Gomphaceae)

Saint-Maur (32), Noaillès, alt. 220 m, 6.XI.2020, *leg.* M. de Muyser & GC, *det.* GC, herb. GC20110804,

Habitat : au sol, chênaie marnicole thermo-atlantique.

Commentaire : il s'agit du *Ramaria subtilis* au sens des auteurs européens (= *R. subtilis* var. *crassisporea* Schild), le véritable *R. subtilis* (Coker) Schild étant une espèce nord-américaine (FRANCHI & MARCHETTI 2021 : 821). La première observation régionale semble être due à André Bidaud, en octobre 2008 en provenance de Roussillon dans le Gard (*in* Fongibase).

Ramariopsis minutula (Bourdote & Galzin) R.H. Petersen (Clavariaceae)

Saint-Pé-de-Bigorre (65), Génie Braque, alt. env. 500 m, 17.IX.2008, *leg. & det.* GC, herb. GC08091717 (BBF).

Le Fel (12), berges du Portez en aval de la Réserve naturelle des Coteaux du Fel, alt. 250 m, 17.XI.2015, *leg. & det.* CH, herb. CH15111702 (BBF).

Arcizans-Avant (65), bord du Gave d'Azun, 11.XI.2019, 15.X.2024, *leg. & det.* GC, herb. GC19111103 (BBF), GC24101503.

Habitat : dans l'humus actif de forêts feuillues mêlées confinées.

Commentaire : cette rare petite espèce a été décrite sous le nom de *Clavaria minutula* par BOURDOTE H. & GALZIN (1928 : 105), sur la base de récoltes aveyronnaises non précisément localisées, mais qui sont les premières connues pour la région. Ces auteurs la décrivaient entièrement blanche, mais OLARIAGA (2009 : 224) a manifestement observé des récoltes légèrement teintées de lilas qui l'ont amené à proposer sa synonymie avec *R. pulchella* (Boud.) Corner. RAILLÈRE-BURAT & GANNAZ (2010 : 39) ont intégré cette observation dans leur clé des *Ramariopsis* d'Europe, tout en séparant *R. minutula* de *R. pulchella*, notamment sur la base du caractère plus ramifié de la

première. Ils semblent se raviser dans leur travail ultérieur dans lequel ils ne mentionnent plus *R. minutula* (GANNAZ & RAILLÈRE-BURAT 2017). FRANCHI & MARCHETTI (2021 : 1209), traitent *R. minutula* comme une espèce autonome, mais sans indiquer de colorations lilacines ou violacées. Personnellement, sur la base de cinq récoltes de *R. minutula*, nous avons toujours observé des basidiomes bien blancs, avec une légère teinte bleu lavande fugace sur exemplaires les plus frais (et enfouis dans la végétation -pigmentation photolabile ?-). Dans l'expectative de résultats moléculaires, il nous semble possible de distinguer ces récoltes de *R. pulchella*, entièrement violacé, généralement plus robuste, moins ramifié, à ramifications terminales moins longues et plus obtuses et à pigmentation persistante.

Russula pseudoraoultii Ayel & Bidaud (Russulaceae)

Le Pla (09), Mouillères du Pla, alt. 1515 m, 11.IX.2017, *leg.* & *det.* GC, conf. L. Francini, herb. GC17091107 (BBF), 21.IX.2021, 15.X.2021, *leg.* & *det.* CH, herb. CH21092111 (BBF), CH21101510 (BBF).

Habitat : pineraie tourbeuse, montagnarde.

Commentaire : on doit la première observation régionale de cette espèce hygro-turficole à POUMARAT *et al.* (2017), non loin des nôtres, sur la commune de Quérigut (09). En France, elle est essentiellement connue des sapinières tourbeuses de l'est du Massif central, d'où elle a été décrite (REUMAUX *et al.* 1996 : 65, ROUX 2006 : 194) et ponctuellement dans le Jura et les Alpes du Nord.

Russula subrubens (J.E. Lange) Bon (Russulaceae)

Pont-de-Montvert (48), Sommet de Finiels sur le Mont Lozère, alt. 1650 m, 9.IX.1998, *leg.* GC et Y. Maccagno, *det.* GC, herb. GC98090902.

Habitat : saulaie hygro-acidophile turficole, subalpine à *Salix repens* L.

Commentaire : on doit la première récolte occitane de cette russule salicicole à J.-L. Menos, en 1996, de Montpeyroux (12), dans l'Aubrac. Outre notre récolte lozérienne d'altitude, elle a depuis été signalée dans le département du Tarn (Sidobre, Montagne noire) (notamment REY & ROUANET 2006), mais curieusement, pas dans les Pyrénées. La question de la synonymie de *R. subrubens*, répandue dans les saulaies marécageuses arborescentes planitiaires avec *R. chamitae* Kühner, russule naine des combes à neige à saules rampants arctico-alpins, a été soulevée par ADAMČÍK *et al.* (2016). À ce titre, notre observation lozérienne, dans un environnement d'affinité boréale avec des saules buissonnants, est intéressante : intermédiaire au niveau bioclimatique, elle présentait des basidiomes robustes tout à fait conformes à ceux de basse altitude.

Stephanospora caroticolor (Berk.) Pat. (Stephanosporaceae)

Ossen (65), Pont des Moules, alt. 490 m, 22.IX.2018, *leg.* & *det.* GC, herb. GC18092202 (BBF).

Esparrros (65), col des Estrets, alt. 1170 m, 28.X.2019, *leg.* L. Sirère, *det.* CH, herb. LS19102812 (BBF)

Habitat : au sol dans une buxaie sur sol calcaire.

Commentaire : on doit la première et unique autre récolte occitane de cette espèce hypogée à semi-hypogée vivement colorée à M. Candusso *in* VIDAL (1997 : 56, 2004 : 100), en 1992, en provenance d'une hêtraie-sapinière de la forêt des Fanges, dans l'Aude.

Subulicystidium perlongisporum Boidin & Gilles (Hydnodontaceae)

Monlaur-Bernet (32), la Hagède, 300 m, 21.XI.2017, *leg.* & *det.* GC, herb. GC17112131 (BBF).

Tarsac (32), boucle de l'Adour, alt. 100 m, 3.IV.2018, *leg.* & *det.* J.-P. Chaumeton.

Gerde (65), Castet, alt. 600 m, 20.X.2018, *leg.* & *det.* GC, herb. GC18102008 (BBF).

Habitat : sur bois mort de feuillu, en forêts feuillues sur sol riche.

Commentaire : cette espèce initialement décrite de récoltes issues de l'Île de la Réunion, d'Afrique tropicale et de Madagascar (BOIDIN & GILLES 1988 : 197-198), s'est avérée avoir une répartition mondiale large. DUHEM & MICHEL (2001 : 170) signalent des références pour le Venezuela, l'Allemagne et la France. ORDYNETS *et al.* (2020) confirment par voie moléculaire la large répartition de l'espèce avec des récoltes séquencées en provenance du Brésil, de République Dominicaine, Cuba, Jamaïque, Madagascar, Taiwan, Russie, Espagne, Italie. Ils mettent en évidence deux lignées qui pourraient signer une espèce cryptique toutefois sans support chorologique (on trouve dans chaque lignée des récoltes européennes et réunionnaises). Les premières et seules autres récoltes pour l'Occitanie, sont celles de l'herbier Bourdot étudiées par DUHEM & MICHEL (2001 : 170), en provenance de l'Aveyron (« Garde », 23.VII.1913 et « Bordeaux » à Pousthomy, 13.XI.1913, *leg.* A. Galzin). En France elle est nettement moins fréquente que le très répandu *S. longisporum* (Pat.) Parmasto à spores nettement plus courtes et plus épaisses.

Thuemenidium atropurpureum (Batsch) Kunze (Geoglossaceae)

Ancizan (65), vallon de la Prade à Payolle, 9.X.2015, 24.X.2019, *leg.* & *det.* GC, herb. GC15100902 (BBF), GC19102405 (BBF), Genbank PV843199 (ITS) et PV833211 (LSU).

Mauvezin (65), château fort, alt. 530 m, 9.XII.2023, 31.X.2024, *leg.* & *det.* GC, herb. GC23120901, GC24103105 (BBF).

Bagnères-de-Bigorre (65), Chiroulet, alt. 1040 m, 23.X.2019, *leg.* & *det.* GC, herb. GC19102312 (BBF).

Commentaire : aux deux localités alti-pyrénéennes précédemment publiées (CORRIOL & HANNOIRE 2018 : 128), nous ajoutons deux nouvelles localités ainsi que de nouvelles récoltes avec une séquence ITS pour cette rare espèce des pelouses maigres anciennes. Les séquences disponibles dans Genbank, pour *T. atropurpureum*, se séparent en 2 groupes, suggérant l'existence de 2 espèces, dont l'une serait *T. atropurpureum* au sens strict.

Tulostoma squamosum (J.F. Gmel.) Pers. (Agaricaceae)
Gavarnie (65), rive gauche de la vallée d'Ossoue, en aval du pont de Saint-Savin, alt. 1450 m, 30.XII.2024, *leg. & det.* GC, herb. GC24123001 (BBF).

Habitat : pelouse pionnière sur rocaille calcaire à l'étage montagnard.

Commentaire : *T. squamosum* est connu de longue date en Occitanie où il est probablement bien représenté à l'étage mésoméditerranéen. MORNAND (1989 : 4) en mentionne aussi plusieurs récoltes dans la partie orientale de la chaîne pyrénéenne dès les années 60. En revanche, sa présence sur la soulane d'Ossoue bien connue pour sa richesse en plantes pyrénéo-ibériques est notable.

Tyromyces fumidiceps G.F. Atk. (Fomitopsidaceae)
Meyronne (46), rive gauche de la Dordogne, alt. 100 m, 22.X.2018, *leg. & det.* CH, herb. CH18102221 (BBF).

Bouzin (31), confluence du Carolles et de la Noue, alt. 310 m, 11.X.2021, *leg. & det.* GC, herb. GC21101105 (BBF).
Habitat : sur bois mort de *Salicaceae*, en terrain inondable.
Commentaire : déjà signalée des rives exondées du Lac de Miélan dans le Gers (CORRIOL & HANNOIRE 2018 : 130), cette espèce a été retrouvée par l'Association Mycologique de Bigorre sur la commune de Saint-Mont (32) en 2018, en rive droite de l'Adour. Compte-tenu de ces nouvelles localités, elle étend son aire de répartition connue en Occitanie au Lot et à la Haute-Garonne. Elle est bien sûr remarquable par sa venue sur bois mort exondé, mais aussi par ses pores fins d'un blanc pur, contrastant avec sa face piléique grise.

6. Données moléculaires supplémentaires

Arrhenia subglobisemen Corriol *in* CORRIOL & HANNOIRE (2018 : 72) : Genbank MT967349, Unite UDB033382 (epitypus).

Arrhenia subglobispora (Moreno, Heykoop & Horak) Redhead, Lutzoni, Moncalvo & Vilgalys *in* CORRIOL & HANNOIRE (2018 : 57) : Unite UDB033389.

Botryobasidium pruinaum (Bres.) J.Erikss. : Genbank PV959554.

Cortinarius aureomarginatus P.D. Orton *in* CORRIOL & HANNOIRE (2018 : 81) : Genbank PV843190.

Cortinarius croceocrystallinus var. *alneti* *in* CORRIOL & HANNOIRE (2018 : 81) : Genbank PV843191.

Entoloma atlanticum Tassi *in* CORRIOL & HANNOIRE (2018 : 87) : Genbank OL338081.

Entoloma minutum (P. Karst.) Noordel. *in* CORRIOL & HANNOIRE (2018 : 91, *sub nom.* *Entoloma nitens*, nom dont l'interprétation a été réévaluée par NOORDELOOS *et al.* (2022 : 417), comme synonyme d'*E. cuneatum* (Bres.) M.M. Moser) : Genbank OL338085.

Flammulaster limulatoides P.D. Orton, *in* CORRIOL & HANNOIRE (2018 : 93) : Genbank PV843181.

Galerina gibbosa J. Favre *in* CORRIOL & HANNOIRE (2018 :

96) : Genbank PV843183.

Hodophilus phaeophyllus (Romagn.) Arauzo & P. Iglesias *in* CORRIOL & HANNOIRE (2018 : 74, *sub nom.* *Camarophyllopsis phaeophylla*) : Genbank MN619687.

Lyophyllum pulvis-horrei E. Ludwig & Koeck *in* CORRIOL & HANNOIRE (2018 : 64) : Genbank KP192532, KP192665.

Panaeolus antillarum (Fr.) Dennis *in* CORRIOL & HANNOIRE (2018 : 116, *sub nom.* *Panaeolus phalaenarum*) : Genbank PV843198.

Pluteus phlebophorus (Ditmar) P. Kumm. *in* CORRIOL & HANNOIRE (2018 : 119, *sub nom.* *Pluteus mammifer*, suggérant une synonymie) : Genbank PV843217.

Psathyrella laevisissima (Romagn.) Singer : PV959556.

Pseudobaeospora dichroa Bas *in* CORRIOL & HANNOIRE (2018 : 66) : Genbank PV843253, PV843238.

Ramaria sanguinea (Pers.) Quéf. : Genbank PV959555.

Russula versicolor Jul. Schäff. *in* CORRIOL & HANNOIRE (2018 : 125, *sub nom.* *Russula cistoadelpha*, *erratum*) : Genbank PV843189.

Tephrocycbe tesquorum (Fr.) M.M. Moser *in* CORRIOL & HANNOIRE (2018 : 128) : Genbank KP192635, KP192639, KP192642.

REMERCIEMENTS

La Région Occitanie et la Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) Occitanie ont cofinancé certains inventaires ainsi que le séquençage de plusieurs récoltes à travers un Appel à projet connaissance (APC Occitanie) auquel le Conservatoire botanique national des Pyrénées et de Midi-Pyrénées a répondu avec le projet « Amélioration de la connaissance de la flore et de la fonge rares d'Occitanie ».

D'autres inventaires et séquençages de récoltes ont été financés par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER) à travers le projet CERES (Connectivité écologique des écosystèmes forestiers et rivulaires de l'espace SUDOE) dont le CBNPMP a été partenaire.

Certaines données ont été produites dans le cadre d'atlas de Biodiversité communale pilotés par le Parc national des Pyrénées, d'autres, à la faveur d'études menées pour le compte de la Fédération des Réserves naturelles catalanes, avec le soutien de l'État, du Département des Pyrénées-Orientales, de l'ex Région Languedoc-Roussillon et de l'Union Européenne.

Nous remercions tous les mycologues qui nous ont aidés en partageant leurs informations, leurs récoltes ou qui nous ont aidés pour la détermination de certaines espèces, notamment : Henry Beker, Jean-Michel Bellanger, André Bidaud†, Cécile Brousseau, Françoise Candoussau†, René Chalange, Jean-Paul Chaumeton, Margarita Dueñas, Michel Ferrière, Jacques Fournier, Laurent Francini, Jacques Guinberteau, Patxi Heras, Marta Infante, Jean-Louis Jalla, Beñat Jeannerot, Laurent Larrieu, Yves Maccagno, Pierre-

Arthur Moreau, Nicolas de Munnik, Henri Noguère, Ibai Olariaga, Jean-Michel Parde, Anne Paris, Maurice Pélissier, Serge Poumarat, Jean-Paul Priou, Raymond Herbert, Laure Sirère, Maria Teresa Tellería, Gérard Trichies, François Valade, Brigitte Vignot.

Merci à Slavomir Adamčík pour le séquençage des récoltes du genre *Hodophilus*, Pablo Alvarado pour son travail sur le séquençage de récoltes dans le cadre de l'APC, Antoine Brin et Coralie Roy-Camille sur le séquençage de récoltes dans le cadre du programme CERES, Matthieu Jérusalem et le projet Funif-Col du Muséum National d'Histoire Naturelle pour la production et corrections de séquences génétiques utilisées dans le cadre de cet article.

Merci à Mélanie Taulelle qui a fourni les valeurs synthétiques issues de la base de données du CBNPMP et à Marion de Muyser et Jessica Lucas pour la relecture du texte et la mise en page de cet article.

BIBLIOGRAPHIE

- ADAMČÍK, S., B. DIMA, K. ADAMČÍKOVÁ, D. HARRIES, T. LÆSSØE, P.-A. MOREAU & S. JANČOVIČOVÁ. 2018 – European *Hodophilus* (Clavariaceae, Agaricales) species with yellow stipe. *Mycological Progress*, 17(9) : 1097-1111.
- ADAMČÍK, S., B. DIMA, K. ADAMČÍKOVÁ, G. CORRIOL, T. LÆSSØE, P.-A. MOREAU, M. CABOŇ & S. JANČOVIČOVÁ. 2020 – *Hodophyllus phaeophyllus* complex (Clavariaceae, Agaricales) is defined as a new phylogenetic lineage in Europe. *Mycological Progress*, 19(2) : 111-125.
- ADAMČÍK, S., S. JANČOVIČOVÁ, B.P. LOONEY, K. ADAMČÍKOVÁ, J.M. BIRKEBAK, P.-A. MOREAU, A. VIZZINI & P.B. MATHENY. 2017 – Circumscription of species in the *Hodophilus foetens* complex (Clavariaceae, Agaricales) in Europe. *Mycological Progress*, 16 : 47-62.
- ADAMČÍK, S., S. RIPKOVÁ & V. KUČERA. 2007 – Re-evaluation of morphological variability of *Pseudobaeospora* group *Celluloderma* (Agaricales, Basidiomycota). *Nova Hedwigia*, 85 : 365-377.
- ADAMČÍK, S., M. SLOVÁK, U. EBERHARDT, A. RONIQUIER, T. JAIRUS, F. HAMPE, A. VERBEKEN. 2016 – Molecular inference, multivariate morphometrics and ecological assessment are applied in concert to delimit species in the *Russula clavipes* complex. *Mycologia*, 108(4) : 716-730.
- ADAMČÍKOVÁ, K., M. KIRAN, M. CABOŇ, P.B. MATHENY, M. SÁNCHEZ-GARCÍA, E. ARNOLDS, M. CABOŇOVÁ, G. CORRIOL, B. DIMA, G. FRIEBES, G.W. GRIFFITH, D. GROOTMYERS, D. HARRIES, A. KARICH, A. MEŠÍČ, M. MIHALJEVIČ. P.-A. MOREAU, A. POŠTA, V. SHAPKIN, Z. TKALČEC, A. VIZZINI, L. VONDROVICOVÁ, S. ADAMČÍK, S. JANČOVIČOVÁ. 2025 – A phylogenetic and morphological study of the genus *Dermoloma* (Agaricales, Tricholomataceae) in Europe and North America exposes inefficiency of opportunistic species descriptions. *International Mycological Association Fungus*, 16 : e157337.
- AINSWORTH, A.M., B. DOUGLAS & L.M. SUZ. 2018 – Big Blue Pinkgills formerly known as *Entoloma bloxamii* in Britain: *E. bloxamii* s. str., *E. madidum*, *E. ochreoprunuloides* forma *hyacinthinum* and *E. atromadidum* sp. nov. *Field Mycology*, 19(1) : 5-14.
- ALVARADO, P., P.-A. MOREAU, E. SESLI, L.Y. KHODJA, M. CONTU & A. VIZZINI. 2018 – Phylogenetic studies on *Bonomyces* (Tricholomatineae, Agaricales) and two new combinations from *Clitocybe*. *Cryptogamie, Mycologie*, 39(2) : 149-168.
- ANONYME. 2005 – Herborisations 2004 (560 espèces). *Bulletin de la Société mycologique du Béarn*, 111 : 38-44.
- APLIN, N., P. CULLINGTON, B. DOUGLAS & E. JANKE. 2011 – DNA barcoding reveals three *Rhodocybe* species new to Britain. *Field Mycology*, 23(2) : 41-47.
- ARAUZO, S. 2011 – Estudios en el género *Pseudobaeospora*. *Errotari*, 8 : 135-158.
- ARMADA, F. 2014 – Sur quelques champignons des Alpes de Savoie. *Bulletin mycologique et botanique Dauphiné-Savoie*, 214 : 47-61.
- ARMADA, F., J.-M. BELLANGER & P.-A. MOREAU. 2023 – *Champignons de la zone alpine. Contribution à l'étude des champignons supérieurs alpins*. Ed. Fédération mycologique et botanique Dauphiné-Savoie, Annemasse, France. 376 p.
- ARNOLDS, E. 1982 – Ecology and coenology of macrofungi in grasslands and moist heathlands in Drenthe, the Netherlands. Part I. Introduction and Synecology. *Bibliotheca Mycologica*, 90 : 1-501.
- ARNOLDS, E. 2003 – Rare and interesting species of *Psathyrella*. *Fungi non delineati*, 26 : 1-76.
- ARONSEN, A. 2002 - 2023 – site d'hypertoile <https://mycena.no/atropapillata.htm>, consulté le 15/07/2025.
- BALLARÀ, J., J.A. CADIÑANOS-AGUIRRE, J.C. CAMPOS, F. ESTEVE-RAVENTÓS, R. FERNÁNDEZ-SASIA, C. GUTIÉRREZ, R. MAHIQUES, A. MATEOS, G. MORENO, A. ORTEGA, F. PALAZÓN, A. PÉREZ, M.A. PÉREZ-DE-GREGORIO, J. DIOS REYES (DE), E. SUÁREZ & V.N. SUÁREZ. 2007 – *Cortinarius Ibero-Insulares* - 2. *Fungi non Delineati*, 41-42 : 1-248.
- BANDINI, D., B. OERTEL & U. EBERHARDT. 2021 – A fresh outlook on the smooth-spored species of *Inocybe* : type studies and 18 new species. *Mycological Progress*, 20(9) : 1019-1114.
- BAÑARES, Á. & E. ARNOLDS. 2020 – *Hygrocybe montevedae* A new species of subgenus *Cuphophyllus* (Agaricales) from the Canary island (Spain). *Persoonia*, 18(1) : 135-138.
- BARAL, H.-O. 2019 – *Hymenoscyphus reynoutriae* sp. nov. (= *H. dearnessii* s. auct.), a neomycete in Europe, and *H. phalaridis* sp. nov., specific to monocots (*Helotiales*, *Helotiales*). *Mycologia Montenegrina*, 20 : 11-40.
- BAS, C. 2003 – A reconnaissance of the genus *Pseudobaeospora* in Europe II. *Persoonia*, 18 : 163-199.

- BEKER, H.J., U. EBERHARDT & J. VESTERHOLT †. 2016 – *Hebeloma* (Fr.) P. Kumm. Fungi Europaei 14. Ed. Tecnografica, Lomazzo, Italie. 1218 p.
- BEL, J. 1893 – *Géographie botanique du département du Tarn*. Revue de Botanique, bulletin mensuel de la Société française de Botanique, J.-B. Baillière et fils, Paris, France, 41 p.
- BELLÙ, F. 1995 – *Die Trichterlinge der Sekt. Infundibuliformes Fr. und ihre. Reaktion gegenüber Kalilauge*. Beih. Sydowia X : 28-34.
- BERNICCHIA, A. & S.P. GORJÓN. 2010 – Corticiaceae s.l. Fungi Europaei 12. Ed. Candusso, Alassio, Italie. 1007 p.
- BIDAUD, A. 2007 – Journée des espèces rares ou intéressantes 2005. La Tour-du-Pin – 11 janvier 2006 – 3^e partie. *Bulletin mycologique et botanique Dauphiné-Savoie*, 184 : 31-63.
- BIDAUD, A., X. CARTERET, G. EYSSARTIER, P. MOËNNE-LOC-COZ † & P. REUMAUX. 2003 – *Atlas des cortinaires. Pars XIII. Sous-genre Phlegmacium section Fulvi, sous-genre Hydrocybe section Obtusi sous-section Obtusi & Acuti*. Ed. Fédération mycologique Dauphiné-Savoie, Marlioz, France, p. 711-862 + fiches.
- BIDAUD, A., X. CARTERET, P. REUMAUX & P. MOËNNE-LOC-COZ †. 2012 – *Atlas des cortinaires. Pars XX. Sous-genre Hydrocybe sections Biformes, Uracei & Saniosi, sous-genre Telamonia section Lanigeri*. Ed. Fédération mycologique Dauphiné-Savoie, Marlioz, France, p. 1541-1724 + fiches.
- BIDAUD, A., J.-M. BELLANGER, X. CARTERET, P. REUMAUX & P. MOËNNE-LOC-COZ †. 2015 – *Atlas des cortinaires. Pars XXXIII. Sous-genre Hydrocybe section Saturnini*. Ed. Fédération mycologique Dauphiné-Savoie, Marlioz, France, p. 1921-2016 + fiches.
- BIDAUD, A., J.-M. BELLANGER, X. CARTERET, P. REUMAUX & P. MOËNNE-LOC-COZ †. 2017 – *Atlas des cortinaires. Pars XXIV : genre Cortinarius sous-genre Dermocybe, sous-genre Hydrocybe section Hydrotelamonia*. Ed. Fédération mycologique Dauphiné-Savoie, Marlioz, France, p. 2017-2144 + fiches.
- BIDAUD, A., X. CARTERET, G. EYSSARTIER, P. MOËNNE-LOC-COZ † & P. REUMAUX. 2004 – *Atlas des cortinaires. Pars XIV (1). Sous-genre Hydrocybe section Obtusi sous-section Obtusoides*. Ed. Fédération mycologique Dauphiné-Savoie, Marlioz, France, p. 863-910 + fiches.
- BIDAUD, A., X. CARTERET, G. EYSSARTIER, P. MOËNNE-LOC-COZ † & P. REUMAUX. 2004 – *Atlas des cortinaires. Pars XIV (2). Sous-genre Phlegmacium section Laeticolores*. Ed. Fédération mycologique Dauphiné-Savoie, Marlioz, France, p. 911-982 + fiches.
- BIDAUD, A., P. MOËNNE-LOC-COZ †, X. CARTERET, P. REUMAUX & G. EYSSARTIER. 2005 – *Atlas des cortinaires. Pars XV. Sous-genre Cortinarius*. Ed. Fédération mycologique Dauphiné-Savoie, Marlioz, France, p. 983-1058 + fiches.
- BIDAUD, A., X. CARTERET, P. REUMAUX & P. MOËNNE-LOC-COZ †. 2010 – *Atlas des cortinaires. Pars XIX. Sous-genre Phlegmacium section Claricolores, sous-genre Hydrocybe sections Plumbosi & Fraternali*. Ed. Fédération mycologique Dauphiné-Savoie, Marlioz, France, p. 14085-1540 + fiches.
- BIDAUD, A., X. CARTERET, P. REUMAUX & P. MOËNNE-LOC-COZ †. 2013 – *Atlas des cortinaires. Pars XXI. Sous-genre Hydrocybe sections Jubarini, Renidentes & Balaustini*. Ed. Fédération mycologique Dauphiné-Savoie, Marlioz, France, p. 1725-1820 + fiches.
- †BIDAUD, A., R. MAHIQUES, E. SUÁREZ & J.-M. BELLANGER. 2025 – *Cortinarius phaeobrunneus* †Bidaud, Mahiques, E. Suárez & Bellanger, *sp. nov.* Fungal Planet 1820 : 445-446. In : Crous P.W. et al. Fungal Planet description sheets: 1781-1856. *Persoonia* 54 : 327-587
- BIDAUD, A., P. MOËNNE-LOC-COZ † & P. REUMAUX. 1993 – *Atlas des cortinaires. Pars V. Sous-genre Phlegmacium section Caerulescentes*. Ed. Fédération mycologique Dauphiné-Savoie, Marlioz, France, p. 109-153 + fiches.
- BIDAUD, A., P. MOËNNE-LOC-COZ † & P. REUMAUX. 1997 – *Atlas des cortinaires. Les cortinaires hinnuloïdes*. Hors-série n°1. Ed. Fédération mycologique Dauphiné-Savoie, Marlioz, France, 155 p.
- BIDAUD, A., P. MOËNNE-LOC-COZ † & P. REUMAUX. 2000 – *Atlas des cortinaires. Pars X. Sous-genre Myxaciaceae. Sous-genre Hydrocybe section Castanei*. Ed. Fédération mycologique Dauphiné-Savoie, Marlioz, France, p. 411-526 + fiches.
- BIDAUD, A., P. MOËNNE-LOC-COZ † & P. REUMAUX. 2001 – *Atlas des cortinaires. Pars XI. Sous-genre Hydrocybe section Hydrocybe, sous-genre Phlegmacium section Calochroi*. Ed. Fédération mycologique Dauphiné-Savoie, Marlioz, France, p. 527-626 + fiches.
- BIDAUD, A., P. MOËNNE-LOC-COZ † & P. REUMAUX & X. CARTERET. 2008 – *Atlas des cortinaires. Pars XVII. Sous-genre Hydrocybe section Duracini & Damasceni, sous-genre Phlegmacium section Glaucopodes*. Ed. Fédération mycologique Dauphiné-Savoie, Marlioz, France, p. 1123-1264 + fiches.
- BIDAUD, A., F. VALADE & J.-M. BELLANGER. 2023 – Les cortinaires de la section *Laeti* (syn. *Fulvescentes*). *Bulletin de la Société mycologique de France*, 139 (3-4) : 207-239.
- BODIN, M. 1987 – Quelques champignons de la région toulousaine. *Bulletin de la Coordination mycologique du Midi toulousain et pyrénéen*, 1 : 13-15.
- BOIDIN, J. & G. GILLES. 1988 – Basidiomycètes aphylophorales de l'Île de la Réunion XII – Le genre *Subulicystidium*. *Bulletin de la Société mycologique de France*, 104(3) : 191-198.
- BOIDIN, J. & G. GILLES. 1990 – Corticiés s.l. intéressants ou nouveaux pour la France (*Basidiomycotina*). *France*, 106(4) : 135-167.

- BOIDIN, J., P. LANQUETIN & G. GILLES. 1993. — Contribution à la connaissance des *Phanerochaetoideae* de France (*Basidiomycotina*). *Cryptogamie, mycologie*, 14(3) : 195-206.
- BOISSELET, P., R. CHALANGE & M. CHIAFFI. 2001 (2000) — *Lepiota cingulum*, une espèce peu connue de la section *Stenosporae*. *Bulletin de la Société mycologique de France*, 116(4) : 333-341.
- BON, M. 1975 — Agaricales de la côte atlantique française. *Documents mycologiques*, 4(17) : 1-40.
- BON, M. 1993 — Flore mycologique d'Europe : 3, les Lépiotes ; *Documents mycologiques*, Mémoires hors série n° 3 : *Lepiotaceae* Roze, Ed. CRPD, Amiens, 153 p.
- BON, M. 1997 — Clé monographique du genre *Inocybe* (Fr.) Fr. 2^e partie : Sous genre *Inocybe* = *Inocybium* (Earle) Sin. *Documents Mycologiques*, 27(108) : 1-77.
- BON, M. 1997 — Flore mycologique d'Europe : 4, les Clitocybes, Omphales et ressemblants. *Documents mycologiques Mémoire hors série n° 4, Tricholomataceae* (2), *Clitocyboideae*. Ed. CRDP, Amiens, France. 181 p.
- BON, M. & G. CHEVASSUT. 1989 — Agaricomycètes de la région Languedoc – Cévennes (4^e partie). *Documents mycologiques*, 19(75) : 25-46.
- BON, M. & P. A. MOREAU. 1998 — Une omphale microspore et farinolente (*Omphalina baeospora* var. *microsperma* (Arnolds) stat. nov.). *Documents mycologiques*, 28(111) : 69-71.
- BON, M. & G. RIOUSSET. 1992 — Lépiotes méridionales ou thermophiles, nouvelles ou intéressantes (1 - tribu *Lepiotaeae*, genre *Lepiota*). *Documents mycologiques*, 22(85) : 63-73.
- BON, M. & P. ROUX. 2002 — Le genre *Gymnopilus* P. Karst en Europe. *Fungi non delineati*, 17 : 1-52.
- BON, M. & F. TRESCOL. 1988 — Quelques taxons nouveaux des chênaies vertes, pubescentes ou thermophiles. *Documents mycologiques*, 19(73) : 36.
- BOUDIER, E. 1894 — Nouvelles espèces de Champignons de France. *Bulletin de la Société Mycologique de France*, 10(1) : 59-71.
- BOUDIER, E. (1828-1920), 1905-1910 — *Icones Mycologicae ou Iconographie des champignons de France, principalement Discomycètes*. Tome III. Ed. P. Klincksieck, L. Lhomme, successeur, Paris, France.
- BOUDIER, E. 1905-1910 — *Icones Mycologicae ou Iconographie des champignons de France, principalement Discomycètes*. Tome IV, texte descriptif. Ed. P. Klincksieck, L. Lhomme, successeur, Paris, France.
- BOURDOT, H. & A. GALZIN. 1909 — Hyménomycètes de France (I. Hétérobasidiés). *Bulletin de la Société mycologique de France*, 25 : 15-36.
- BOURDOT, H. & A. GALZIN. 1928 — *Hymenomycètes de France hétérobasidiées-Homobasidiées Gymnocarpes*. Ré-édition de 1969. Ed. J. Cramer, Lehre, Allemagne. 761 p.
- BRANDRUD, T.E., E. BENDIKSEN & B. DIMA. 2015 — Some new and little known telamonioid *Cortinarius* species from Norway. *Agarica*, 36 : 11-42.
- BRANDRUD, T.E., E. BENDIKSEN & B. DIMA. 2023 — Telamonioid species of *Cortinarius*, section *Safranopedes* in Norway with emphasis on species in calcareous *Tilia* forests. *Agarica*, 43 : 15-44.
- BRANDRUD, T.E., E. BENDIKSEN, J.B. JORDAL, Ø. WEHOLT, B. DIMA, O. MOROZOVA & M.E. NOORDELOOS. 2019 — On some *Entoloma* species (Tricholomatinae, Basidiomycota) little known or new to Norway. *Agarica*, 39 : 31-52.
- BRANDRUD, T.E., H. LINDSTRÖM, H. MARKLUND, J. MELOT & S. MUSKOS. 1989 — *Cortinarius Flora Photographica*. Version française. Partie 1. Ed. Cortinarius HB, Klövervägen, Suède. 44 p. + fiches.
- BRANDRUD, T.E., H. LINDSTRÖM, H. MARKLUND, J. MELOT & S. MUSKOS. 1992 — *Cortinarius Flora Photographica* 2^e partie. Ed. Cortinarius HB, Klövervägen, Suède. 43 p. + fiches.
- BREITENBACH, J. & F. KRÄNZLIN. 1995 — *Champignons de Suisse Tome 4 : Champignons à lames 2^e partie*. Ed. Mykologia, Lucerne, Suisse. 371 p.
- CABALLERO, A. & G. MUÑOZ. 2011 — Algunas especies raras o interesantes de Agaricales recolectadas en la península ibérica. *Boletín Micológico de Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León*, 6 : 39-61.
- CABALLERO, F. & J. VILA. 2013 — *Entoloma* nuevos o interesantes de la Península Ibérica. *Fungi non delineati*, 46 : 63-85.
- CALEVO, J., S. VOYRON, E. ERCOLE & M. GIRLANDA. 2020 — Is the distribution of two rare *Orchis* sister species limited by their main symbiont ? *Diversity*, 12, 262 : 1-15.
- CALONGE, F. D., J.M. VIDAL & V. DEMOULIN. 2000 — *Lyco-perdon umbrinoides* Dissing & Lange (Gasteromycetes), a tropical fungus present in Europe. *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid*, 15 : 177-181.
- CARTERET, X. & P. REUMAUX. 2012 (2011) — Miettes sur les inocybes (6^e série). Étude de quelques nains des feuillus de la plaine, accompagnée d'une clé de détermination des taxons de la section *Lilacineae* R. Heim. *Bulletin de la Société mycologique de France*, 127(1-2) : 1-54.
- CHAILLET, P., J.-M. MOINGEON & G. MOYNE. 2007 — Flore mycologique des pelouses sèches: 1-*Pseudobaeospora pyrifera* Bas & Krieglst., et *Entoloma queletii* (Boud.) Noordelos. *Bulletin annuel de la Fédération Mycologique de l'Est*, 5 : 5-9.
- CHALANGE, R. 2020 — Sur trois champignons intéressants observés lors de la session mycologique de Fournols en septembre 2019. *Bulletin mycologique et botanique Dauphiné-Savoie*, 239 : 27-32.
- CHALANGE, R. & P.-A. MOREAU. 2023 — Deux taxons rares, *Omphalina praticola* et *Omphalina cyathella*, reclassés

- dans le genre *Pulverulina*. *Bulletin Société mycologique de France*, 139 (1-2) : 87-105.
- CHÉREAU, R. 2008 – *Lycoperdon umbrinoides* Dissing & Lange 1962. *Cahiers mycologiques nantais*, 20 : 3-4.
- CHEVASSUT, G. & R. HENRY. 1982 – Cortinaires nouveaux ou rares de la région Languedoc Cévennes (2^e note). *Documents mycologiques*, 12(47) : 1-86.
- CHEYPE, J.-L. 2005 – Contribution à la connaissance des champignons de la haute vallée de l'Arve (Haute-Savoie). *Bulletin mycologique et botanique Dauphiné-Savoie*, 177 : 33-44.
- CLÉMENÇON, H. & F. AYER. 2007 – *Pseudobaeospora calcaria*, a new species of agaricoid Hymenomycetes. *Persoonia*, 19(2) : 281-287.
- COLLECTIF. 2002 – Journée des espèces rares et intéressantes. *Bulletin mycologique et botanique Dauphiné-Savoie*, 167 : 19-28.
- CONSIGLIO, G., M. MARCHETTI & T. KKKI. 2024 – Contributo alla conoscenza del Genere *Gymnopilus*. *Rivista di Micologia*, 67(2) : 99-166.
- CONSIGLIO, G. & L. SETTI. 2008 – *Il genere Crepidotus in Europa*. Ed. Associazione micologia Bresadola, Trento, Italie. 344 p.
- CONSIGLIO G. & L. SETTI. 2018 – *Il genere Hohenbuehelia e Resupinatus in Europa*. Ed. Associazione micologia Bresadola, Trento, 448 p.
- CORNER, J.H. 1966 – Species of *Ramaria* (Clavariaceae) without clamps. *Transactions of the British mycological Society*, 49(10) : 101-113.
- CORRIOL, G. 2004 (2003) – Contribution à l'inventaire mycologique et à la connaissance mycocénétique de la région Centre. *Bulletin de la Société botanique du Centre-Ouest*, 34 : 361-416.
- CORRIOL, G. 2019 – La tourbière du lac de Lourdes, un site de grand intérêt mycologique. *Errotari*, 16 : 22-44.
- CORRIOL, G. 2019 – Quelques espèces observées en Cerdagne-Capcir (Pyrénées-Orientales) lors du congrès commun de la FAMM et de la CEMM. *Bulletin de la Fédération des Associations Mycologiques Méditerranéennes*, 56(2) : 4-19.
- CORRIOL, G. 2022 – Clé de détermination des *Galerina* d'Europe. *Bulletin de la Fédération des Associations Mycologiques Méditerranéennes N.S.*, 62 : 3-48.
- CORRIOL, G. 2025 – *Psathyrella effibulata* et *P. citerinii*, étude comparée de deux psathyrelles non bouclées observées en région Occitanie (France). *Bulletin de la Société mycologique de France*, à paraître.
- CORRIOL, G. & D. CHADULI. 2020 – *Pluteus tenebromarginatus* sp. nov., une nouvelle espèce à lames bordées et épicutis hétérogène, découverte dans le sud de la France. *Bulletin de la Fédération des Associations Mycologiques Méditerranéennes N.S.*, 57 : 3-13.
- CORRIOL, G. & R. CHALANGE. 2020 (2017) – *Leucoagaricus cyanescens* sp. nov. une lépiote d'Europe tempérée à pigment bleu intracellulaire. *Bulletin de la Société mycologique de France*, 133-1-2 : 1-9.
- CORRIOL, G. & C. HANNOIRE. 2012 – *Inventaires des macromycètes dans les Réserves naturelles de Prats-de-Mollo, la forêt de la Massane, le Mas Larrieu et Mantet (Pyrénées-Orientales, France)*. CBN des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, Fédération des Réserves naturelles catalanes, 46 p.
- CORRIOL, G. & C. HANNOIRE. 2015 – *Inventaires mycologiques dans la Réserve naturelle régionale du marais de Bonnefont (Lot, France)*. CBN des Pyrénées et de Midi-Pyrénées, 58 p.
- CORRIOL, G. & C. HANNOIRE. 2018 – Contribution à l'inventaire mycologique de Midi-Pyrénées (France). *Documents mycologiques*, 37 : 53-170.
- CORRIOL, G. & P. JARGEAT. 2018 – *Albomagister virgineus* sp. nov., a second species of *Albomagister* in Europe. *Current Research in Environmental & Applied Mycology*, 8(2) : 162-171.
- CORRIOL, G. & P. JARGEAT. 2019 – Mycological and phylogenetical description of *Dennisiomyces fibrillosus* sp. nov. (Agaricales, Tricholomataceae) from the Pyrenees and the first record of the genus in Europe. *Phytotaxa*, 405(5) : 226-236.
- CORRIOL, G. & P. JARGEAT. 2024 – *Gymnopilus maritimus*, une espèce littorale méditerranéenne nouvelle pour la France, des dunes du Roussillon. *Bulletin de la Fédération des Associations Mycologiques Méditerranéennes*, 66 : 25-35.
- CORRIOL, G. & P. JARGEAT. 2025 – *Agrocybe pusiola* var. *cyanescens* comb. nov., un taxon des dunes littorales du Roussillon, nouveau pour la France. *Bulletin de la Fédération des Associations Mycologiques Méditerranéennes*, 67 : 21-29.
- CORRIOL, G., I. OLARIAGA, E. CANGINI & C. HANNOIRE. 2010 (2008) – *Floccularia decorosa*. Un champignon au bord de l'extinction en France. *Bulletin de la Société mycologique de France*, 124(3-4) : 169-186.
- CORRIOL, G. & J. VIVANT. 2010 – Évaluation patrimoniale des Génies de Saint-Pé-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées) sur des bases mycologiques. *Bulletin de la Société mycologique du Béarn*, 115 : 19-52.
- COURTECUISSÉ, R., C. LÉCURU. 2006 – Inventaire Mycologique de la Région Nord – Pas de Calais – (3^e ed.). *Bulletin semestriel de la Société Mycologique du Nord de la France*, 79/80(1/2) : 1-185.
- COURTECUISSÉ, R., J.-P. PRIOU & P. BOISSELET. 1986 – Contribution à la connaissance de la flore fongique du Morbihan et de quelques régions voisines - I. *Documents mycologiques*, 16(62) : 1-22.

- DANIËLS, P.P. 2016 – Notas en Gomphales VI: Especies recolectadas en el valle de Benasque y su entorno (Huesca). *Boletín Micológico de Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León*, 11 : 41-51
- DE HAAN, A., & P.-A. MOREAU. 2012 – Waarnemingen in het Genus *Alnicola* (Zompzwam) in Vlaanderen (3). *Steerbeekia*, 31: 3-15.
- DESCHUYTENEER, D., M. HEYKOOP & G. MORENO. 2019 – *Psathyrella ovispora* Deschuyteneer, Heykoop & G. Moreno, *sp. nov.* Fungal Planet 1025 : 388-389. In : Crous P.W. *et al.* Fungal Planet description sheets: 951-1041. *Persoonia*, 43 : 223-425
- DESCHUYTENEER, D., P. TANCHAUD & D. WÄCHTER. 2020 – *Psathyrella ephemera* A. H. Smith, une espèce rare ou méconnue des milieux bourbeux, découverte en Belgique et en France. *Bulletin de l'Association de mycologues francophones de Belgique*, 13 : 43-46.
- DELAPORTE, A. 1994 – Un Bolet de la section *Luridi*, groupe *Torosus* et description de quelques cortinaires. *Bulletin de la Société botanique du Centre-Ouest*, 25: 441-444.
- DEMOULIN, V. 1983 – Un site remarquable pour ses Gasteromycètes : Les grès rouges permien du massif des Maures (Var, France). *Cryptogamie Mycologie*, 4 : 9-18.
- DIMA, B., K. LIIMATAINEN, T. NISKANEN, I. KYTÖVUORI & D. BOJANTCHEV. 2014 – Two new species of *Cortinari*, subgenus *Telamon*, sections *Colymbadini* and *Uracei*, from Europe. *Mycological Progress*, 13 : 867-879.
- DIMA, B., T.E. BRANDRUD, G. CORRIOL, G.M. JANSEN, J.B. JORDAL, A.N. KHALID, E. LARSSON, J. LORÅS, O.V. MOROZOVA, A. NASEER, M.E. NOORDELOOS, W. ROSSI, S. SANTAMARIA, S. SARWAR, E. SESLI, M. USMAN, N.S. AFSHAN, I. AHMAD, A. BANERJEE, K. BANERJEE, E. BENDIKSEN, D.R.S. COLOMBO, A. DE KESEL, F. DOVANA, G. FERISIN, S. HUSSAIN, S. ISLAM, A.L. JESUS, O. KAYGUSUZ, I. KRISAI-GREILHUBER, S. MAHAMMAD, D.K. MISHRA, P.S. NATH, S.C.O. DA PAIXÃO, B. PANJA, V. PAPP, C.L.A. PIRES-ZOTTARELLI, Á. RADNÓTI, D. RANA, R. SAHA, I. TÜRKEKUL & D. HAELEWATERS. 2021 – Fungal Systematics and Evolution: FUSE 7. *Sydowia*, 73 : 271-339.
- DISSING, H. & M. LANGE. 1962 – Gasteromycetes of Congo. *Bulletin du Jardin botanique de l'état, Bruxelles*, 32(4) : 325-416.
- DOMAŃSKI, S. 1964 – *Pleurotus vetlinianus* Dom., *sp. nov.* *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 33(2) : 243-246.
- DOUGOUD, R. 2002 – Contribution à la connaissance de quelques Discomycètes operculés rares ou méconnus. *Fungi non Delineati*, 18 : 1-69.
- DOUGOUD, R., N. VAN VOOREN & M. VEGA. 2015 – *Cupulina montana* (Pezizales, Pyronemataceae), un nouveau genre et une nouvelle espèce des montagnes d'Europe. *Ascomycete.org*, 7(2) : 39-44.
- DOVANA, F., A. VIZZINI, F. BOCCARDO, M. MUCCIARELLI & M. CLERICUZIO. 2016 – *Entoloma ochreoprunuloides* from Italy, with notes on its geographical distribution and allied species. *Mycotaxon*, 131 : 881-887.
- DUHEM, B. & M. MICHEL. 2001 – Contribution à la connaissance du genre *Subulicystidium* Parmasto 1968 (*Basidiomycota*, *Xenasmatales*). *Cryptogamie, Mycologie*, 22(3) : 163-173.
- DURAND, M. 2016 – site d'hyperteile, <https://www.smbrc-chambery.fr/documents/actualites/Mycologie/20161119MycoYenne.pdf>, consulté le 9/04/2024.
- EBERHARDT, U., H.J. BEKER, J. VILA, J. VESTERHOLT, X. LLIMONA & R. GADJIEVA. 2009 – *Hebeloma* species associated with *Cistus*. *Mycological research*, 113 : 153-162.
- ERIKSSON, J., K. HJORTSTAM & L. RYVARDEN. 1981 – *The Corticiaceae of North Europe. Vol. 6. Phlebia - Sarcodontia*. Ed. Fungiflora, Oslo, Norvège. 225 p.
- EYSSARTIER, G., X. CARTERET & P. REUMAUX. 2000 – Notes sur trois cortinaires pilonnés. *Bulletin de la Fédération des Associations mycologiques méditerranéennes N.S.*, 18(2) : 99-106.
- EYSSARTIER, G. & A. BIDAUD. 2023 – Portraits de cortinaires. *Bulletin mycologique et botanique Dauphiné-Savoie*, 249 : 25-381.
- ESTEVE-RAVENTÓS, F., J. VILA & J. LLISTOSELLA. 1999 – Algunos *Entoloma* interesantes o poco conocidos de los Pirineos. *Revista Catalana de Micologia*, 22 : 135-141.
- FAVRE, J. 1948 – *Les associations fongiques des hauts-monts jurassiens et de quelques régions voisines*. Kommissionsverlag Buchdruckerei Böhler & Co, Bern, Allemagne. 228 p. + 6 pl. couleur.
- FAVRE, J. 1960 – *Catalogue descriptif des champignons supérieurs de la zone subalpine du Parc National Suisse*. Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen des Schweizerischen Nationalparks, 6, p. 1-610.
- FELLIN, A., E. ERCOLE, E. FERRARI & J. RENATO. 2020 – *Cortinari holoxanthus* dall'Italia settentrionale. *Bollettino dell'Associazione Micologica Ecologica Romana*, 109(1): 34-43.
- FEDOSOVA, A., E. POPOV, P. LIZOŇ & V. KUČERA. 2018 – Towards an understanding of the genus *Glutinoglossum* with emphasis on the *Glutinoglossum glutinosum* species complex (*Geoglossaceae*, *Ascomycota*). *Persoonia*, 41(1) : 18-38.
- FERNÁNDEZ-SASIA, R., & P.-A MOREAU. 2011 – Tres especies interesantes del género *Alnicola* Kühner, recogidas en Bizkaia. *Errotari*, 8 : 123-134.
- FERRARI, E. 2006 – *Inocybe* alpine e subalpine. Il genere *Inocybe* (Fr.) Fr. nel nord Italia e paesi limitrofi. *Fungi non Delineati*, 34-36 : 1-457.
- FERRARI, E. 2010 – *Inocybe* dai litorali alla zona alpina. *Fungi non delineati*, 54-55 : 1-216.
- FRANCHI, P., L. GORRERI, M. MARCHETTI, G. MONTI. 2001 – *Funghi di ambienti dunali. Indagine negli ecosistemi*

- dunali del parco naturale Migliarino San Rossore Massaciuccoli*. Università degli studi di Pisa – Dipartimento di scienze botaniche, Pisa, Italie. 215 p.
- FRANCHI, P. & M. MARCHETTI. 2021 – *I funghi clavarioidi in Italia*. Ed. A.M.B. Fondazione Centro Studi Micologici, vol. 1 & 2, 1362 p.
- FROSLEV, T.G., T.E. BRANDRUD & B. DIMA. 2017 – *Cortinarius stjernegaardii* and *C. kristinae* (Basidiomycota, Agaricales), two new European species with a mainly northern distribution. *Mycological Progress*, 16 : 145-153.
- GANNAZ, M. & M. RAILLÈRE-BURAT. 2017 – Des Ramaires aux Clavaires... Clés et illustrations pour la connaissance des basidiomycètes clavarioides. *Cahiers de la Fédération mycologique et botanique Dauphiné-Savoie*, 6 : 1-170.
- GARRIDO-BENAVENT, I., J. BALLARÀ, K. LIIMATAINEN, B. DIMA, T. E. BRANDRUD ET R. MAHIQUES. 2020 – *Cortinarius ochrolamellatus* (Agaricales, Basidiomycota): a new species in *C. sect. Laeti*, with comments on the origin of its European-Hyrcanian distribution. *Phytotaxa*, 460(3) : 185-200.
- GRILLI, E., H.J. BEKER, U. EBERHARDT & N. SCHÜTZ. 2020 – Hebeloma (Fr.) P. Kumm. *Supplement based on collections from Italy. Fungi Europaei 14a*. Ed. Tecnografica, Lomazzo, Italie. 468 p.
- GUINBERTEAU, J. 2011 – Contribution à la connaissance de la mycoflore de la hêtraie relique du Ciron, sous climat. *Bulletin mycologique et botanique Dauphiné-Savoie*, 203 : 23-38.
- GULDEN, G. 1980 – Alpine Galerinas (Basidiomycete, Agaricales) with special reference to their occurrence in South Norway at Finse on Hardangervidda. *Nordic Journal of Botany*, 27 : 219-253.
- GULDEN, G. 1987 – The genus *Galerina* on Svalbard. Arctic and alpine mycology II. *Environmental science research*, 34 : 177-204.
- GULDEN, G. & H. HALLGRÍMSSON. 2000 – The Genera *Galerina* Earle and *Phaeogalera* Kühner (Basidiomycetes, Agaricales) in Iceland. *Acta Botanica Islandica*, 13 : 3-54.
- GULDEN, G., M. JENSSEN & J. STORDAL. 1985 – *Arctic and Alpine Fungi* – I. Ed. Soppkonsulentent, Oslo, Norvège. 61 p.
- GULDEN, G. & J. VESTERHOLT. 1999 – The Genera *Galerina* Earle and *Phaeogalera* Kühner (Basidiomycetes, Agaricales) on the Faroe Islands. *Nordic Journal of Botany*, 19(6) : 685-706.
- GUTIÉRREZ, C. & J. VILA 2001 – Contribución al estudio del género *Cortinarius* en Catalunya. II. *Revista Catalana de Micologia*, 23 : 1-24.
- GUZMÁN-DÁVALOS, L., A. ORTEGA, M. CONTU, A. VIZZINI, A. RODRÍGUEZ, A.R. VILLALOBOS-ARÁMBULA, A. SANTERRE. 2009 – *Gymnopilus maritimus* (Basidiomycota, Agaricales), a new species from coastal psammophilous plant communities of northern Sardinia, Italy, and notes. *G. arenophilus*. *Mycological Progress*, 8(3) : 195-205.
- HAKELIER, N. 1967 – Three swedish species of *Geoglossum*. *Svensk Botanisk Tidskrift*, 61(3) : 419-424.
- HANSS, J.-M., F. BOZOK, B. ASSYOV, M. YARA, J. BOROVÍČKA, H. ŠEVČÍKOVÁ, G. CORRIOL, P.-A. MOREAU & H. TASKIN. 2024 – *Amanita amplivelata*, a remarkable new Eurasian species of section *Vaginatae*. *Phytotaxa*, 660(1) : 1-21.
- HARMAJA, H. 2009 – Studies in *Otidea* (Pezizales). *Karstenia*, 48 : 33-48.
- HARMAJA, H. 2010 – A new combination in *Leucopholiota* (Agaricales, Fungi). *Phytotaxa*, 3 : 59-60.
- HÉRIVEAU, P. & R. COURTECUISE. 1995 – Agaricomycètes rares ou nouveaux de la côte sud-armoricaine II. *Documents mycologiques*, 25(98-100) : 219-227.
- HOLEC, J. 2005 – The genus *Gymnopilus* (Fungi, Agaricales) in the Czech Republic, with respect to collections from other European countries. *Acta Musei Nationalis Pragae, Series B, Historia Naturalis*, 61(1-2) : 1-52.
- HOLEC, J., V. KUNCA, H. ŠEVČÍKOVÁ, B. DIMA, M. KŘÍŽ & T. KUČERA. 2018 – *Pluteus fenzi* (Agaricales, Pluteaceae) – taxonomy, ecology and distribution of a rare and iconic species. *Sydowia*, 70 : 11-26.
- HUHTINEN, S. & J. VAURAS. 1992 – *Mythicomycetes corneipes*, a rare agaric, in Fennoscandia. *Karstenia*, 32 : 7-12.
- IBRAHIM, A., J.B. TANNEY, F. FEI, K.A. SEIFERT, G.C. CUTLER, A. CAPRETTA, J.D. MILLER & M.W. SUMARAH. 2020 – Metabolomic-guided discovery of cyclic nonribosomal peptides from *Xylaria ellisii* sp. nov., a leaf and stem endophyte of *Vaccinium angustifolium*. *Scientific Reports*, 10 : 4599
- IGLESIAS, P. 2007 – Geoglossaceae – Parte II *Trichoglossum hirsutum* y *Trichoglossum walteri*. *Boletín Micológico de Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León*, 2 : 47-50.
- JALLA, J.-L. Non daté – site d'hypertexte <http://mycologie.catalogne.free.fr/fichesdiverstaxo/Gymnopilus%20flavus.pdf>, consulté le 17/07/2025 .
- JANČOVIČOVÁ, S., M. TOMŠOVSKÝ, A. URBAN & I. KRISAI-GREILHUBER. 2014 – New records and epitypification of *Crepidotus malachoides* (Crepidotaceae, Agaricales). *Sydowia*, 66(1) : 79-97.
- JU, Y.-M., H.-MCI HSICH, L. VASILYEVA & A. AKULOV. 2009 – Three new *Xylaria* species from Russian Far East. *Mycologia*, 101(4) : 548-553.
- JUSTO, A., A. CABALLERO, G. MUÑOZ, A. MINNIS, E. & MALYSHEVA. 2011 – Taxonomy of *Pluteus eugraptus* and morphologically similar taxa. *Mycologia*, 103(3) : 646-655.
- KARICH, A. 2020 – *Pholiotina pseudoampullaceocystis* sp. nov. – a new *Pholiotina* species. *Boletus*, 41(2) : 99-109.
- KAUTMANOVÁ, I., M. TOMŠOVSKÝ, M. DUEÑAS & M.P. MARTÍN. 2012 – European species of *Clavaria* (Agaricales, Agaricomycetes) with dark basidiomata – a morphological and molecular study. *Persoonia*, 29 : 133-145.

- KESSLER, F., F. LAIGNEAU, M. INFANTE, C. HANNOIRE, N. SAUTER & G. CORRIOL. 2019(2015) – Flore, fonge et végétation des Rougiers du Camarès (Aveyron, France). *Monde des plantes*, 518 : 3-32.
- KITS VAN WAVEREN, E. 1985 – The Dutch, French and British species of *Psathyrella*. *Persoonia - Supplement*, 2(1) : 3-300.
- KOKKONEN, K. 2015 – A survey of boreal *Entoloma* with emphasis on the subgenus *Rhodopolia*. *Mycological Progress*, 14(12/116) : 1-52.
- KOKKONEN, K. 2020 – Diversity of boreal small species of *Cortinarius* subgenus *Telamonia* with *Salix*. *Karstenia*, 58(1) : 60-117.
- KUČERA, V. & J. GAISLER. 2012 – First record of *Geoglossum uliginosum* (Ascomycota, Geoglossales) in the Czech Republic. *Czech Mycology*, 64(2) : 135-140.
- KUČERA, V., P. LIZOŇ & M. TOMŠOVSKÝ. 2017 – Taxonomic divergence of the green naked-stipe members of the genus *Microglossum* (Helotiales). *Mycologia*, 109(1) : 46-54.
- KUČERA, V., J. NITARE, P. LIZOŇ & J. GAISLER. 2013 – Geoglossaceous fungi in Slovakia 5. *Geoglossum uliginosum* : taxonomy and nomenclature. *Mycotaxon*, 124 : 111-115.
- KÜHNER, R. 1935 – *Le genre Galera (Fr.) Quél.* Encyclopédie mycologique 7, Ed. Lechevalier, Paris, France. 240 p.
- KÜHNER, R. 1975 – Agaricales de la zone alpine. Genre *Lactarius* D.C. ex S.F. Gray. *Bulletin de la Société mycologique de France*, 91(1) : 5-69.
- KUYPER, T.W., A. HAAN (DE), N. DAM, O. VEN DEN KERCKHOVE, J. SOMHORST, J. GELDERBLOM, P. VERSTRAETEN, J. VOLDERS & J. NUYTINCK. 2024 – *Cortinarius*. *Flora Agaricina Neerlandica*. Vol. 8. Ed. Candusso, Alassio, Italie. 844 p.
- LAGO ÁLAVREZ, M. 2008 – Micoflora (Basidiomycota) de los eucaliptales del NO de la Península Ibérica. *Guineana*, 14 : 1-502.
- LÆSSØE, T. 1987 – *Xylaria corniformis* reconsidered. *Mycotaxon*, 30 : 81-85.
- LARSSON, E. & M. JEPPESEN. 2008 – Phylogenetic relationships among species and genera of Lycoperdaceae based on ITS and LSU sequence data from north European taxa. *Mycological Research*, 112(1) : 4-22.
- LARSSON, E. & J.B. JORDAL. 2023 – *Cuphophyllus montevedae* and *C. hygrocyboides* (Hygrophoraceae, Agaricales) in Norway and Sweden. *Agarica*, 43 : 3-13.
- LIIMATAINEN, K., T. NISKANEN, B. DIMA, I. KYTÖVUORI, J.F. AMMIRATI & T.G. FRØSLEV. 2014 – The largest type study of Agaricales species to date: bringing identification and nomenclature of *Phlegmacium*. *Persoonia*, 33 : 98-140.
- LIIMATAINEN, K. & A.M. AINSWORTH. 2018 – Fifteen *Cortinarius* species associated with *Helianthemum* in Great Britain : results of a DNA-based analysis. *Field mycology*, 19(4) : 119-135.
- LIIMATAINEN, K., T. NISKANEN, B. DIMA, J.F. AMMIRATI, P.M. KIRK & I. KYTÖVUORI. 2020 – Mission impossible completed: unlocking the nomenclature of the largest and most complicated subgenus of *Cortinarius*, *Telamonia*. *Fungal Diversity*, 104 : 291-331.
- LUDWIG, E. 2007 – *Pilkompendium Band 2 Beschreibungen*. Ed. Fungicon Verlag, Berlin, Allemagne. 723 p.
- MAIRE, R. 1926 – Études mycologiques. Fascicule 2. *Bulletin de la Société mycologique de France*, 40(4) : 293-317 + pl.
- MAIRE, R. 1938 – Le genre *Clitopilopsis* (Agaricaceae). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, 28 : 112-115.
- MAIRE, R. 1945 – Études mycologiques. Fascicule 5. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, 36 : 24-42.
- MALAVAL, J.-C. 2013 – Trois espèces intéressantes découvertes dans l'Hérault sur *Erianthus ravennae* : *Arcyria riparia*, *Gloeocystidiellum peroxydatum* et *Mycena erianthii-ravennae*. *Bulletin de la Fédération des Associations Mycologiques Méditerranéennes*, 43 : 3-14.
- MALYSHEVA, E.F., V.F. MALYSHEVA & A. JUSTO. 2016 – Observations on *Pluteus* (Pluteaceae) diversity in South Siberia, Russia : morphological and molecular data. *Mycological Progress*, 15(8) : 861-882.
- MARTIN-SANS, E. 1933 – Additions à la flore mycologique des Pyrénées. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, 65 : 482-493.
- MEDARDI, G. 2012 – *Ascomiceti d'Italia*. A.M.B. Fondazione Centro Studi Micologici. 454 p.
- MIETTINEN, O. V. SPIRIN, J. VLASÁK, B. RIVOIRE, S. STENROOS & D.S. HIBBET. 2016 – Polypores and genus concept in *Phanerochaetaceae* (Polyporales, Basidiomycota). *Mycocokeys*, 17 : 1-46.
- MIGLIOZZI, V. & A. COPPOLA. 2021 – *Leucoagaricus ammovirescens* stat. nov. *Micologia e Vegetazione Mediterranea*, 36(1) : 45-58.
- MILLER, O.K., T.J. VOLK & A. BESSETTE. 1996 – A new genus, *Leucopholiota*, in the *Tricholomataceae* (Agaricales) to accommodate an unusual taxon. *Mycologia*, 88 : 137-139.
- MOINGEON, J.-M.. 2002-2003 – site d'hypertoile <https://www.pharmanatur.com/Mycologie/Lactarius%20aquizonatus.htm>, consulté le 12/06/2025. <https://www.mycocharentes.fr/pdf1/2574.pdf>, consulté le 21/03/2025.
- MOINGEON, S., J.M. MOINGEON & G. MOYNE. 2015 – La pelouse à héliantheme d'Ouhans (Doubs) : mise en lumière de la diversité fongique (1^{re} partie). *Bulletin mycologique et botanique Dauphiné-Savoie*, 217 : 37-53.
- MORAVEC, J. 1987 – A taxonomic revision of the genus *Marcellina*. *Mycotaxon*, 30 : 473-499.
- MOREAU, P.-A. 1995 – Quelques notes sur la zone humide des saisis. *Bulletin mycologique et botanique Dauphiné-Savoie*, 139 : 24-37.

- MOREAU, P.-A. 2002 – *Analyse écologique et patrimoniale des champignons supérieurs dans les tourbières des Alpes du Nord*. Thèse doctorat, Université de Savoie, 224 p.
- MOREAU, P.-A., G. CORRIOL, D. BORGARINO & C. LAVOISE. 2007 – Contribution à la connaissance des champignons de l'étage thermoméditerranéen Corse III. Description de quelques espèces rares ou nouvelles. *Bulletin de la Fédération des Associations mycologiques méditerranéennes N.S.*, 31 : 33-84.
- MORGADO, L.N., M.E. NOORDELOOS, Y. LAMOUREUX & J. GEML. 2013 – Multi-gene phylogenetic analyses reveal species limits, phylogeographic patterns, and evolutionary histories of key morphological traits in *Entoloma* (Agaricales, Basidiomycota). *Persoonia*, 31 : 159-178.
- MORNAND, J. 1989 – Les gastéromycètes de France. 5. Tulos-tomatales. *Documents mycologiques*, 19(76) : 1-18.
- MOROZOVA, O.V., M.E. NOORDELOOS, B. DIMA, G.M. JANSEN & K. RESCHKE. 2021 – *Entoloma isborscanum* O.V. Morozova, Noordel., Dima, G.M. Jansen & Reschke, *sp. nov.* Fungal Planet 1244 : 450-451. In : Crous P.W. *et al.* Fungal Planet description sheets : 1182-1283. *Persoonia*, 46 : 313-528.
- MOYERSON, B. & V. DEMOULIN V. 1996 – Les Gastéromycètes de Corse : taxonomie, écologie, chorologie. *Lejeunia* NS, 152 : 1-128.
- MOYNE, G., J.-M. MOINGEON, S. MOINGEON & P. CHAILLET. 2007 – Entre Charney et Courcelles-les-Quincey : un paradis mycologique. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle du Doubs*, 91 : 13-40.
- MOYNE, G. & J.-M. MOINGEON. 2018 – Du nouveau dans la buxaie de Courcelles-lès-Quingey : *Albomagister alesandrii* et *Pseudobaeospora brunnea*. *Documents mycologiques*, 37 : 191-200.
- MUÑOZ, G. & A. CABALLERO. 2013 – Contribución al conocimiento del género *Psathyrella* (incluido taxones ahora transferidos a los géneros *Coprinopsis* y *Parasola*) en la Península Ibérica (II). *Boletín Micológico de Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León*, 8 : 17-46.
- MUSUMECI, E. & M. CONTU. 2014 – *Tephroderma* (Agaricomycetidae, Tricholomatoid clade) un nuovo genere di Basidiomiceti lamellati dalla Francia. *Rivista Micologica Romana. Bollettino dell'Associazione Micologica Ecologica Romana*, 91 : 20-30.
- NEVILLE, P. & S. POUMARAT. 2004 – *Amaniteae. Amanita, Limacella & Torrendia*. Fungi Europaei 9. Ed. Candusso, Alassio, Italie, 1120 p.
- NISKANEN, T., K. LIIMAINEN, J. NUYTINCK, P. KIRK, O. IBARGUREN, R. GARIBAY-ORJEL, L. NORVELL, S. HUHTINEN, I. KYTÖVUORI, J. RUOTSALAINEN, T. NIEMELÄ, J.F. AMMIRATI & L. TEDERSOO. 2018 – Identifying and naming the currently known diversity of the genus *Hydnum*, with an emphasis on European and North American taxa. *Mycologia*, 110(5) : 890-918.
- NOGUÈRE, H. 2021 – *Kuehneromyces lignicola*, récoltes estivales dans l'Aude d'une espèce méconnue. *Bulletin de la Fédération des Associations mycologiques méditerranéennes N.S.*, 59 : 40-47.
- NOGUÈRE, H. 2022 – Une récolte de *Phaeogalera stagnina* (Fr.) Pegler. *Bulletin de la Fédération des Associations mycologiques méditerranéennes N.S.*, 61 : 22-29.
- NOORDELOOS, M.E. 1987 – *Entoloma* (Agaricales) in Europe. Synopsis and keys to all species and a monograph of the subgenera *Trichopilus*, *Inocephalus*, *Alboleptonia*, *Leptonia*, *Paraleptonia*, and *Omphaliopsis*. *Beihefte zur Nova Hedwigia*, 91 : 1-419.
- NOORDELOOS, M.E. 1992 – *Entoloma s.l.* Fungi Europaei 5. Ed. Saronno, Giovanna Biella, Italie. 760 p.
- NOORDELOOS, M.E. 2004 – *Entoloma s.l.* supplemento. Fungi Europaei 5a. Ed. Candusso, Alassio, Italie. 620 p.
- NOORDELOOS, M.E. 2008 – *Rhodocybe* Maire : 491-494. In : H. Knudsen & J. Vesterholt † (eds.). *Funga Nordica. Agaricoid, boletoid and cyphelloid genera*. Ed. Nordsvamp, Copenhagen, Danemark, 965 p.
- NOORDELOOS, M.E., B. DIMA, T. SVETASHEVA & T. LÆSSØE. 2019 – *Entoloma erhardii* Noordel., Dima, Svetash., Læssøe & Kehlet, *sp. nov.* Fungal Planet 923 : 414-415. In : Crous P.W. *et al.* Fungal Planet description sheets: 291-473. *Persoonia*, 42 : 291-473.
- NOORDELOOS, M.E., G. JANSEN, J. JORDAL, O. MOROZOVA, Ø. WEHOLT, T. BRANDRUD, J. VILA, A. KARICH, K. RESCHKE, J. LORÅS, I. KRISAI-GREILHUBER & B. DIMA. 2022 – Molecular and morphological diversity in the *Rhombisporum* clade of the genus *Entoloma* with a note on *E. cocles*. *Mycological Progress*, 21(5).
- NOORDELOOS, M.E., O. MOROZOVA, B. DIMA, K. RESCHKE, G. JANSEN, T.E. BRANDRUD, J.B. JORDAL, E. BENDIKSEN & J. VILA. 2022 – *Entoloma s.l. Flora agaricina neerlandica*, vol. 1, supplement. *Fungi Europaei* 5b. Ed. Candusso, Alassio, Italie. 968 p.
- OLARIAGA, I. 2009 – *The order Cantharellales in the Iberian Peninsula and the Balearic Islands*. Ed. University of the Basque Country, Espagne. 556 p.
- OLARIAGA, I., I. SALCEDO, P.P. DANIËLS, B. SPOONER & I. KAUTMANOVÁ. 2015 – Taxonomy and phylogeny of yellow *Clavaria* species with clamped basidia – *Clavaria flavostellifera* sp. nov. and the typification of *C. argillacea*, *C. flavipes* and *C. sphagnicola*. *Mycologia*, 107(1) : 104-122.
- OLARIAGA, I., N. VAN VOOREN, M. CARBONE & K. HANSEN. 2015 – A monograph of *Otidea* (Pyronemataceae, Pezizomycetes). *Persoonia*, 35 : 166-229.
- ORDYNETS, A., R. LIEBISCH, L. LYSENKO, D. SCHERF, S. VOLOBUEV, A. SAIITA, K.-H. LARSSON, E. YUCHENKO, B. BUYCK, S. BOLSHAKOV & E. LANGER. 2020 – Morphologically similar but not closely related: the long-spored species of *Subulicystidium* (Trechisporales, Basidiomycota). *Mycol Progress*, 19, 691-703.

- ÖRSTADIUS, L. & E. LUDWIG. 1997 – *Psathyrella effibulata* (Agaricales), a new species lacking clamp connections. *Windahlia*, 22 : 81-83.
- ORTON, P.D. 1969 – Notes on British Agarics: III. *Notes from Royal Botanic Garden Edinburgh*, 29(1) : 75-127.
- PALMER, J.T. 1997 – Some rare fungi from the Attergau area, Upper Austria. *Österreichische Zeitschrift für Pilzkunde*, 6 : 7-16.
- PANCORBO, F., M.A. RIBES, F. ESTEVE-RAVENTÓS, J. HERNANZ, I. OLARIAGA, P.P. DANIËLS, A. HEREZA, S. SÁNCHEZ, J.F. MATEO & F. SERRANO. 2017 – Contribución al conocimiento de la biodiversidad fúngica del parque nacional de Ordesa y monte perdido II. *Pirineos. Revista de Ecología de Montaña*, 172 : 1-55.
- PÉREZ-DE-GREGORIO, M.-À., N. MACAU & J. CARBÓ. 2011 – *Sarcodon quercinofibulatus*, una nueva especie del género con hifas fibulíferas. *Revista Catalana de Micologia*, 33 : 25-30.
- PETERSEN, R.H. 1989 – Contributions toward a monograph of *Ramaria* – VIII. Some taxa shleted under the name *Ramaria flava*. *Persoonia*, 14(1) : 23-42.
- PETERSEN, R.H., N. PSURTSEVA, I. ZMITROVICH, P. CHACHULA, S. ARSLANOV & K.W. HUGHES. 2015 – *Ligniomyces*, a new genus of pleurotoid Agaricomycetes. *Mycologia*, 107(5) : 1045-1054.
- POLI, L., E. MUSUMECI & P. ALVARADO. 2015 – Una nuova *Simocybe europaea* rinvenuta in (Brianza) Lombardia : *S. rhabarbarina* sp. nov. *Rivista Micologica Romana Boletino dell' Associazione Micologica ecologica Romana*, 96 : 20-30.
- POUMARAT, S. 2010 – Les champignons de la Réserve naturelle de la Vallée d'Eyne, 3 : les nouveautés de la prospection de l'année 2008. *Moixeró*, 1 : 12-18.
- POUMARAT, S., J.-L. JALLA & M.-J. GOMEZ. 2017 – *Compte-rendu de la session annuelle de la Société mycologique de France Egat Pyrénées-Orientales du 19 au 24 septembre 2016*. Ed. Société mycologique André Marchand, Millas, France. 27-30.
- RAILLÈRE-BURAT, M. & M. GANNAZ. 2007 – Récoltes de deux *Ramaria* peu connues : *Ramaria rielii* Boud. Et *Ramaria subdecurrrens* (Coker) Corner. *Bulletin mycologique et botanique Dauphiné-Savoie*, 184 : 13-18.
- RAILLÈRE-BURAT, M. & M. GANNAZ. 2010 – Les genres *Clavulinopsis* et *Ramariopsis*. *Bulletin mycologique et botanique Dauphiné-Savoie*, 197 : 31-42.
- REDHEAD, S. 1981 – Parasitism of bryophytes by agarics. *Canadian Journal of Botany*, 59 : 63-67.
- RENARD, M. 2001 – Quelques champignons de la Montagne Bourbonnaise. *Bulletin mycologique et botanique Dauphiné-Savoie*, 162 : 25-29.
- REQUEJO, O., M.L. CASTRO, G. CORRIOL & A. JUSTO. 2024 – *Clavicornia angustispora* a new species from Southwestern Europe *Fungi iberici*, 4 : 7-16.
- RESCHKE, I., A. KARICH, G. CORRIOL, G.M. JANSEN & B. DIMA. 2022a – *Entoloma simulans* Reschke, Karich, Corriol, G.M. Jansen & B. Dima, sp. nov. *Fungal Planet* 1410 : 316-317. In : Crous P.W. et al. *Fungal Planet description sheets*: 1383-1435. *Persoonia*, 48 : 261-371.
- RESCHKE, K., O.V. MOROZOVA, B. DIMA, J.A. COOPER, G. CORRIOL, A.Y. BIKETOVA, M. PIEPENBRING & M.E. NOORDELOOS. 2022b – Phylogeny, taxonomy, and character evolution in *Entoloma* subgen. *Nolanea*. *Persoonia*, 49 : 136-170.
- REUMAUX, P., A. BIDAUD & P. MOËNNE-LOCCOZ †. 1996 – *Russules rares ou méconnues*. Ed. Fédération mycologique Dauphiné-Savoie, Marlioz, France, 294 p.
- REUMAUX, P., P. MOËNNE-LOCCOZ † & R. HENRY. 1990 – *Atlas des cortinaires. Pars II*. Ed. Fédération mycologique Dauphiné-Savoie, Marlioz, France, p. 27-47.
- REY, H. & R. ROUANET. 2006 – Champignons récoltés au cours de l'année 2003 et 2004 – *Bulletin de liaison de la Société tarnaise de Sciences naturelles*, 2004-2005 : 33-43.
- RIOUSSET, G. & F. FOUCHIER. 1995 – Deux petites lépiotes méconnues *Lepiota nigrescentipes* G. Rioussset et *Lepiota parvannulata* (Lasch : Fries) Giller. *Bulletin de la Fédération des Associations mycologiques méditerranéennes N.S.*, 7-8 : 5-10.
- ROBERTS, P. 1992 – Spiral-spored *Tulasnella* species from Devon and New Forest. *Mycological Research*, 96(3) : 233-236.
- ROBERTS, P. 1993 – *Exidiopsis* species from Devon, including the new segregate genera *Ceratosebacina*, *Endoperplexa*, *Microsebacina*, and *Serendipita*. *Mycological Research*, 97(4) : 467-478.
- ROBERTS, P. 1998 – A revision of the genera *Heterochaetella*, *Myxarium*, *Protodontia*, and *Stypella* (Heterobasidiomycetes). *Mycotaxon*, 69 : 209-248.
- ROBERTS, P. 1999 – *Rhizoctonia forming fungi. A taxonomic guide*. Ed. The Herbarium, Royal Botanic Garden, Kew, Grande-Bretagne. 239 p.
- ROCABRUNA, A. & M. TABARÉS. 2002 – Fongs nous o poc citats de Catalunya. IV. *Revista Catalana de Micologia*, 24 : 43-55.
- RODRÍGUEZ-CAMPO, F., D. BANDINI & I. OLARIAGA. 2023 – *Inocybe hamadryadis* (Inocybaceae, Agaricales), a new smooth-spored species from Europe and West Asia. *Phytotaxa*, 594(3) : 191-203.
- ROMAGNESI, H. & J. FAVRE. 1938 – Quelques Rhodophylles nouveaux ou rares des hauts-marais jurassiens. *Revue de mycologie N.S.*, 3(2-3) : 60-77.

- ROMAGNESI, H. 1980 – *Armillaria decorosa* (Peck) Smith-Walters, espèce américaine nouvelle pour l'Europe, et la tribu des *Cystodermataceae* Singer emend. *Bulletin de la Société mycologique de France*, 96(2) : 145-154.
- ROUX, P. 2006 – *Mille et un champignons*. Ed. Roux, Sainte-Sigolène, France. 1223 p.
- ROUX, P., J.-L. JALLA & S. POUMARAT. 2017 – Tourbière de La Bollosa (Bouillouses) : 21-23, In : *Compte-rendu de la session annuelle de la Société mycologique de France 2016 Egat Pyrénées-Orientales du 19 au 24 septembre 2016*. Ed. Société mycologique André Marchand, Millas, France, 116 p.
- ROUX, P., P.-A. MOREAU, A. CHARRET & M. CONTU. 2010 – *Clitopilus nevillei* sp. nov. una nuova specie pleurotoide. *Bulletin de la Fédération des Associations mycologiques méditerranéennes N.S.*, 37 : 59-64.
- RUBIO, E., L. CASAS & A. PALAZONÓ. 2019 – *Lactarius aquizonatus*. *Bolets de Catalunya*, 38, fiche 1881.
- RUBIO, E. & M. GONZÁLES. 2021 – site d'hypertexte <https://www.centrodeestudiosmicologicosasturianos.org/?p=37988> Centro de Estudios Micológicos Asturianos (CEMAS), fiche ERD-7186 consultée le 04/07/2025.
- SAAR, G. 2003 – The genera *Cystoderma* and *Cystodermella* (Tricholomataceae) in temperate Eurasia. *Mycotaxon*, 86 : 455-473.
- SAAR, G., B. DIMA, G. SCHMIDT-STOHN, T.E. BRANDRUD, F. BELLÙ, T.G. FRØSLEV, B. OERTEL & K. SOOP. 2014 – *Cortinarius* untergattung *Phlegmacium* sektion *Purpurascens* in Europa. *Journal des Journées européennes du Cortinaire*, 14 : 140-161.
- SAAR, I., R.G. THORN, E. NAGASAWA, T.W. HENKEL & J.A. COOPER. 2022 – A phylogenetic overview of *Squamanita*, with description of nine new species and four new combinations. *Mycologia*, 114(4) : 769-797.
- SAITTA, S. 2018 – Primo ritrovamento di *Gymnopilus maritimus* in Sicilia. *Rivista di Micologia*, 61(3) : 233-242.
- SALOM, J.C. & J.L. SIQUIER. 2009 – Contribución al coneixement de *Lepiota* s.l. a les Illes Balears, VI. *Lepiota nigrescentipes* G. Rioussel. *Revista Catalana de Micologia*, 31 : 37-42.
- SARASINI, M. 2005 – *Gasteromyceti epigei*. Ed. Associazione micologia Bresadola, Trento, Italie. 406 p.
- SCHMIDT-STOHN, G., G. SAAR, T.E. BRANDRUD & B. DIMA. 2016 – Interessante *Phlegmacium*-Funde um Urbino. *Journal des Journées européennes du Cortinaire*, 18 : 77-96.
- SESLI, E. & A. VIZZINI. 2017 – Two new *Rhodocybe* species (sect. *Rufobrunnea*, Entolomataceae) from the East Black Sea coast of Turkey. *Turkish Journal of Botany*, 41 : 200-210.
- ŠEVČÍKOVÁ, H. & J. BOROVÍČKA. 2019 – *Pluteus rugosidiscus* (Basidiomycota, Pluteaceae), first record of this North American species in Europe. *Nova Hedwigia*, 108(1-2) : 227-241.
- ŠEVČÍKOVÁ, H., G. FERISIN, E. MALYSHEVA, A. JUSTO, J. HEILMANN-CLAUSEN, E. HORAK, L. KALININA, O. KAYGUSUZ, H. KNUDSEN, N. MENOLLI JR., P.-A. MOREAU, G.M. GONZÁLEZ, I. SAAR, I. TÜRKEKUL & F. DOVANA. 2022 – *Pluteus insidiosus* Complex, four new species described and *Pluteus reisneri* resurrected. *Pluteus* Fr. in West-Europe. *Journal of Fungi*, 8(6) : 1-26.
- STQUIER, J.L., J.C. SALOM, J. ESPINOSA & A. SERRA. 2011 – Notes corològiques sobre la flora micològica d'Eivissa (Iles Balears, Espanya). II. *Revista Catalana de Micologia*, 33 : 1-14.
- SKREDE, I., T. CARLSEN & T. SCHUMACHER. 2017 – A synopsis of the saddle fungi (*Helvella* : *Ascomycota*) in Europe – species delimitation, taxonomy and typification. *Persoonia*, 39 : 201-253.
- SMITH, A.H. 1972 – The North American species of *Psathyrella*. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, 24 : 1-633.
- SPIRIN, V., V. MALYSHEVA, N. SCHOUTTETEN, I. VINER, O. MIETTINEN, J. NORDÉN, L. RYVARDEN, H. KOTIRANTA, A. VERBEKEN, M. WEISS & K.-H. LARSSON. 2021 – Studies in the *Basidioidendron caesiocinereum* complex (Auriculariales, Basidiomycota). *Mycological Progress*, 20 : 1275-1296.
- TANCHAUD, P. 2013 – Quelques espèces remarquables récoltées en Poitou-Charentes. *Bulletin de la Société mycologique d'Argenson*, 31 : 21-41.
- TANCHAUD, P. 2012 – site d'hypertexte <https://www.mycocharentes.fr/pdf1/400%201354%201%20.pdf>, consulté le 8/4/2024.
- TANCHAUD, P. 2016 – site d'hypertexte <https://www.mycocharentes.fr/pdf1/1154.pdf>, consulté le 9/04/2024.
- TANCHAUD, P. 2024 – site d'hypertexte <https://www.mycocharentes.fr/pdf1/2574.pdf>, consulté le 21/03/2025.
- TANCHAUD, P. 2024 – site d'hypertexte <https://www.mycocharentes.fr/pdf1/1398.pdf>, consulté le 15/04/2025.
- TRICHIES, G. 2000 – *Elaphocephala iocularis* Pouzar : un corticié hors du commun retrouvé en Lorraine. *Documents mycologiques*, 30(119) : 35-39.
- UNTIEDT, B. & K. MÜLLER. 1985 – Colonization of *Sphagnum* cells by *Lyophyllum palustre*. *Canadian Journal of Botany*, 63 : 757-761.
- VAN VOOREN, N. 2006 – Ascomycètes, saison 2005. *Bulletin mycologique et botanique Dauphiné-Savoie*, 183 : 11-24.
- VAN VOOREN, N. 2012 – Discomycètes rares ou remarquables récoltés en 2011, 1^{ère} partie : Pezizales. *Ascomycete.org*, 4(3) : 35-54.
- VAN VOOREN, N. 2014 – Contribution à la connaissance des Pézizales (Ascomycota) de Rhône-Alpes, 2^e partie. *Cahiers de la Fédération mycologique et botanique Dauphiné-Savoie*, 4 : 1-172.

- VAN VOOREN, N. & G. CORRIOL. 2015 – Compte rendu de la Session Ascomycota Zone alpine 2014. *Ascomycete.org*, 7(4) : 135-140.
- VAN VOOREN, N. & G. MOYNE. 2012 – *Plicariella flavovirens* comb. nov. (Ascomycota, Pezizales), une pézize remarquable. *Ascomycete.org*, 4(1) : 11-14
- VAN VOOREN, N. 2018 – site d'hypertoile <https://ascomycete.org/2000-Pezizales/Species/Plicariella-scabrosa?mapid=482>, consulté le 9/04/2024.
- VELLINGA, E.C. 2001 – *Agaricaceae* (Fr.) Cohn : 21-167, in Noordeloos M. E., Kuyper T. W. & Vellinga E.C. : Flora Agaricina Neerlandica. Vol. 5. A.A. Balkema, Rotterdam, 169 p.
- VESTERHOLT, J. 2002 – Contribution to the knowledge of species of *Entoloma* subgenus *Leptonia*. *Fungi non delineati*, 21 : 1-64.
- VICENTE, J.F., P. IGLESIAS, F. HIDALGO & M. OYARZABAL. 2010 – Aportaciones al conocimiento micológico de las isla de la Palma II y una nueva especie de *Tricholosporum*. *Errotari*, 7 : 84-131.
- VICENTE, J.F., J. UNDAGOITIA, P. IGLESIAS & S. ARAUZO. 2007 – La familia Entolomataceae en el Norte e la Península Ibérica. (I). *Errotari*, 4 : 84-98.
- VIDAL, J.M. 1997 – Algunos hongos hipogeos nuevos o poco citados de Cataluña (Zygomycotina, Ascomycotina y Basidiomycotina). *Revista Catalana de Micologia*, 20 : 25-62.
- VIDAL, J.M. 2004 – The genus *Stephanospora* Pat., two new combinations. *Revista Catalana de Micologia*, 26 : 97-111.
- VILA, J. & F. CABALLERO. 2006 – Aportaciones al conocimiento de los hongos de Cataluña. I. *Entoloma* (Fr.) P. Kumm. (I). *Boletín de la Sociedad Micológica de Madrid*, 30 : 225-234.
- VILA, J. & F. CABALLERO. 2007 – *Entoloma* nuevos o interesantes de la Península Ibérica. *Fungi non delineati*, 38 : 1-64.
- VILA, J. & F. CABALLERO. 2009 – *Entoloma* nuevos o interesantes de la Península Ibérica (2). *Fungi non delineati*, 45 : 1-99.
- VILA, J., F. CABALLERO, J. CARBÓ, P. ALVARADO, S. CATALÀ, M.A. HIGELMO & X. LLIMONA. 2014 – Preliminary morphologic and molecular study of the *Entoloma rusticoides* group (Agaricales – Basidiomycota). *Rivista Catalana de Micologia*, 35 : 65-99.
- VILA, J., J. CARBÓ, F. CABALLERO, S. CATALÀ, X. LLIMONA & M.E. NOORDELOOS. 2013 – A first approach to the study of the genus *Entoloma* subgenus *Nolanea* sensu lato using molecular and morphological data. *Fungi non delineati*, 46 : 3-62.
- VILA, J., M.E. NOORDELOOS, K. RESCHKE, P.-A. MOREAU, E. BATTISTIN, M.Å. RIBES, U. MARULLI, G. CORRIOL, E. POLEMIS, E. LOIZIDES & B. DIMA. 2021 – New species of the genus *Entoloma* (Basidiomycetes, Agaricales) from Southern Europe. *Österreichische Zeitschrift für Pilzkunde*, 29 : 123-153.
- VIVANT, J. 1997 – *Pleuroflammula raggaziana* (Bres.) Horak. *Flaviporus brownei* (Humb. & St.) Donk. Sur deux espèces tropicales ou subtropicales collectées dans notre région. *Bulletin de la Société Mycologique Landaise*, 17 : 21-23.
- VIZZINI, A., G. CONSIGLIO & M. MARCHETTI. 2019 – *Mythicomycetaceae* fam. nov. (Agaricineae, Agaricales) for accommodating the genera *Mythicomycetes* and *Stagnicola*, and *Simocybe parvispora* reconsidered. *Fungal Systematics and Evolution*, 3 : 41-56.
- VIZZINI, A., G. CONSIGLIO, & M. MARCHETTI. 2023 – Overview of the European species of the genus *Clitocella* (Entolomataceae, Agaricales) with notes on extralimital taxa. *Persoonia*, 50 : 123-157.
- VOITK, A., I. SAAR, R. LÜCKING, P.-A. MOREAU, G. CORRIOL, I. KRISAI-GREILHUBER, R.G. THORN, C.R.J. HAY, B. MONCADA & G. GULDEN. 2020 – Surprising morphological, ecological and ITS sequence diversity in the *Arrhenia acerosa* complex (Basidiomycota : Agaricales : Hygrophoraceae). *Sydowia*, 73 : 133-162.
- WEHOLT, Ø., S.E. EIDISSEN, J. LORÅS. & P. ALVARADO. 2016(2015) – *Entoloma graphitipes* - a species new to Northern Europe. *Karstenia*, 55 : 19-24.
- WÖLFEL, G., F. HAMPE & J. KLEINE. 2012 – *Entoloma*-Forschung in Mitteleuropa II. Neue und kritische *Entoloma*-Arten aus Deutschland. *Zeitschrift für Mykologie*, 78(2) : 125-136.
- ZAMORA, J.C., F.D. CALONGE & M.P. MARTÍN. 2015 – Integrative taxonomy reveals an unexpected diversity in *Geastrum* section *Geastrum* (Geastrales, Basidiomycota). *Persoonia*, 34 : 130-165.

Planche 1 : espèces nouvellement décrites

- Fig. 1. *Albomagister virgineus*, récolte GC07110503 (holotype), *in situ*
Fig. 2. *Arrhenia leucotricha*, récolte GC98092305, *in situ* sur tiges de *Juncus* sp.
Fig. 3. *Clavicorona angustispora*, récolte GC12110910, *in situ*
Fig. 4. *Cortinarius phaeobrunneus*, récolte GC23111802, *in situ*
Fig. 5. *Dennisiomyces fibrillosus*, récolte GC17100604 (holotype), *in situ*
Fig. 6. *Entoloma simulans*, récolte GC03091006 (holotype), *in situ*
Fig. 7. *Hymenoscyphus phalaridis*, récolte GC14111121b, *in situ*
Fig. 8. *Leucoagaricus cyanescens*, récolte GC17100606 (holotype), *in situ*



Planche 2 : espèces nouvelles pour la France

- Fig. 1. *Clavaria flavostellifera*, récolte GC18110904, *in situ*
Fig. 2. *Cortinarius kristinae*, récolte GC18091408, *in situ*
Fig. 3. *Cortinarius puellaris*, récolte GC23111704, *in situ*
Fig. 4. *Cortinarius rusticelloides*, récolte GC17091106, *in situ*
Fig. 5. *Cortinarius stjernegaardii*, récolte GC20102202, *in situ*
Fig. 6. *Cortinarius uraceonemoralis*, récolte GC11112906, *in situ*
Fig. 7. *Crepidotus malachioides*, récolte GC20102403, *in situ*
Fig. 8. *Cuphophyllus monteверdae*, récolte GC22111102, *in situ*



Planche 3 : espèces nouvelles pour la France

- Fig. 1. *Entoloma erhardtii*, récolte GC18110907, *in situ*
Fig. 2. *Entoloma graphitipes*, récolte GC13091209, *in situ*
Fig. 3. *Entoloma isborscanum*, récolte GC20100807, *in situ*
Fig. 4. *Entoloma lunare*, récolte GC18110910, *in situ*
Fig. 5. *Entoloma minutigranulosum*, récolte GC21092806, *in situ*
Fig. 6. *Entoloma pallidostriatum*, récolte GC18092201, *in situ*
Fig. 7. *Entoloma pratulense*, récolte GC21102001, *in situ*
Fig. 8. *Entoloma rhombisporoides*, récolte GC21092204, *in situ*



Planche 4 : espèces nouvelles pour la France

- Fig. 1. *Entoloma rivipollense*, récolte GC22101607, *in situ*
Fig. 2. *Entoloma tortiliforme*, récolte GC03091508, *in situ*
Fig. 3. *Geoglossum uliginosum*, récolte CH21092024, *in situ*
Fig. 4. *Hebeloma plesiocistum*, récolte GC11112910, *in situ*
Fig. 5. *Hodophilus cambriensis*, récolte GC14081501, *in situ*
Fig. 6. *Hodophilus subfoetens*, récolte GC14120204, *in situ*
Fig. 7. *Hydnum slovenicum*, récolte GC19091601, *in situ*
Fig. 8. *Inocybe hamadryadis*, récolte GC23111415, *in situ*



Planche 5 : espèces nouvelles pour la France

- Fig. 1. *Pholiotina pseudoampullaceocystis*, récolte GC14120207, *in situ*
Fig. 2. *Pluteus rugosidiscus*, récolte GC03090106, *in situ*
Fig. 3. *Psathyrella ephemera*, récolte GC16101301, *in situ*
Fig. 4. *Psathyrella ovispora*, récolte GC10102001, *in situ*
Fig. 5. *Resupinatus vetlinianus*, récolte GC24111907, *in situ*
Fig. 6. *Rhodocybe asanii*, récolte GC23111402, *in situ*
Fig. 7. *Sarcodon quercinofibulatus*, récolte GC21100801, *in situ*
Fig. 8. *Xylaria ellisii*, récolte GC19110903, *in situ*



Planche 6 : espèces nouvelles pour l'Occitanie

- Fig. 1. *Clavaria greletii*, récolte GC08101403, *in situ*
Fig. 2. *Clitocybe arnoldii*, récolte GC20042602, *in situ*
Fig. 3. *Coprinellus subpurpureus*, récolte CH11120105, *in situ*
Fig. 4. *Cortinarius alboadustus*, récolte GC19112007, *in situ*
Fig. 5. *Cortinarius campester*, récolte GC219111202, *in situ*
Fig. 6. *Cortinarius fulvoisabellinus*, récolte GC20051702, *in situ*
Fig. 7. *Cortinarius moenne-loccozi*, récolte GC20102502, *in situ*
Fig. 8. *Cortinarius ochrolamellatus*, récolte GC19111206, *in situ*



Planche 7 : espèces nouvelles pour l'Occitanie

- Fig. 1. *Cortinarius pseudoflabellus*, récolte GC18091904, *in situ*
Fig. 2. *Cortinarius sejunctifolius*, récolte GC18090804, *in situ*
Fig. 3. *Entoloma nausiosme*, récolte GC17100613, *in situ*
Fig. 4. *Entoloma rufocarneum*, récolte GC03090102, *in situ*
Fig. 5. *Entoloma uranochroum*, récolte GC21092801, *in situ*
Fig. 6. *Entoloma viiduense*, récolte GC21100205, *in situ*
Fig. 7. *Geastrum granulosum*, récolte GC21092809, *in situ*
Fig. 8. *Gymnopilus sordidostipes*, récolte GC23110801, *ex situ*



Planche 8 : espèces nouvelles pour l'Occitanie

- Fig. 1. *Helvella bicolor*, récolte GC24082301, *in situ*
Fig. 2. *Hodophilus anatinus*, récolte GC02092802, *in situ*
Fig. 3. *Hodophilus stramineus*, récolte GC12112205, *in situ*
Fig. 4. *Leucoagaricus ammoniavirescens*, récolte GC15100501, *in situ*
Fig. 5. *Leucoagaricus medioflavoides*, récolte GC22101302, *in situ*
Fig. 6. *Lulesia blancii*, récolte GC11112812, *in situ*
Fig. 7. *Marcelleina pseudoanthracina*, récolte GC18111302, *in situ*
Fig. 8. *Microglossum tenebrosus*, récolte GC14120203, *in situ*



Planche 9 : espèces nouvelles pour l'Occitanie

- Fig. 1. *Phaeoclavulina subdecurrens*, récolte GC18091408, *in situ*
Fig. 2. *Phaeogalera stagnina*, récolte GC98081302, *in situ*
Fig. 3. *Pseudobaeospora brunnea*, récolte GC07110501, *in situ*
Fig. 4. *Pseudobaeospora calcarea*, récolte GC18110902, *in situ*
Fig. 5. *Pseudobaeospora pyrifera*, récolte GC17100607, *in situ*
Fig. 6. *Ramaria praecox*, récolte GC23051903, *in situ*
Fig. 7. *Resupinatus rouxii*, récolte CH09101307, *in situ*
Fig. 8. *Tephroderma fuscopallens*, récolte GC12103101, *in situ*



Planche 10 : autres espèces remarquables

- Fig. 1. *Clitopilospsis hirneola*, récolte GC98101008, *in situ*
Fig. 2. *Cortinarius diabolicorigens*, récolte GC19111201, *in situ*
Fig. 3. *Cortinarius elaphinicolor*, récolte GC23111705, *in situ*
Fig. 4. *Cortinarius rigidipes*, récolte GC23112501, *in situ*
Fig. 5. *Cortinarius scaurocaninus*, récolte GC19111203, *in situ*
Fig. 6. *Entoloma inusitatum*, récolte GC17092305, *in situ*
Fig. 7. *Lepiota setulosa*, récolte GC18091413, *in situ*
Fig. 8. *Ramariopsis minutula*, récolte GC19111103, *in situ*



Les brachiopodes du Crétacé supérieur des Hautes Corbières (Cénomanien à Santonien) (Aude, France)

Philippe Fauré*, Yves Alméras †** et Jérôme Plicot***

* Philippe Fauré : Muséum d'Histoire naturelle de Toulouse, allées Jules Guesde, 31000, Toulouse.
philipfaure@gmail.com

** Yves Alméras † : 29 impasse des Mésanges, 01700 Beynost, France.

*** Jérôme Plicot, 11200, Saint-André-de-Roquelongue, France.

RÉSUMÉ

Les dépôts du Crétacé supérieur (Cénomanien à Santonien) des Corbières (Hautes Corbières et Corbières Orientales) ont livré de nombreux brachiopodes dont la répartition biostratigraphique, bien contrainte par les faunes d'ammonites, est ici exposée. L'étude paléontologique a permis la description de 14 taxons distincts, appartenant à 10 genres. Les genres *Nucleatina*, *Kingena*, *Kafirnigania* et *Ruegenella*, sont pour la première fois signalés dans les Corbières. Quatre espèces nouvelles sont identifiées : *Gemmarcula bilottei* dans le Cénomanien supérieur, *Ruegenella vizcaïnoi* dans le Coniacien supérieur, *Cyclothyris corbarica* dans le Coniacien supérieur à Santonien supérieur et *Nucleatina rhedaensis* dans le Santonien supérieur. Du Cénomanien au Turonien inférieur les brachiopodes appartiennent aux genres *Orbiryhynchia* et *Phaseolina*, dont les espèces sont bien connues à un même âge en Europe occidentale. Durant l'intervalle Turonien supérieur – Santonien supérieur plusieurs taxons sont peu connus, voire totalement inconnus dans d'autres régions (e.g. genre *Contortithyris*) suggérant un certain degré d'endémisme chez les brachiopodes dans la partie orientale des Pyrénées.

Brachiopods from the upper Cretaceous of the Hautes Corbières (Cenomanian to Santonian) (Aude, France)

ABSTRACT

The Upper Cretaceous deposits (Cenomanian to Santonian) of the Corbières (Hautes Corbières and Corbières Orientales) have yielded numerous brachiopods, whose biostratigraphic distribution, well constrained by ammonite faunas, is presented here. The paleontological study has enabled the description of 14 distinct taxa belonging to 10 genera. The genera *Nucleatina*, *Kingena*, *Kafirnigania*, and *Ruegenella* are reported for the first time in the Corbières. Four new species have been identified: *Gemmarcula bilottei* in the Upper Cenomanian, *Ruegenella vizcaïnoi* in the Upper Coniacian, *Cyclothyris corbarica* in the Upper Coniacian to Upper Santonian, and *Nucleatina rhedaensis* in the Upper Santonian. From the Cenomanian to the Lower Turonian, the brachiopods belong to the genera *Orbiryhynchia* and *Phaseolina*, whose species are well known at the same age in Western Europe. During the Upper Turonian – Upper Santonian interval, several taxa are poorly known or even completely unknown in other regions (e.g., the genus *Contortithyris*), suggesting a certain degree of endemism among brachiopods in the eastern Pyrenees.

1. Introduction

Le Crétacé supérieur marin (Cénomanien à Santonien) des Hautes Corbières a fourni depuis le 19^e siècle une faune fossile particulièrement riche et diversifiée, énumérée principalement par les travaux de D'ARCHIAC (1859), TOUCAS (1879, 1880), DE GROUSSOUVRE (1893), ROUSSEL (1893-94), SENESSE (1937), BASSE (1939) et BILOTTE (1985). Mais l'attention s'est surtout portée sur les ammonites dont la succession a contribué à faire de la région de Rennes-

les-Bains, Sougraigne et Soulatgé, une référence pour la chronostratigraphie du Crétacé supérieur ouest-européen (BILOTTE & COLLIGNON 1981, KENNEDY *et al.* 1995, 2015).

Des brachiopodes peu nombreux y ont été signalés, au titre de faune d'accompagnement, et rares sont les auteurs à avoir pris ces organismes en considération et à en avoir amorcé l'étude taxinomique (PÉRON 1887b, GASPARD & CHARBONNIER 2020). Il faut certainement en chercher la raison dans la faible abondance de ces organismes dans

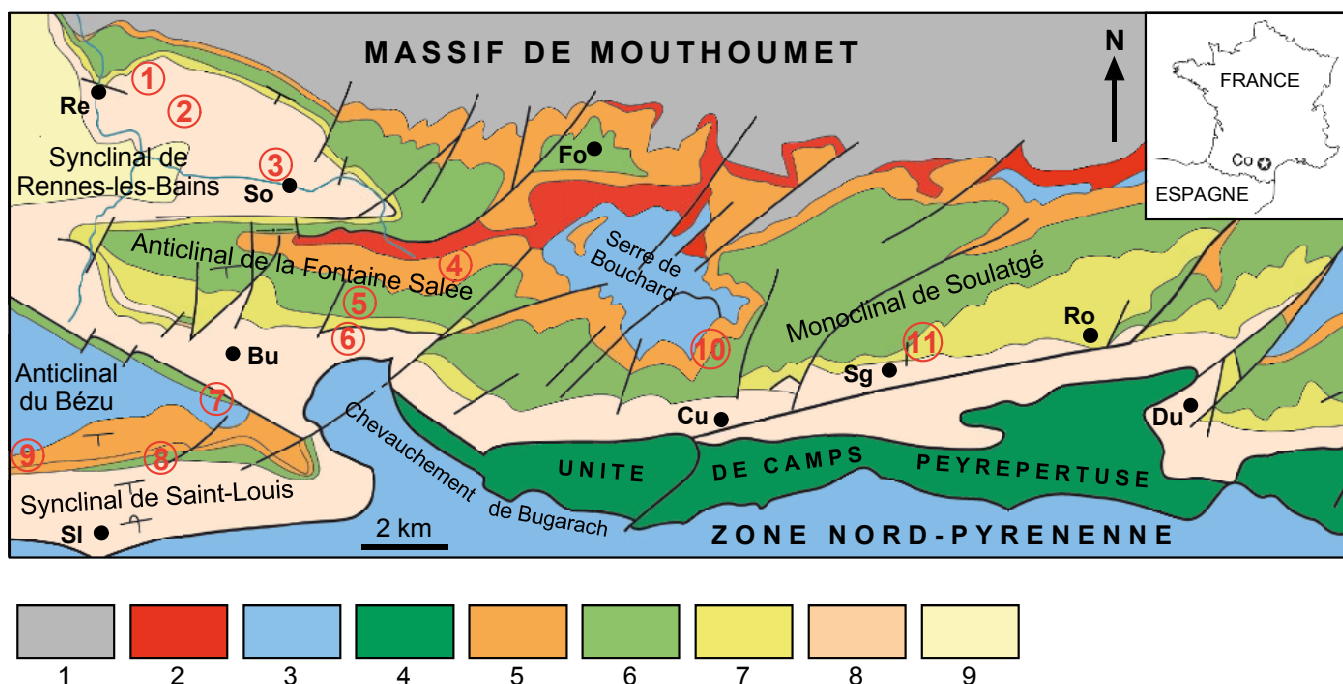


Figure 1 – Carte géologique simplifiée des Hautes Corbières montrant la localisation des principaux gisements de brachiopodes du Crétacé supérieur de la couverture méridionale du Massif de Mouthoumet, d'après KENNEDY *et al.* (2015), modifiée.

Légende : 1. Paléozoïque de la Branche du Cardou du Mouthoumet ; 2. Trias ; 3. Terrains mésozoïques du Jurassique inférieur au Crétacé inférieur ; 4. Albien à Santonien de l'Unité de Camps-Peyrepertuse ; 5. Cénomaniens ; 6. Turonien ; 7. Coniacien inférieur (Calcaires de Montferrand) ; 8. Coniacien supérieur à Santonien supérieur ; 9. Campanien à Maestrichtien. Voir la Fig. 2 pour plus de détails du cadre lithostratigraphique. Localités : Re. Rennes-les-Bains ; So. Sougraigne ; Fo. Fourtou ; Bu. Bugarach ; SI. Saint-Louis-et-Parahou ; Cu. Cubières-sur-Cinoble ; Sg. Soulatgé ; Ro. Rouffiac-des-Corbières ; Du. Duilhac-sous-Peyrepertuse.

Gisements : 1. Ravin du ruisseau de la Dous, sud du Soula, à Rennes-les-Bains ; 2. Montagne des Cornes ; 3. Chemin des Cloutets, à Sougraigne ; 4. Point 884, au sud-est de la Fontaine Salée ; 5. Les Bringots, ravin du ruisseau des Caoussanels, à Bugarach (Coniacien) ; 6. Les Bringots, sommet du ravin du ruisseau des Caoussanels (Turonien) ; 7. Chemin de Cugurou ; 8. Trou des Sorcières, Parahou-Petit, à Saint-Louis-et-Parahou ; 9. Col des Escudiés ; 10. Vallon des Trounels, piste forestière de la Corbelhe, à Cubières-sur-Cinoble ; 11. Soulatgé.

les Hautes Corbières, dont les faciès, tantôt terrigènes, tantôt au contraire carbonatés et bioconstruits, sont peu favorables à la multiplication des brachiopodes. Il aura fallu de longues et patientes recherches pour disposer de quelques populations de brachiopodes échelonnées du Cénomaniens supérieur au Santonien supérieur, dont l'étude paléontologique est présentée dans le présent article.

Les associations de brachiopodes du Cénomaniens et du Turonien européens sont maintenant bien connues (OWEN 1988, GASPARD 1997a, 2014) et ont fourni d'utiles éléments de comparaison avec les Corbières. Il nous est par contre apparu, tout au long de cette étude, un important déficit de la connaissance des brachiopodes de l'intervalle Coniacien – Santonien ouest européen : peu d'espèces à ce jour répertoriées ; leur spécimen-type rarement figuré ; leur répartition stratigraphique rarement abordée (GASPARD 1983). Leur étude, difficile, n'a été possible qu'à la lumière des travaux récents de GASPARD & CHARBONNIER (2020), sur les brachiopodes des Corbières, et de BERROCAL-CASERO (2017, 2020) et BERROCAL-CASERO *et al.* (2020a, b), sur les brachiopodes de la plate-forme Castillane.

2. Le cadre géologique

Les dépôts mésozoïques qui, dans les Corbières méridionales (Fig. 1) appartiennent à la couverture sédimentaire méridionale du Massif paléozoïque de Mouthoumet, relèvent de la Zone sous-pyrénéenne. Dans sa partie orientale (à l'est de la faille des Capitaines), cette couverture mésozoïque plonge régulièrement vers le sud au niveau du monoclin de Soulatgé. Elle supporte les séries allochtones de la Lamé de Camps-Peyrepertuse (BILOTTE 1985), avant de disparaître plus au sud sous le Chevauchement frontal nord-pyrénéen. Dans sa partie occidentale, la fragmentation du bâti paléozoïque sous-jacent induit le plissement de la couverture crétacée qui décrit une succession de synclinaux et d'anticlinaux dissymétriques déjetés vers le nord. On distingue du nord vers le sud (Fig. 1) : le synclinal de Rennes-les-Bains, l'anticlinal de la Fontaine Salée, l'anticlinal du Bézu et le synclinal de Saint-Louis que chevauche la Zone nord-pyrénéenne jurassique, au niveau du Chevauchement de Bugarach.

3. Cadres paléogéographique et géodynamique

Le massif paléozoïque de Mouthoumet est l'élément le plus oriental de la marge nord-aquitaine sur lequel vont se déposer des séries marines de plate-forme du Crétacé. La sédimentation y présente tout au long du Crétacé supérieur une polarité nord-sud, avec des séries systématiquement plus ouvertes et plus épaisses au sud, plus réduites au nord alors que s'y développent de fréquentes bioconstructions à rudistes et madréporaires (BILOTTE 1977, 1985).

- Du Cénomanién au Santonien inférieur, une plate-forme stable, à la sédimentation alternativement carbonatée et terrigène, s'installe sur le bâti paléozoïque. Son organisation sédimentaire est celle d'une rampe pentée vers le sud. Une sédimentation distale condensée s'installe dans les zones les plus méridionales (Synclinal de Saint-Louis) (BILOTTE 1977, 2007, BILOTTE *et al.* 1999, 2005).

- Au Santonien supérieur, un épais complexe prodeltaïque à polarité méridionale se développe sur ce segment oriental de la marge nord-aquitaine. Il résulte d'une réorganisation tectonique et d'une ultime phase d'extension de la partie orientale du sillon sous-pyrénéen (BILOTTE *et al.* 2005). Au nord, s'y développent de multiples bioconstructions de rudistes ou de madréporaires, particulièrement exprimées

dans le Synclinal de Rennes-les-Bains, alors que, dans les régions les plus méridionales (Synclinal de Saint-Louis), des sédiments à dominante terrigène montrent d'importants indices d'accumulation gravitaire. L'ensemble présente au Crétacé supérieur une morphologie générale de type plateau-talus (BILOTTE *et al.* 2005).

La succession des faciès résulte globalement d'un cycle sédimentaire transgressif du Cénomanién au Santonien inférieur inclus et les alternances de faciès sont commandées par les variations relatives du niveau marin (subsidence, eustatisme) permettant un découpage en unités lithostratigraphiques valables pour l'ensemble de la région (Fig. 2) (BILOTTE 1985, 1993).

4. Données antérieures et cadre stratigraphique

La richesse en fossiles de ces dépôts est remarquable et la réputation des environs de Rennes-les-Bains et de Soulatgé pour leurs fossiles, est ancienne. Depuis leur première observation par PICOT DE LAPEYROUSE en 1781, à la Montagne des Cornes (Rennes-les-Bains), les différents niveaux de calcaires bioconstruits que comptent les Hautes Corbières et leurs associations de rudistes sont devenus une référence pour la paléontologie de ces organismes (ROLLAND DU ROQUAND 1841, PÉRON 1877b, DOUVILLÉ

ETAGES		ZONES D'AMMONITES RECONNUES Kennedy <i>et. al</i>, 1995, 2015		FORMATIONS et Membres		
				Plate-forme externe	Plate-forme interne	
CAMPANIEN					GRES D'ALET	
SANTONIEN	Supérieur	Polyopsis	Paraplanum	GRES DE LABASTIDE	MARNES BLEUES DE SOUGRAIGNE	MONTAGNE DES CORNES
	Moyen		Gallicus			
	Inférieur		Carezi			
CONIACIEN	Supérieur	Serratmarginatus		MARNES DE BUGARACH	Marnes à Micraster	
		Margae			M. calc. à <i>Gauthiericeras</i>	
	Moyen	Tridorsatum				
	Inférieur	Petrocoriensis			MONTFERRAND	
TURONIEN	Supérieur	Bravaisianum		MARNES DE SAINT-LOUIS	CALCAIRES DE LA SERRE DE LACAL	GRES DE LA SALS
		Deverianum				
	Moyen	Mexicanum				
	Inférieur	Nodosoides		MARNES DE CUBIERES	MARNES DE LA FONTAINE SALEE	
	Supérieur				CALCAIRE DES ESCUDIES	
	Moyen					

Figure 2 – Cadre lithostratigraphique du Crétacé supérieur des Hautes Corbières, formations (en majuscules) et membres (en minuscules) d'après BILOTTE (1985, 1993). Corrélation avec le standard zonal par les ammonites, d'après KENNEDY *et al.* (1995, 2015). Code couleur identique à celui de la Fig. 1.

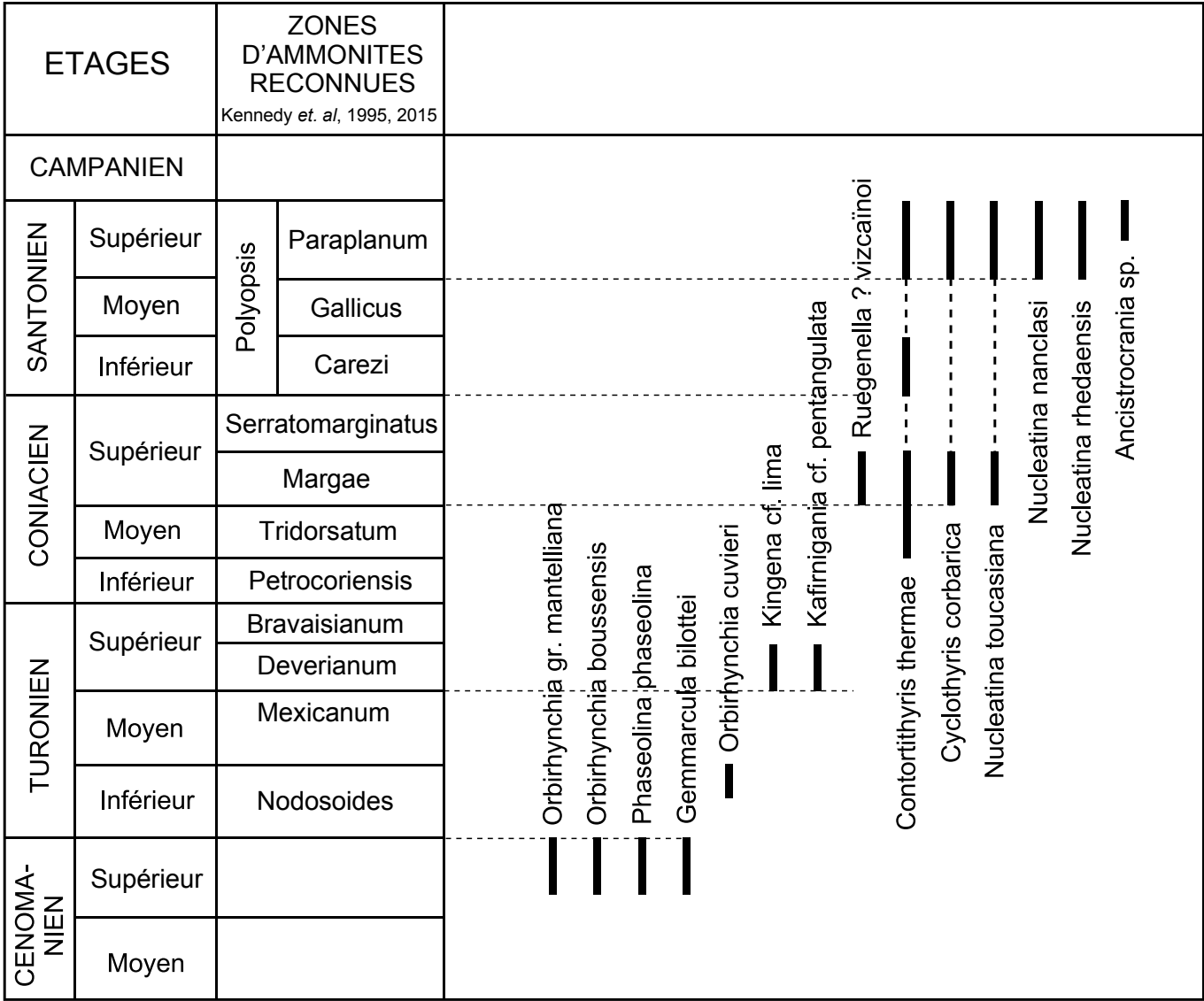


Figure 3 – Tableau de répartition biostratigraphique des principaux brachiopodes du Crétacé supérieur des Hautes Corbières en référence au standard zonal par les ammonites de KENNEDY *et al.* (1995, 2015).

1890, DE GROSSOUVRE 1893, 1901, TOUCAS 1879, 1903, SÉNESSE 1937, 1951, 1956, BILOTTE 1970, 1985). Les sédiments détritiques et marneux qui leur sont adjacents sont également très riches en mollusques et plusieurs localités des Hautes Corbières, comme Sougraigne, Saint-Louis et Soulatgé, sont devenues célèbres pour la diversité de leur macrofaune et les études paléontologiques qui en décrivent les différents groupes : les **gastéropodes** (D'ARCHIAC 1854, ROUSSEL 1885, COSSMANN 1896-1897, 1902, 1903, DELPEY 1938, 1942, BASSE 1939, BASSE & SÉNESSE 1939, TERMIER 1954, CHAIX & PLICOT 2018-2025), les **bivalves** (D'ARCHIAC 1854, PÉRON 1877b, BASSE 1939, BASSE & SÉNESSE 1939) ; les **échinodermes** (D'ARCHIAC 1854, PÉRON 1877b, LAMBERT 1911, LAMBERT & VALETTE 1934, GODET *et al.* 1988) ; les **cœlentérés** (ALLOITEAU 1939, 1957) et les **céphalopodes** (DE GROSSOUVRE 1901,

BASSE 1939). Un complément est donné par les faunes du Crétacé supérieur des massifs de Fontfroide et de Boutenac (PÉRON 1885, DONCIEUX 1903). Tous ces auteurs avaient déjà contribué à faire du Crétacé supérieur des Corbières une référence en Europe occidentale, avant les travaux de BILOTTE (1970, 1985) à qui l'on doit les études les plus minutieuses et les synthèses stratigraphique et sédimentologique les plus abouties. On lui doit notamment l'élaboration d'échelles biostratigraphiques intégrant la succession des foraminifères, des rudistes et des ammonites, qui permettent notamment, du Cénomanién supérieur au Santonien supérieur, une bonne corrélation avec la zonation standard établie pour l'Europe occidentale (BILOTTE & COLLIGNON 1981, KENNEDY *et al.* 1995, KENNEDY *et al.* 2015). La succession des brachiopodes sera confrontée à cette échelle (Fig. 3).

5. Rappel lithostratigraphique. Historique des découvertes de brachiopodes

5.1. Au Cénomanien moyen et supérieur

Rappelons que les dépôts du Cénomanien moyen et supérieur sont transgressifs vers le nord et reposent en discordance sur des terrains d'âge variable : Albien dans le Bassin de Quillan (DREYFUSS & POMEROL 1942) ; Aptien et Trias à la Fontaine Salée (SÉNESSE 1937), Paléozoïque au nord de Soulatgé – Cubières – Fourtou – Rennes-les-Bains (ROUSSEL 1893-94). Dans l'Anticlinal de la Fontaine Salée, la sédimentation débute par une assise de marne noire à bivalves et nodules d'ambre (SÉNESSE 1937) attribuée par BILOTTE (1973, 1985) à la base du Cénomanien moyen. On relève au-dessus :

- **Formation (Fm.) du Calcaire des Escudiés** (BILOTTE 1985) :

Cette assise carbonatée, hétérogène dans le détail, débute par des calcaires gréseux à foraminifères benthiques (orbitolines) placés dans le Cénomanien moyen, et se poursuit avec des calcaires alternativement gréseux et marneux dont la microfaune est dominée par des Alvéolinidés (*Simplealveolina*, *Praealveolina*) du Cénomanien supérieur. La partie supérieure de la formation est un calcaire à Caprinidés (*Caprina*, *Sauvagesia*) localement distingué comme **Membre (Mb.) du Calcaire de Fourtou** (BILOTTE 1985) (Cénomanien supérieur).

Dans l'anticlinal du Bézu, des bioconstructions massives faites de colonies de madréporaires se développent au-dessus du Calcaire des Escudiés. Elles sont placées par BILOTTE (2007) en équivalence latérale des Marnes de la Fontaine Salée. « *Rhynchonella pisum* » y a été signalée par BASSE (1939, p. 37).

Dans cette assise nous avons identifié, au Col des Escudiés (Saint-Louis-et-Parahou), une association de brachiopodes micromorphes avec *Orbirhynchia* gr. *mantelliana* (J. de C. SOWERBY, 1826) (2 ex.), *O. bousensis* OWEN, 1988 (1 ex.) et *Phaseolina phaseolina* (LAMARCK, 1819) (1 ex.).

- **Formation des Marnes de la Fontaine Salée** (BILOTTE, 1993) :

Des marnes jaunes glauconieuses à coelentérés marquent un bref retour à des conditions marines externes. Elles sont datées du Cénomanien supérieur par l'ammonite *Pseudaspidoceras* sp.

Au sud de la Fontaine Salée, cette assise a autrefois fourni en abondance à DUMORTIER (1859, p. 370) le brachiopode « *Terebratula biplicata* BROCC. », signalé successivement dans le même lieu, sous la même dénomination, par TOUCAS (1879a, p. 44 et 1880, p. 578 ; 1903) et DE GROUSSOUVRE (1893, p. 291). ROUSSEL (1893-94, p. 25, 183, 185) identifie ce brachiopode à « *Terebratula phaseolina* LAMARCK ». BASSE (1939, p. 36) évoquera plus tard sa présence sous le nom de « *Terebratula plicata* DEFRANCE (= *phaseolina*

LAMARCK) ». KUHFUSS (1981, p. 29), puis BILOTTE (1985, p. 94) le nommeront « *Terebratula phaseolina* ». Sont également citées par ROUSSEL (1893 p. 25, 183, 185) « *Terebratula tornacensis* et *T. ? boubei* » au nord de Fourtou, de Cubières et de Soulatgé. Toujours à la Fontaine Salée, une « *Terebratella* voisine de *Terebratella carantonensis* D'ORBIGNY » est signalée par TOUCAS (1879a, p. 44 ; 1880, p. 578) et par ROUSSEL (1893, p. 25, 183). DE GROUSSOUVRE (1893, p. 291) et BASSE (1939, p. 36) identifient ce brachiopode à « *Terebratella menardi* » et BILOTTE (1985, p. 94-95 ; 2011) à « *Terebratella carantonensis* ».

Nous y avons identifié :

- *Phaseolina phaseolina* (LAMARCK, 1819) (23 ex.) et *Gemmarcula bilottei* nov. sp. (1 ex.), au sud-est de la source salée, point 884, à Sougraigne (versant sud de l'Anticlinal de la Fontaine Salée).

- *Phaseolina phaseolina* (74 ex. récoltés) et *Gemmarcula bilottei* nov. sp. (1 ex.), dans des calcaires marneux équivalents des Marnes de la Fontaine Salée, dans le vallon des Trounels, le long de la piste forestière de la Gorbelle, au nord de Cubières-sur-Cinoble (versant nord du Synclinal de Soulatgé).

5.2. Au Turonien

Une plate-forme carbonatée médio-littorale stable s'installe au Turonien. Les dépôts y montrent des faciès très intriqués, alternativement carbonatés et détritiques, et de fréquents passages latéraux entre eux. Des dépôts terrigènes ou clastiques prédominent au nord de la plate-forme avec la Fm. des Grès de la Sals et le Mb. des Grès de la Viallasse (BILOTTE 1985), alors que les dépôts carbonatés prédominent vers le sud avec la Fm. des Calcaires de la Tartière et plusieurs bioconstructions à rudistes rapportées à la Fm. des Calcaires et grès de la Serre de Lacal et à la Fm. du Moulin de l'Agly (BILOTTE 1985). Aucun brachiopode n'avait été à ce jour cité dans ces formations.

Nous y avons identifié :

Kafirnigania cf. *pentangulata* KATZ, 1962 (1 ex.) et *Kingena* gr. *lima* (DEFRANCE, 1828) (3 ex.), aux Bringots, à Bugarach, dans la Formation des calcaires récifaux de la Serre de Lacal (du Turonien moyen à supérieur, zones à Mexicanum-Deverianum) (versant méridional de l'Anticlinal de la Fontaine Salée).

Dans le Synclinal de Saint-Louis, les dépôts de plate-forme externe du Turonien se présentent sous un faciès essentiellement terrigène inscrit dans la seule **Fm. des Marnes de Saint-Louis** (BILOTTE 1993). À la base de cette assise, plusieurs niveaux de calcaire marneux condensé glauconieux sont interprétés comme autant de surfaces de transgression (BILOTTE & CALANDRA 1981, BILOTTE 1985, 2007). La première d'entre elles succède directement au Calcaire des Escudiés (Cénomanien). Elle renferme de nombreuses Rhynchonelles connues depuis

les travaux de DE GROSSOUVRE (1893 p. 280, 291) et successivement signalées sous le nom de « *Rhynchonella cuvieri* D'ORBIGNY, 1847 », par ROUSSEL (1893, p. 289), LAMBERT & VALETTE (1934), SENESSE (1937), BASSE (1939, p. 38), BILOTTE & CALANDRA (1981, p. 47), BILOTTE (1985, p. 141), GODET *et al.* (1988) et KENNEDY *et al.* (2015), et sous le nom de *Orbirhynchia heberti* PETTITT par GÉLARD (1969 p. 347, détermination MIDDLEMISS). Un âge Turonien inférieur (zones à Nodosoides) est admis pour le niveau qui les renferme (KENNEDY *et al.* 2015). Les ensembles moyen (Calcaires de Montplaisir) et supérieur (Marnes supérieures) n'ont pas fourni de brachiopode (BILOTTE & CALANDRA 1981).

Nous y avons identifié :

Orbirhynchia cuvieri (D'ORBIGNY, 1847) (42 ex.), à l'est de Montplaisir (le Trou des Sorcières), à Saint-Louis-et-Parahou. Les nombreux exemplaires prélevés dans le niveau de condensation et les marnes grises immédiatement sus-jacentes au Calcaire des Escudiés justifient l'appellation de « Dalle à Rhynchonelles » donnée par les auteurs dans le Synclinal de Saint-Louis. L'espèce est sporadique à l'ouest des Jordis (Saint-Louis-et-Parahou) (2 ex.).

5.3. Du Coniacien au Santonien inférieur

La sédimentation de plate-forme externe s'organise en une séquence unique transgressive – régressive, permettant la définition de deux formations :

- **Formation des Calcaires de Montferrand** (JACOB 1938) : Calcaires marins dont les rares ammonites relèvent du Coniacien inférieur (zone à *Petrocoriensis*) à moyen (zone à *Tridorsatum*). SENESSE (1937, p. 31) y signale à plusieurs niveaux, dans les environs de Bugarach, les brachiopodes « *Rhynchonella difformis* D'ORB. et *R. vespertilio* D'ORB. ».

Nous y avons identifié :

Contortithyris thermae GASPARD & CHARBONNIER, 2020 (1 ex.), RD10, à l'est de Soulatgé (Synclinal de Soulatgé).

- **Formation de Bugarach** (BILOTTE 1985), caractérisée par enrichissement progressif en matériel terrigène dans laquelle on distingue successivement, le Mb. des Marno-calcaires à *Gauthiericeras* (BILOTTE 1985) (zones à *Tridorsatum* et à *Margae*) et le Mb. des Marnes à *Micraster* (BILOTTE 1970) à ammonites et foraminifères planctoniques échelonnés du Coniacien supérieur (zone à *Serratmarginatus*) au Santonien inférieur (zone à *Polyopsis*, sous-zone à *Gallicus*).

Dans la partie inférieure de la formation, des populations quasiment monospécifiques de rhynchonelles à commissure frontale asymétrique sont signalées autour de Montferrand et au nord de Bugarach par D'ARCHIAC (1854, p. 196 ; 1859, p. 359, 363) et D'ORBIGNY (1847, p. 43), et considérées alors comme appartenant à l'espèce

« *Terebratula difformis* LAMARCK ». C'est sous cette dénomination qu'elles sont successivement citées par PÉRON (1877a et b), TOUCAS (1879 ; 1880, p. 580), ROUSSEL (1887, p. 624 ; 1893, p. 179), CAREZ (1892, p. 487), SÉNESSE (1937, p. 31, 32, 35, 36 ; 1956, p. 165), BASSE (1939 p. 39, 41) et RICHARDOT (1972, p. 30).

Les nombreuses « *Rhynchonella difformis* » récoltées par M. Bilotte (BILOTTE 1981) dans les Marnes à *Micraster* des environs de Rennes-les-Bains, sont de nombreuses fois évoquées par D. Gaspard, sous le nom de « *Cyclothyris difformis* » (GASPARD 1991, 1997a et b, 2008, 2010), plus tard placées dans le genre nouveau *Contortithyris* (GASPARD & CHARBONNIER, 2020) et attribuées à une espèce nouvelle *C. thermae* GASPARD & CHARBONNIER, 2020 (fig. 12A-R, fig. 13A-L, fig. 14).

Ont été aussi rarement signalées dans les Corbières méridionales « une Térébratule voisine de *Terebratula carnea* » par D'ARCHIAC (1859, p. 360) ; « *Rhynchonella petrocoriensis* » par ROUSSEL (1893, p. 26, 185) ; « *Rhynchonella vespertilio* var *baugasi* » par BASSE (1939 p. 39, 41) et SÉNESSE (1965, p. 165).

Nous y avons identifié :

- *Contortithyris thermae* GASPARD & CHARBONNIER 2020 (44 ex.), dans le ravin du ruisseau de la Dous au sud du Soula et de Montferrand. Coniacien supérieur du Synclinal de Rennes-les-Bains.

- *Cyclothyris corbarica* nov. sp., à Soulatgé (3 ex.). Coniacien supérieur du Synclinal de Soulatgé.

- *Nucleatina toucasiana* (COQUAND, 1859) (3 ex.), Les Bringots, à Bugarach. Coniacien supérieur du versant sud de l'Anticlinal de la Fontaine salée.

- *Ruegenella vizcaïnoi* nov. sp. (26 ex.) à l'est de Cugurou, à Bugarach (flanc nord de l'Anticlinal du Bézu). Ils proviennent d'un lambeau de Marnes à *Micraster* qui surmonte directement en ce point les calcaires à rudistes du Turonien (BILOTTE 2007, p. 39). Le contexte stratigraphique particulier de ce gisement mérite que l'on s'y attarde. Il est identifié par SÉNESSE (1937, p. 47) qui met en évidence dans des « poches du calcaire coniacien » une riche faune micromorphe (SENESSE 1939, p. 31) comportant de nombreux restes de poissons, étudiés par LERICHE (1936), des serpules, de minuscules huîtres, des brachiopodes et des pièces d'échinides parmi lesquelles LAMBERT & VALETTE (1934) décrivent l'espèce nouvelle *Pseudocupressocrinum* (actuellement *Cyathidium*) *senessei* dont c'est la localité-type. Récemment rééchantillonné par D. Vizcaïno, le gisement fournit de nombreuses pièces brachiales de *Cyathidium*, des plaques et radioles de *Temnocidaris*, de nombreux ossicules d'Astéries qui ont été étudiés par BRETON (1992), et les brachiopodes micromorphes que nous étudions ici. SENESSE (1937) place ces marnes dans le Santonien inférieur « en raison de la présence de *Micraster corbaricus* (LAMBERT) ». D'après BILOTTE 2007 (et GODET *in litt.*), l'ammonite *Otoscaphtes* sp. (détermination KENNEDY) et une microfaune

planctonique (avec *Preglobotruncana sigali*, REICHEL) de la zone à Concavata apportent la preuve d'un âge Coniacien supérieur.

5.4. Santonien inférieur des Corbières Orientales

Ils ne sont présents que dans la **Formation des Grès et calcaires à rudistes de Fontfroide** du Massif de Fontfroide, à Narbonne, au niveau de laquelle des bancs de calcaire bioconstruits à rudistes s'intercalent dans une épaisse assise silto-gréseuse. « *R. difformis* » y est signalée par NOGUES (in D'ARCHIAC 1859, p. 377), PÉRON (1885, p. 263) et par DONCIEUX (1903, p. 132, 138) (Ruisseau de Fontfroide, Saint-Martin-de-Toques) qui l'a également recueillie dans les collines de Boutenac (1903, p. 139) (Pech Tenarel) où COMBES (1960, p. 28) et ASTRE (1961, p. 202) l'ont également trouvée. DONCIEUX (1903) y avait également déterminé « *Rhynchonella contorta* ? ». « *Rhynchonella eudesi* COQUAND » est signalée par LEGRAND (1967, détermination de OWEN) dans le Santonien du Castellas (Montredon-des-Corbières).

Nous avons identifié :

Contortithyris thermae GASPARD & CHARBONNIER 2020 (2 ex.) dans le Ruisseau de Fontfroide, à Narbonne, alors que 6 ex. proviennent du « Bois de Loumet, la Chaussée » à Saint-André-de-Roquelongue (coll. Courtessolle, UPS).

5.5. Au Santonien supérieur

Un dispositif deltaïque à polarité méridionale est particulièrement exprimé dans le Synclinal de Rennes-les-Bains où deux composantes sédimentaires disposées en relais sont distinguées (BILOTTE 1970, 1985, 2007) :

- **Formation de la Montagne des Cornes** (ROLLAND DU ROQUAND 1841, BILOTTE 1985) : Située au nord, elle est alternativement constituée de faciès argilo-gréseux très hétérogènes et de plusieurs bioconstructions à rudistes qui occupent, autour de Rennes-les-Bains et de Sougraigne, les trois reliefs de la Montagne des Cornes, des Cloutets et de Brenz. Cet ensemble (100 à 250 m d'épaisseur) est organisé en séquences qui traduisent la progradation du système deltaïque en direction du sud (BILOTTE 1981, 1985, 2007).

- **Formation des Marnes bleues de Sougraigne** (TOUCAS 1879) : Située au sud, elle est uniformément représentée par 100 à 250 m de marnes micacées, fines, témoignant d'un milieu de dépôt plus profond, représentant les faciès de prodelta.

- **Faciès de transition** entre ces deux formations : Ils sont individualisés sous diverses dénominations désignant des membres lithologiques très localisés, tels les « Marnes à Lima », les « Marnes à Turritelles et Corbules », les « faciès terrigènes à ossements de Mosasaures », ou encore les « Marnes de Moulin Tiffou ». La coupe historique du Chemin de Sougraigne aux Cloutets recoupe certains

d'entre eux.

Ces formations relèvent de la seule zone à Polyopsis. Les sous-zones à Gallicus et à Paraplanum y sont identifiées (KENNEDY *et al.* 1995).

Aucun brachiopode n'avait été signalé à ce jour dans aucun de ces faciès. Nous en signalons ici plusieurs spécimens provenant des Marnes à Lima des Marnes bleues de Sougraigne et un exemplaire dans les calcaires bioconstruits à Hippurites qui se succèdent au sein de la Formation de la Montagne des Cornes, trouvé dans les collections du musée de Gaillac.

Nous avons identifié :

Dans les Marnes à Lima des Marnes bleues de Sougraigne :

- *Nucleatina nancelasi* (COQUAND, 1859) : Chemin des Cloutets, à Sougraigne (1 ex.) ;
- *Nucleatina toucasiana* (COQUAND, 1859), Chemin des Cloutets, à Sougraigne (1 ex.) et montée du Brenz (1 ex.) ;
- *Nucleatina rhedaensis* nov. sp., Chemin des Cloutets, à Sougraigne (4 ex.) ;
- *Cyclothyris corbarica* nov. sp., Chemin des Cloutets, à Sougraigne (1 ex.) ;

Dans les Calcaires à rudistes et madréporaires de la Montagne des Cornes :

Ancistrocrania sp., brachiopode inarticulé adhérent sur un madrépore provenant de la Montagne des Cornes, identifié dans les collections du musée de Gaillac (1 ex.).

6. Méthodes

La terminologie des caractères morphologiques généraux des Brachiopodes est celle du « Treatise on Invertebrate Paleontology », volumes Brachiopodes, WILLIAMS *et al.* (2006) et KAESLER (2002, 2006).

Les paramètres dimensionnels ainsi que leurs rapports utilisés sont :

Pour toutes les coquilles :

- L, l, E = Longueur, largeur, épaisseur (en mm) ;
- l/L et E/L = largeur et épaisseur relative ;

Chez les Rhynchonellidae :

- Nvd = nombre de côtes sur la valve dorsale ;
- Nb = nombre de côtes sur le pli médian dorsal.

Sauf indication contraire, les spécimens décrits appartiennent à la collection Fauré et Plicot conservée dans les collections du Muséum d'Histoire naturelle de Toulouse (MHNT) et numérotés avec le préfixe MNHT. PAL. Les collections Leymerie, Lartet et Magnan du MHNT sont également consultées. Sont également consultées les collections de l'université Paul Sabatier (préfixe UPS) et les collections de la collection Philadelphie Thomas du muséum de Gaillac (MHNG). Des échantillons complémentaires sont examinés dans diverses collections privées, dont la collection Michel Ricard.

7. Étude systématique

Phylum Brachiopoda DUMERIL, 1805

Sous-phylum Rhynchonelliformea

WILLIAMS *et al.*, 1996

Classe des Rhynchonellata WILLIAMS *et al.*, 1996

Ordre Rhynchonellida KÜHN, 1949

Super-famille Pugnacoidea RZHONSNITSKAÏA, 1956

Famille Basiliolidae COOPER, 1959

Sous-famille Pamirorhynchiinae OVCHARENKO, 1983

Genre *Orbirhynchia* PETTITT, 1954

Espèce-type : *Orbirhynchia orbignyi* PETTITT, 1954

Le genre *Orbirhynchia* est surtout représenté dans l'intervalle Cénomanien – Turonien, mais atteint le Campanien. Lui ont été attribuées par PETTITT (1954) de nombreuses espèces qui n'ont pas de caractère dominant commun significatif (petite taille, habitus globuleux, ornementation fine...), que seules des différences morphologiques mineures permettent de distinguer. L'utilisation de ces morpho-espèces s'avère difficile, nombre des taxons de PETTITT ne représentant vraisemblablement que des morphes ou des synonymes, non utilisables en stratigraphie. OWEN (1988) distinguera deux groupes morphologiques : 1/ un groupe autour de *O. mantelliana* (J. de C. SOWERBY, 1826), comprenant *O. obscura* PETTITT, 1954, *O. parva* PETTITT, 1954, *O. parkinsoni* PETTITT, 1954, formes caractérisées par une ornementation plutôt grossière, un contour trapézoïdal ; 2/ un groupe autour de *O. cuvieri* D'ORBIGNY, 1847, formes plutôt globuleuses, à costulation fine, regroupant de nombreuses « espèces » créées par PETTITT, 1954 (voir plus bas) que nous considérons comme synonymes, dont *O. orbignyi*, l'espèce-type du genre. Nous placerons *O. boussensis* OWEN 1988, dans une position intermédiaire. MONKES & OWEN (2000) montreront plus tard les relations phylétiques hypothétiques entre les espèces de ces deux groupes qui se succèdent globalement dans le temps, le premier répandu dans le Cénomanien, le second dans le Turonien et le Sénonien.

Orbirhynchia gr. *mantelliana* (J. DE C. SOWERBY, 1826)

Pl. 1, Fig. 1, 2

1826. *Terebratula mantelliana* J. de C. SOWERBY, p. 72, pl. 537, fig. 5.

1838. *Terebratula mantelliana* J. de C. SOWERBY. VON BUCH, p. 151, pl. xv, fig. 26.

non 1847. *Rhynchonella mantelliana* J. de C. SOWERBY. D'ORBIGNY, p. 40, pl. 498, fig. 1-5.

1854. *Rhynchonella mantelliana* J. de C. SOWERBY. DAVIDSON, p. 87, pl. 12, fig. 20-23.

non 1871. *Rhynchonella mantelliana* J. de C. SOWERBY. QUENSTEDT, p. 171, pl. 41, fig. 77.

1855. *Rhynchonella mantelliana* J. de C. SOWERBY. DAVIDSON, 87 ; pl. 12, figs 20, 21.

1872. *Rhynchonella mantelliana* J. de C. SOWERBY. GEINITZ, p. 166, pl. 36, fig. 35.

1894. *Rhynchonella mantelliana* J. de C. SOWERBY. POSSELT, p. 24, pl. 2, fig. 19.

1939. *Rhynchonella pisum* J. SOWERBY. BASSE, p. 37.

1954. *Orbirhynchia mantelliana* (J. de C. SOWERBY). PETTITT, p. 31, pl. 3, fig. 10a-c.

1954. *Orbirhynchia parva* PETTITT, p. 31, pl. 3, fig. 7a-c.

1954. *Orbirhynchia obscura* PETTITT, p. 35, pl. 3, fig. 1a-c, 2a-c.

1969. *Orbirhynchia mantelliana* (J. de C. SOWERBY). PANOW, p. 570, p. 599 ; pl. 109, fig. 4.

1974. *Orbirhynchia mantelliana* (J. de C. SOWERBY). KATZ, p. 249, pl. 83, fig. 3.

1974. *Orbirhynchia mantelliana* (J. de C. SOWERBY). MARCINOWSKI, pl. 20, fig. 5-6.

1977. *Orbirhynchia mantelliana* (J. de C. SOWERBY). POPIEL-BARCZYK, p. 30, pl. 1, fig. 7-9.

1988. *Orbirhynchia mantelliana* (J. de C. SOWERBY). OWEN, p. 92, pl. 4, fig. 1-6, 10-12.

1988. *Orbirhynchia* cf. *mantelliana* (J. de C. SOWERBY). OWEN, pl. 4, fig. 7-9.

1996. *Orbirhynchia mantelliana* (J. de C. SOWERBY). MOTCHUROVA-DEKOVA, p. 185, fig. 3-1a-c.

1997a. *Orbirhynchia mantelliana* (J. de C. SOWERBY). GASPARD, p. 147, pl. 1, fig. 12-13.

1998. *Orbirhynchia mantelliana* (J. de C. SOWERBY). STRIJBOS, p. 174, fig. 5.

2000. *Orbirhynchia mantelliana* (J. de C. SOWERBY). MONKES & OWEN, pl. 1, fig. 37-39.

2023. *Orbirhynchia mantelliana* (J. de C. SOWERBY). JEANS, p. 170, fig. A-D.

Lectotype :

J. DE C. SOWERBY, 1826, pl. 537, fig. 5., Cénomanien moyen, zone à Rhotomagense. Hamsey dans le Sussex. Désignation et refiguration de PETTITT, 1954, pl. 3, fig. 10. Confirmation de OWEN, 1988, pl. 4, fig. 1-3.

Dimensions : Tabl. 1

Morphologie :

Nous rapprochons du groupe de *O. mantelliana* les rhynchonelles à costulation grossière présentes dans les calcaires à madréporaires qui surmontent le

N°MNHT.PAL	Pl. 1	L	l	E	l/L	E/L	Nvd	Nb
2026.2.1	Fig. 1	6,0	6,4	3,3	1,07	0,55	10	5
2026.2.2	Fig. 2	6,0	-	3,5		0,58	-	-

Tableau 1 : Dimensions de *Orbirhynchia* gr. *mantelliana* (J. DE C. SOWERBY, 1826)

Calcaire des Escudiés. Le faciès para-récifal et les conditions paléocéologiques peu favorables expliquent vraisemblablement la petite taille moyenne des individus qui ne dépassent pas 6 mm de longueur. Le degré d'usure des coquilles résulte d'un fort hydrodynamisme qui rend ces fossiles difficiles à déterminer. Leur identification repose sur la coquille Pl.1, Fig. 1, dont la morphologie générale, l'uniplication frontale, le contour trapézoïdal et la faible densité de costulation, 10 côtes (partiellement usées) sur sa valve dorsale, 3 dans le sinus et 2 sur ses bordures, sont identiques au lectotype décrit et figuré par PETTITT (1954) et OWEN (1988). La valve ventrale est modérément convexe. Très petit crochet subdressé. Minuscule foramen circulaire séparé de la ligne cardinale par deux plaques deltidiales peu élevées.

Caractères internes :

Se rapporter à OWEN, 1988, fig. 10.

Comparaisons :

Les autres espèces d'*Orbirhynchia* créées par PETTITT (1954), dont certaines sont cependant plus récentes (Sénonien), ne nous paraissent guère différer de *O. mantelliana*. Les différences sont encore plus difficiles à établir avec les espèces cénomaniennes (comme *O. obscura* ou *O. parva*) également créées par PETTITT (1954) que OWEN (1988) considère comme des synonymes de *O. mantelliana*.

Extension verticale et répartition géographique :

Nos spécimens proviennent de la partie supérieure des calcaires bioconstruits à Madréporaires situés à la partie supérieure des Calcaires des Escudiés, assise qui constitue d'après BILOTTE (1993, 2007) un équivalent latéral des Marnes de la Fontaine Salée et dont l'âge est cénomanien supérieur (BILOTTE 1985).

En Angleterre l'espèce est un marqueur stratigraphique important du Cénomanien moyen, zone à Rothomagense, sous-zone à Costatus (OWEN 1988) du Kent, Sussex, Isle of Wight, Bedfordshire et Cambridgeshire. Son âge est identique dans le Bassin parisien (Boulonnais, Aube, Belgique) où elle apparaît dès le Cénomanien inférieur (zone à Dixoni) (AMÉDRO & ROBASZYNSKI 1999 ; JEANS 2023). Pour MONKES & OWEN (2000), son acmé se situe dans le Cénomanien inférieur. Elle est aussi présente en Allemagne (Ruhr), en Pologne (environs de Cracovie et d'Annapol sur les rives de la Vistule), en Italie dans les marnes crayeuses de la vallée de Lugo, près de Vérone, dans le nord de la Bulgarie et en Russie dans le Cénomanien supérieur du Bassin du Don.

Matériel étudié :

2 ex. MHNT.PAL.2026.2.1-2 et collections privées, des Calcaires bioconstruits à madréporaires situés à la partie supérieure de la Formation du Calcaire des Escudiés, Col des Escudiés à Saint-Louis-et-Parahou (Synclinal de Saint-Louis), figurés Pl. 1, Fig.1 et 2.

Orbirhynchia boussensis OWEN, 1988

Pl. 1, Fig. 3

1988. *Orbirhynchia boussensis* nov. sp. OWEN, p. 103, pl. 4, fig.19-21; 31-33.

1997a. *Orbirhynchia boussensis-wiesti-cuvieri* group. GASPARD p. 148, pl. 1, fig. 2-4.

2000. *Orbirhynchia boussensis* OWEN. MONKES & OWEN, pl. 1, fig. 34-36.

2014. *Orbirhynchia boussensis* OWEN. GASPARD, p. 351, fig. 3A-D.

2015. *Orbirhynchia boussensis* OWEN. GASPARD, fig. 3B.

Holotype :

OWEN, 1988, pl. 4, fig. 19-21, n° BB82131 (collection Kennedy) provenant des « Sables de Bousse, Sables à *Catopygus obtusum* », au sud-ouest de Bousse (Sarthe). Âge cénomanien supérieur. **Paratype** : BB61121-59K de la collection Evans.

Dimensions : Tabl. 2

Morphologie :

Coquille de relative grande taille pour un *Orbirhynchia*, dont les dimensions (L = 15,5 mm) contrastent avec la population de *O. mantelliana* avec laquelle elle est associée dans les mêmes bancs. Contour subcirculaire, valves peu convexes, aplaties, avec valve dorsale plus renflée vers l'avant, avec une épaisseur moyenne (E/L = 0,64). Costulation peu saillante faite de 27 côtes fines au profil arrondi (6 sur l'arc commissural ventral et autant dans le sinus ventral) qui s'effacent dans le tiers postérieur de la valve dorsale et sur l'umbo. La commissure latérale est droite et s'incurve brutalement en avant en une uniplication haute régulièrement arrondie. Sinus ventral antérieur très court et peu profond. Pas de sinus dorsal même en regard du pli commissural. Présence d'une strie majeure de croissance à peu près à la moitié de la valve dorsale. Crochet subdressé, de petite taille, non crêté latéralement. Foramen de petite dimension.

Caractères internes :

Se rapporter à GASPARD 2014, p. 352, Fig. 3D.

N°MNHT.PAL	Pl. 1	L	l	E	l/L	E/L	Nvd	Nb
2026.2.3	Fig. 3	15,5	16,5	10	1,06	0,64	24	6

Tableau 2 : Dimensions de *Orbirhynchia boussensis* OWEN, 1988

Extension verticale et répartition géographique :

Le spécimen provient de la partie supérieure des calcaires bioconstruits à Madréporaires situés au-dessus des Calcaires des Escudiés, assise qui constitue d'après BILOTTE (1993, 2007) un équivalent latéral des Marnes de la Fontaine Salée d'âge cénomanien supérieur (BILOTTE 1985). L'espèce n'est connue à ce jour que dans la Sarthe où son âge est identique à celui de notre spécimen.

Matériel étudié :

1 ex. MHNT.PAL.2026.2.3 figuré Pl. 1, Fig. 3, des Calcaires bioconstruits à Madréporaires situés la partie supérieure de la Formation du Calcaire des Escudiés, Synclinal de Saint-Louis, Col des Escudiés à Saint-Louis-et-Parahou.

Orbirhynchia cuvieri (D'ORBIGNY, 1847)

Pl. 1, Fig. 4-12

1847. *Rhynchonella cuvieri* D'ORBIGNY, p. 39, pl. 497, fig. 12-15.
 ? 1855. *Rhynchonella cuvieri* D'ORBIGNY. DAVIDSON, p. 88, pl. 10, fig. 50-54.
 ? 1874. *Rhynchonella cuvieri* D'ORBIGNY. DAVIDSON, p. 58.
 1954. *Orbirhynchia cuvieri* D'ORBIGNY. PETTITT, p. 40, pl. 3, fig. 12-13.
 1969. *Orbirhynchia heberti* PETTITT. GÉLARD *et al.*, p. 130.
 1997. *Orbirhynchia boussensis-weisti-cuvieri* D'ORBIGNY. GASPARD, p. 148, pl. 1, fig. 2-4.
 1998. *Orbirhynchia cuvieri* D'ORBIGNY. STRIJBOS, p. 176, fig. 7.
 2000. *Orbirhynchia cuvieri* D'ORBIGNY. MONKS & OWEN, p. 874.
 1988. *Orbirhynchia orbignyi* PETTITT. OWEN, p. 92.
 2018. *Orbirhynchia cuvieri* D'ORBIGNY. GASPARD, fig. 177.

Lectotype :

D'ORBIGNY pl. 497, fig. 12-15, n° 6910a du Muséum d'Histoire naturelle de Paris, provenant du Turonien de Rouen comportant six syntypes parmi lesquels un lectotype est sélectionné et illustré par PETTITT (1954, text-fig 11).

Dimensions :

N = 14 ex. mesurés (12 ex. Saint-Louis-et-Parahou ; 2 ex. Ouest des Joridis) : Valeurs moyennes et (entre parenthèses) intervalles de variation des paramètres dimensionnels :

L = 11,53 (9 – 13) ; l = 10,08 (10 – 14) ; E = 7,39 (6,5 – 9) ; l/L = 0,93 ; E/L : 0,64 ; Nvd : 20 (16 – 23) ; Nb : 6 (5 – 7).

Morphologie :

Il s'agit d'une forme de petite dimension (pas plus de 14 mm de largeur), au contour ovale à subpentagonal, avec une largeur maximale située à mi-longueur et une épaisseur moyenne (E/L = 7,39). Les valves sont également et régulièrement convexes en tous sens. Elles

possèdent une uniplication frontale régulièrement arquée, bien développée et débutant à proximité du front. À l'avant, la valve ventrale dessine une languette médiane large, mais peu creusée, se raccordant progressivement à ses bords. La costulation est relativement forte et espacée pour une *Orbirhynchia*, de 16 à 23 côtes arrondies. Elle débute dès le crochet et l'umbo dorsal où elle est moins marquée. 5 à 7 de ces côtes se situent dans le sinus médian ventral. Petit crochet subdressé à redressé, non crêté latéralement. Foramen circulaire de petite dimension séparé de la ligne cardinale par deux plaques deltidiales assez élevées, vu la taille des coquilles, et réunies en une plaque symphitiale unique.

Caractères internes :

Se reporter à PETTITT 1954, p. 42, text-fig. 12.

Discussion, comparaisons :

Les *Orbirhynchia* collectées dans les Hautes Corbières appartiennent sans conteste au « groupe *cuvieri* » de OWEN 1988 et MONKS & OWEN 2000 et nous considérons, comme ces auteurs, cette espèce comme la « chef de file » des *Orbirhynchia* du Turonien. Les espèces s'y rapportant ont été multipliées par PETTITT (1954) sur la base de détails morphologiques ne tenant compte ni de la dynamique des populations, ni de leur succession stratigraphique. Nous concevons ici l'espèce *O. cuvieri*, plus largement, considérant que les « espèces » de PETTITT représentent des morphotypes de la seule espèce *O. cuvieri*. Par exemple, rappelons que, parmi 6 syntypes de *O. cuvieri* de la collection d'Orbigny, le spécimen lectotype est sélectionné par PETTITT (1954) pour illustrer le seul pôle globoïde de l'espèce, avec son contour arrondi de face comme de profil et son sinus peu marqué. Il décrit ensuite *O. orbignyi* pour rassembler les morphotypes comprimés au contour subpentagonal et au profil antérieur ovoïde, *O. multicostata* pour désigner des spécimens plus larges à costulation plus fine (40 côtes), *O. compta*, des formes de plus petite taille, *O. praedispansa*, des spécimens plus courts et plus convexes, *O. extensa* au contraire plus larges... autant « d'espèces » qui n'ont jamais été décrites en dehors de la zone à Labiatus du Turonien anglais et dont on peine à retrouver des populations identiques homogènes dans le Crétacé ouest européen (GASPARD 1997).

Force est de constater que les spécimens conformes au lectotype de *O. cuvieri* sont rares dans les Corbières (Pl. 1, Fig. 8, 12). Avec leur contour ovoïde, la relative compression de leur coquille et le sinus ventral large mais assez bien marqué, c'est avec *O. orbignyi* qu'ils montrent le plus d'affinité. Avec leur faible densité de costulation (16-23), toujours plus faible que chez *O. cuvieri* (35-36 côtes), c'est de *O. heberti* que nos spécimens sont les plus proches (déjà déterminé dans les Corbières par MIDDLEMISS, *in* GÉLARD *et al.* 1969), mais l'âge de cette espèce serait légèrement plus récent, Turonien moyen (zone à Lata en Grande-Bretagne).

Extension verticale et répartition géographique :

Les spécimens des Hautes Corbières proviennent tous du même niveau de condensation (« Dalle à Rhynchonelles »), qui dans le Synclinal de Saint-Louis, surmonte directement le Calcaire des Escudiés et se situe à la base de la Formation des Marnes de Saint-Louis. Un âge Turonien inférieur (zones à Nodosoides-Catinus) est admis pour ce niveau par KENNEDY *et al.* (2015).

Turonien inférieur de Normandie, du Boulonnais, Angleterre : Middle Chalk, partie basale de la zone à Labiatus (Turonien inférieur) du Surrey et du Kent.

Matériel étudié :

9 ex. MHNT.PAL.2026.2.4-12 figurés Pl. 1, Fig. 4-12 ; 43 ex. UPS.GC-T5, non figurés, provenant des calcaires marneux glauconieux condensés situés à la base de la Fm. des Marnes de Saint-Louis, le Trou des Sorcières à Parahou-Petit (Saint-Louis-et-Parahou) ; 2 ex. MNHT. PAL.2026 2.72-73 du même niveau stratigraphique, à l'ouest des Jordis (Saint-Louis-et-Parahou).

Super-famille Hemithiridoidea RHONSNITSKAÏA, 1956
Famille Cyclothyridae MAKRIDIN, 1955
Sous-famille Cyclothyridae MAKRIDIN, 1955

Genre Cyclothyris M' COY, 1844

Espèce-type : *Cyclothyris latissima* (J. de C. SOWERBY, 1829)

***Cyclothyris corbarica* nov. sp.**
Pl. 1, Fig. 13-19

1893. *Rhynchonella petrocoriensis* COQUAND. ROUSSEL, p. 26, 185.

Holotype :

Spécimen MHNT.PAL.2026.2.15, figuré Pl. 1, Fig. 15a-c et deux paratypes MHNT.PAL.2026.2.14, Pl. 1, Fig. 14a-c et MHNT.PAL.2026.2.16, et Pl. 1, Fig. 16a-c, conservés dans les collections du muséum d'Histoire naturelle de Toulouse (MHNT).

Matériel et localité :

- L'**holotype** (2026.2.15) et un **paratype** (2026.2.14) proviennent des Marno-calcaires à *Gauthiericeras*, au

contact du Calcaire de Montferrand, à Soulatgé (Synclinal de Soulatgé).

- Un **paratype** (2026.2.16) et un exemplaire juvénile (2026.2.13) proviennent des Marnes bleues de Sougraigne. Chemin des Cloutets, à Sougraigne (Synclinal de Rennes-les-Bains).

- 3 ex. MHNG.2011-0-3340, collection Ph. Thomas, figurés Pl. 1, Fig. 17 à 19 sous l'étiquette : « *Rhynchonella petrocoriensis*, Coniacien, Soulatgé ».

Âge :

Cyclothyris corbarica nov. sp. provient de deux niveaux distincts :

- L'**holotype** (Pl. 1, Fig. 15), le **paratype** (Pl. 1, Fig. 14) et les trois exemplaires du musée de Gaillac (Pl. 1, Fig. 17-19), du Coniacien supérieur (zones à Margae et Serratmarginatus) (Formation de Bugarach, Marno-calcaires à *Gauthiericeras*).

- Le **paratype** (Pl. 1, Fig. 16) et le spécimen juvénile (Pl. 1, Fig. 13), de la zone à Polyopsis, sous-zone à Paraplanum, Santonien supérieur (Formation des Marnes bleues de Sougraigne).

Origine du nom :

Du nom des Corbières, région d'origine de la population type.

Dimensions : Tabl. 3**Diagnose :**

Coquille de taille moyenne à grande, au contour pentagonal légèrement plus large que haute, dorsobiconvexe, commissure uniplissée par un sinus ventral subtrapézoïdal, costulation fine de 40 à 42 côtes, foramen cyclothyride, bec subdressé.

Morphologie :

Coquille d'assez grande taille, atteignant 25,5 mm de largeur, au contour subpentagonal, légèrement plus large que haute dont la largeur maximale se situe à la moitié de la hauteur de la coquille (Fig. 15, 16) ou dans son tiers antérieur, ce qui donne un contour subtriangulaire à certains spécimens (Fig. 14, 17-19). La valve ventrale est peu convexe et s'affine vers l'avant alors que la valve dorsale est renflée et antérieurement aplatie, l'épaisseur maximale

N°MNHT.PAL	Pl. 1	L	l	E	l/L	E/L	Nvd	Nb
2026.2.13	Fig. 13	11	14	6,5	1,27	0,59	40	8
Paratype 2026.2.14	Fig. 14	13,5	19,5	11,5	1,44	0,85	40	11
Holotype 2026.2.15	Fig. 15	18,5	20	11,5	1,08	0,62	40	11
Paratype 2026.2.16	Fig. 16	20,5	25	13,5	0,98	0,66	42	12
2026.2.74	-	-	25,5	14,5	-	-	44	-
	Moyenne	15,87	20,8	1,5	1,19	0,68	41	10,5

Tableau 3 : Dimensions de *Cyclothyris corbarica* nov. sp.

de la coquille se situant toujours dans son tiers postérieur. La face antérieure de la coquille est toujours convexe, et régulièrement arrondie, jamais en retrait. La commissure latérale est droite. La commissure frontale est uniplissée mais peu élevée en regard d'un sinus médian ventral large et peu creusé dessinant à l'avant une extension linguiforme au contour sub-trapézoïdal. Il n'existe aucune amorce de dissymétrie. La costulation est fine et dense, faite de 40 à 42 côtes, effacée vers l'umbo, devenant plus élevée près de la commissure antérieure. Foramen de taille moyenne, typique des *Cyclothyrididae*, umbo court subdressé, légèrement crêté latéralement.

Comparaisons :

C'est avec *C. petrocoriensis* (COQUAND, 1860), que ces spécimens audois montrent la plus grande proximité. Cette espèce décrite par COQUAND (1860, 1862) mais jamais figurée par son auteur, était pourtant assez souvent signalée dans les Hautes Corbières, par exemple les exemplaires du musée de Gaillac déterminés comme telles par ARNAUD à la fin du XIX^e siècle. On doit à BERROCAL-CASERO *et al.* (2019) d'avoir sélectionné un lectotype dans la collection Coquand du musée de Budapest et d'en avoir donné la première figuration (2019, fig. 8a-c). Elle nous montre une coquille au contour cordiforme plus nettement triangulaire que celui de l'espèce audoise, à la face antérieure en retrait qui lui donne un aspect cordiforme, une coquille équiconvexe plus comprimée et une costulation plus lâche

de 30-32 côtes. Son âge est aussi plus ancien, Coniacien inférieur dans les Charentes (GASPARD 1983).

Cyclothyris segurai BERROCAL-CASERO *et al.*, 2019, du Coniacien inférieur nord-castillan, est aussi très proche. Elle s'en démarque par une plus petite taille moyenne, une costulation plus lâche (25-32 côtes) et l'existence de cas de dissymétrie, toujours absents de notre espèce.

Cyclothyris ? baugassii D'ORBIGNY, 1847 est une *Cyclothyris* déjà citée dans les Hautes Corbières (BASSE 1939), au sinus beaucoup plus haut et plus étroit. *C. vespertilio* BROCCHI, 1814, est au contraire beaucoup plus large que haute et présente un contour bilobé, absent de nos spécimens.

Ces spécimens montrent aussi une forte analogie morphologique externe avec *Cretirhynchia* (?) *lenticularis* PETTIT, 1950, dont l'âge Coniacien à Santonien, est quasi identique. Cette espèce rare n'est toutefois jamais signalée en dehors de la Grande-Bretagne et n'a pas été prise en considération par l'importante révision de SIMON & OWEN (2001). Sa position taxinomique reste donc incertaine.

Genre *Contortithyris* GASPARD & CHARBONNIER, 2020

Espèce-type : *Contortithyris thermae* GASPARD & CHARBONNIER, 2020, par monotypie.

Le genre est créé pour la seule espèce *C. thermae* des Hautes Corbières. Au sein des *Cyclothyridae*,

Planche 1

Sauf indication contraire, sur toutes les planches : les coquilles sont figurées en grandeur naturelle (×1) ; elles appartiennent à la collection Fauré et Plicot conservée au Muséum d'Histoire naturelle de Toulouse ; les lettres indiquent la vue dorsale (a), la vue latérale (b) et la vue antérieure (c). Photographies Ph. Fauré.

Fig. 1 et 2. *Orbirhynchia gr. mantelliana* (J. de C. SOWERBY, 1826). Cénomaniens supérieurs. Calcaires bioconstruits à madréporaires situés à la partie supérieure du Calcaire des Escudiés, Col des Escudiés à Saint-Louis-et-Parahou (Synclinal de Saint-Louis) (MHNT.PAL.2026.2.1-2). Barre d'échelle : 5 mm.

Fig. 3. *Orbirhynchia boussensis* OWEN, 1988. Cénomaniens supérieurs. Calcaires bioconstruits à madréporaires situés à la partie supérieure du Calcaire des Escudiés, Col des Escudiés à Saint-Louis-et-Parahou (Synclinal de Saint-Louis) (MHNT.PAL.2026.2.3). Barre d'échelle : 10 mm.

Fig. 4-12. *Orbirhynchia cuvieri* (D'ORBIGNY 1847). Turonien inférieur, zones à *Nodosoides*-*Catinus*. Calcaires marneux glauconieux condensés situés à la base de la Fm. des Marnes de Saint-Louis, Le Trou des Sorcières, à Parahou-Petit (Saint-Louis-et-Parahou) (MHNT.PAL.2026.2.4-12). Barre d'échelle : 1 cm.

Fig. 13-19. *Cyclothyris corbarica* nov. sp.

Fig. 13. Santonien supérieur, zone à *Polyopsis*, sous-zone à *Paraplanum*. Marnes bleues de Sougraigne, Marnes à *Lima*, du Chemin des Cloutets à Sougraigne (Synclinal de Rennes-les-Bains). Exemple juvénile, MHNT.PAL.2026.2.13.

Fig. 14. Paratype, MHNT.PAL.2026.2.14. Coniacien supérieur, zones à *Margae* et *Serratmarginatus*. Marno-calcaires à *Gauthiericeras*, ravin du ruisseau de la Dous, sud du Soula à Rennes-les-Bains (Synclinal de Rennes-les-Bains).

Fig. 15. Holotype, MHNT.PAL.2026.2.15. Coniacien supérieur, zones à *Margae* et *Serratmarginatus*. Marno-calcaires à *Gauthiericeras*, ravin du ruisseau de la Dous, sud du Soula à Rennes-les-Bains (Synclinal de Rennes-les-Bains).

Fig. 16. Paratype, MHNT.PAL.2026.2.16. Santonien supérieur, zone à *Polyopsis*, sous-zone à *Paraplanum*. Marnes bleues de Sougraigne, Marnes à *Lima*, du Chemin des Cloutets à Sougraigne (Synclinal de Rennes-les-Bains).

Fig. 17-19. « Coniacien, Soulatge », MHNG. 2011-0-3340, collection Ph. Thomas. Les lettres indiquent la vue dorsale (a) et la vue antérieure (b). Barre d'échelle : 1 cm.

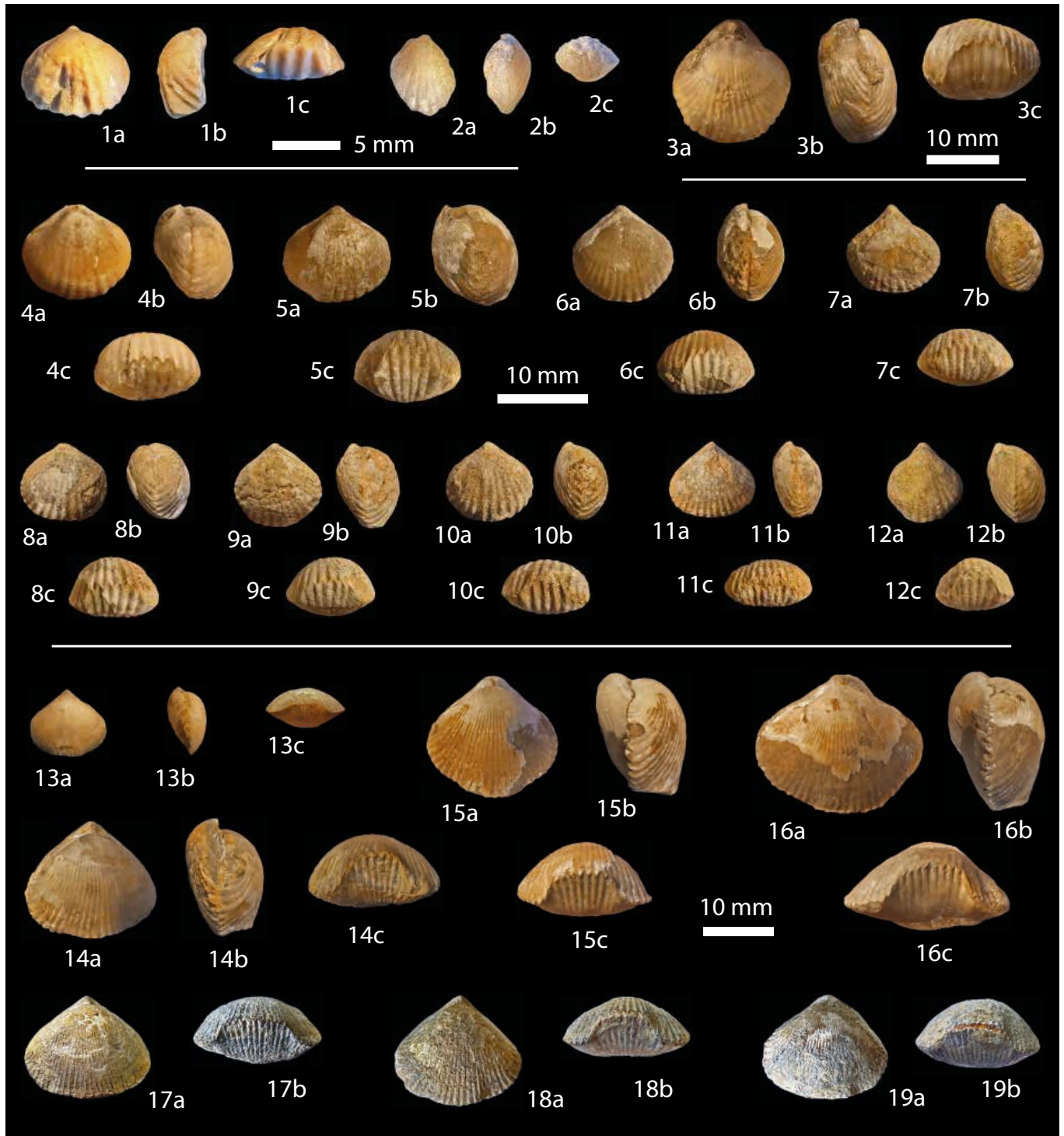
Contortithyris ne se différencie que par des nuances du genre *Cyclothyris* MAC COY, 1844 : une coquille plus grande, plus fortement biconvexe ; un bec plus volumineux et plus recourbé ; une commissure antérieure fortement asymétrique ; des plaques deltidiales formant de courts tubes autour du foramen.

***Contortithyris thermae* GASPARD & CHARBONNIER,
2020
Pl. 2, figs. 1-19**

1854. *Terebratula difformis* LAMARCK. D'ARCHIAC, p. 196.
1877b. *Rhynchonella difformis* D'ORBIGNY. PÉRON, p. 516.
1991. *Rhynchonella* « *difformis* » VALENCIENNES. in LAMARCK. GASPARD, pl. 1, fig. 6a-b ; 16, 17a-b.
2020. *Contortithyris thermae* nov. sp. GASPARD & CHARBONNIER, fig. 12-14.

Holotype :

GASPARD & CHARBONNIER, 2020, p. 12, Fig. 13E-F, MNHN.F.A59945 provenant de la Formation des Marnes



à Micraster, Coniacien supérieur, à Rennes-les-Bains (Aude).

Dimensions :

Valeurs moyennes et (entre parenthèses) intervalles de variation des paramètres dimensionnels : N = 22 ex. mesurés. L = 21,9 (15,2 – 28,0) ; l = 24,0 (15,3 – 32,0) ; E = 15,1 (8,7 – 20,5) ; l/L = 1,09 (0,99 – 1,23) ; E/L = 0,68 (0,56 – 0,82) ; Nvd = 35 (26 – 44).

Morphologie :

Contortithyris thermae est un Cyclothyridae de morphologie globuleuse caractérisé par une commissure frontale fortement et exclusivement asymétrique. De dimensions moyennes à grandes, l'espèce peut atteindre 28 mm de long, 32 mm de large et 20,5 mm d'épaisseur. Le contour subcirculaire de ses coquilles peut être élargi transversalement. Les valves sont presque également convexes en tous sens ou avec une valve ventrale un peu plus renflée. La largeur maximale des coquilles se situe vers le milieu de la longueur de la valve dorsale. L'épaisseur maximale se situe entre le tiers antérieur et le milieu des coquilles. La commissure latérale est droite. La commissure frontale est toujours franchement asymétrique, décalée par une déflexion oblique, jamais verticale, centrale qui divise la coquille en deux parties égales. Nous n'avons pas observé de véritable uniplication symétrique. Suivant le type d'asymétrie, on peut mettre en évidence deux morphogénèses chez les *Contortithyris thermae* : une asymétrie fortement élevée sur le bord droit du sinus ventral (= asymétrie dextre) (Pl. 2, Fig. 1-8.) ou bien sur son bord gauche (= asymétrie senestre) (Pl. 2, Fig. 9-16). Dans les Marnes à Micraster (Coniacien supérieur), nous avons observé 28 (dont Fig. 1-6) asymétries senestres et 24 (dont Fig. 7-15) asymétries dextres sur 52 spécimens en bon état de conservation alors que dans les Marnes de Sougraigne (Santonien supérieur), 3 asymétries senestres (dont Fig. 19) et 2 asymétries dextres (dont Fig. 17 et 18) sur 5 spécimens récoltés. Nous n'avons pas observé de véritable uniplication symétrique. Les coquilles juvéniles sont aplaties, triangulaires ou pentagonales, avec une asymétrie qui se dessine très tôt, déjà présente, peu

marquée, à 15-16 mm de large. Les coquilles ne deviennent globuleuses et franchement asymétriques qu'à plus de 20 mm de largeur.

Le crochet, crêté latéralement, est court, subdressé à redressé, rarement recourbé chez les plus grands exemplaires. Le petit foramen circulaire est séparé de la ligne cardinale par deux plaques deltidiales peu élevées et réunies en une pièce unique, typique des Cyclothyridae. La costulation prend naissance dès le crochet et l'umbo dorsal. Les côtes sont fines, arrondies, non divisées, et leur nombre varie entre 35 et 44.

Variabilité :

Les spécimens provenant des Marnes bleues de Sougraigne (Santonien supérieur) (dont Pl. 1, Fig. 17-19) sont le plus souvent immatures (16-23/18,8 mm en moyenne). Leur costulation fine et l'asymétrie frontale est déjà présente, bien que moins marquée.

Deux individus (dont Pl. 1, Fig. 16) récoltés dans un calcaire récifal à hippurites du Santonien inférieur du Massif de Fontfroide, fortement asymétriques, se démarquent par leur costulation plus robuste et espacée de 26 côtes et leur morphologie particulièrement globuleuse.

Caractères internes :

Se référer à GASPARD & CHARBONNIER 2020, fig. 14.

Extension verticale et répartition géographique :

L'espèce n'est à ce jour reconnue que dans le sud de la France (Aude). Dans les Hautes Corbières, elle apparaît dès le Coniacien moyen (zone à Tridorsatum), dans les Calcaires de Montferrand du Synclinal de Soulatgé, dans lesquels elle est rare. Elle devient abondante dans le Coniacien supérieur (zones à Margae et à Serratmarginatus) du Synclinal de Rennes-les-Bains. Elle persiste, rare et représentée par des spécimens immatures, dans le Santonien supérieur (zone à Polyopsis, sous-zone à Paraplanum). Elle est aussi présente dans le Santonien inférieur des Corbières orientales (Massif de Fontfroide) (NOGUES in D'ARCHIAC 1859, PÉRON 1885, DONCIEUX 1903). Les « *Rhynchonella difformis* » de Provence

Planche 2

Fig. 1-19. *Contortithyris thermae* GASPARD & CHARBONNIER, 2020.

Fig. 1-15. Coniacien supérieur, zones à Margae et Serratmarginatus. Marno-calcaires à *Gauthiericeras*, ravin du ruisseau de la Dous, sud du Soula, à Rennes-les-Bains (Synclinal de Rennes-les-Bains).

Fig. 1-8. Morphogénèse du morphotype avec asymétrie frontale élevée sur son bord gauche (asymétrie senestre) (MHNT.PAL.2026.2.17-24).

Fig. 9-15. Morphogénèse du morphotype avec asymétrie frontale élevée sur son bord droit (asymétrie dextre) (MHNT.PAL.2026.2.25-31).

Fig. 16. Santonien inférieur. Formation des Grès et calcaires à Rudistes de Fontfroide, ruisseau de Fontfroide, à Narbonne (Unité de Fontfroide). Spécimen à costulation forte (MHNT.PAL.2026.2.32).

Fig. 17-19. Santonien supérieur, zone à Polyopsis, sous-zone à Paraplanum. Marnes bleues de Sougraigne, Marnes à Lima, du Chemin des Cloutets à Sougraigne (Synclinal de Rennes-les-Bains). Individus immatures à asymétrie peu marquée (MHNT.PAL.2026.2.33-35). Les lettres indiquent la vue dorsale (a) et la vue antérieure (b).

Barre d'échelle : 1 cm.



(PERON 1877a) sont attribuées au genre *Beaussetithyris* par GASPARD & CHARBONNIER (2020).

La citation de « *Rhynchonella difformis* » dans « les couches à hippurites » du Vallespir (Pyrénées-Orientales) par NOGUES (1861, p. 96) paraît douteuse en raison de leur âge Campanien supérieur (BILOTTE 1985). Il en est de même de la citation de l'espèce par LEYMERIE (1881) à Montsaunès (Haute-Garonne).

Comparaisons :

C'est à *Cyclothyris difformis* (VALENCIENNE in LAMARCK, 1819 in DAVIDSON, 1850, pl. 15, fig. 48) que les rhynchonelles à commissure asymétrique des Corbières ont été longtemps assimilées. On connaît mieux cette espèce depuis les mises au point de OWEN (1988) et de GASPARD & CHARBONNIER (2020). Décrite dans le seul Cénomanién inférieur de Normandie et d'Angleterre, c'est une forme moins globuleuse que *Contortithyris thermae*, au crochet moins incurvé et dont la commissure antérieure des individus immatures passe par des stades rectimarginés, puis uniplissés, inconnus chez *C. thermae*, avant de présenter une même asymétrie frontale.

C. zahalkai NEKVASILOVA, 1973, du Turonien inférieur de Bohême, montre une forte convergence morphologique avec *Contortithyris thermae*, mais sa coquille est plus aplatie, avec un bec plus court, une asymétrie moins marquée alors qu'au moins 20 % des individus sont uniplissés.

Les rhynchonelles à commissure asymétrique sont rarement décrites dans le Coniacien et le Santonien. On peut toutefois citer *Beaussetithyris asymmetrica* GASPARD & CHARBONNIER, 2020, du Santonien provençal, bien reconnaissable à l'asymétrie très marquée de la commissure et dont un côté de la coquille est plus long. Elles réapparaissent en nombre dans le Campanien des Charentes et de Dordogne avec *Cyclothyris grimagina* GASPARD & CHARBONNIER, 2020 dont l'asymétrie franche de la coquille lui donne un aspect bilobé, *C. contorta* (ARNAUD, 1877), plus globuleuse, avec un contour circulaire et un bec plus recourbé, *C. vesicularis* (COQUAND, 1860) à la coquille triangulaire, la costulation plus fine et les marges latérales et antérieures verticales ou déprimées chez l'adulte.

Matériel étudié :

- 1 ex. MHNT.PAL.2026.2.75 du Calcaire de Montferrand, à l'est de Soulatgé (Synclinal de Soulatgé), Coniacien moyen (zone à Tridorsatum) ; 44 ex. : 22 ex. mesurés dont 15 ex. MNHT.PAL.2026.2.17 à 31, figurés Pl. 2, Fig. 1-15, avec 21 dextres (8 ex. figurés 2026.2.17-24 et 13 ex. 2026.2.77) et 23 senestres (7 ex. 2026.2.25-31 figurés et 16 ex. 2026.2.78) des Marnes à Micraster, du Ravin du ruisseau de la Dous, sud du Soula, à Rennes-les-Bains (Synclinal de Rennes-les-Bains), du Coniacien supérieur (zones à Margae et Serratmarginatus) ; 4 ex. dont 3 ex. MHNT.PAL.2026.2.33-35 Pl. 2, Fig. 17-19 et

MHNT.PAL.2026.2.46, des Marnes bleues de Sougraigne, Marnes à Lima, du Chemin des Cloutets (Sougraigne) du Santonien supérieur (zone à Polyopsis, sous-zone à Paraplanum) ; 2 ex., dont 1 ex. MHNT.PAL.2026.2.32, Pl. 2, Fig. 16 et 1 ex. collection Michel Ricard du Ruisseau de Fontfroide, à Narbonne.

- **En collection** : 1 ex. MNHT.PAL.2010.0.104, Collection Leymerie : « *Rhynchonella difformis* COQUAND, Couches à *Micraster corbaricus*, Santonien, Sougraigne » ; 1 ex. MNHT.PAL.2016.0.2105, Collection Magnan : « *Rhynchonella difformis* D'ORB., Bassin de Rennes, zone à *Micraster brevis* » ; 6 ex. MNHT.PAL.BRA.2013.0.1142 et 6 ex. 2013.0.1144, Collection Lartet : « *Rhynchonella difformis* D'ORB., Montagne des Cornes (Rennes-les-Bains) » ; 6 ex. n°2011.0.3343, Muséum de Gaillac : « *Rhynchonella difformis*, Coniacien, Rennes-les-Bains » ; 6 ex. UPS.HC-T1, collection Courtessole, du « Bois de Loumet, la Chaussée » à Saint-André-de-Roquelongue, provenant de la Formation des Grès et calcaires à Rudistes de Fontfroide, du Santonien inférieur du Massif de Fontfroide.

Ordre Terebratulida WAAGEN, 1883

Sous-ordre Terebratulidina WAAGEN, 1883

Super-famille Terebratuloidea GRAY, 1840

Famille Sellithyrididae MUIR-WOOD, 1965

Sous-famille Sellithyridinae MUIR-WOOD, 1965

Genre *Phaseolina* GASPARD, 1988

Espèce-type : *Terebratula phaseolina* LAMARCK, 1819.

Phaseolina phaseolina (LAMARCK, 1819)

Pl. 3, Fig. 1-19

1819. *Terebratula phaseolina* nov. sp., LAMARCK, p. 252, n° 29.
1850. *Terebratula phaseolina* LAMARCK. DAVIDSON, p. 439, pl. 13, fig. 29.
1859. *Terebratula biplicata* BROCC. DUMORTIER, p. 370.
1879. *Terebratula biplicata* DEFRANCE. TOUCAS, p. 44.
1893. *Terebratula phaseolina* LAMARCK. ROUSSEL, p. 185.
1893. *Terebratula biplicata* DEFRANCE. DE GROSSOUVRE, p. 282.
1917. *Terebratula phaseolina* LAMARCK. CLERC & FAVRE, pl. 6, fig. 33.
1939. *Terebratula plicata* DEFRANCE (= *phaseolina* LAMARCK). BASSE, p. 36.
1988. *Sellithyris phaseolina* (VALENCIENNE in LAMARCK). OWEN, p. 106 ; pl. 6, fig. 7-9 et pl. 18, fig. 11-13.
1988. *Phaseolina phaseolina* (VALENCIENNE in LAMARCK). GASPARD, p. 163 ; pl. 18-22, avec synonymie.
- 1997a. *Phaseolina phaseolina* (LAMARCK). GASPARD, p. 149, pl. 1, pl. 5.
2014. *Phaseolina phaseolina* (LAMARCK). GASPARD, p. 360, fig. 9, avec la synonymie.
2017. *Phaseolina phaseolina* (LAMARCK). BINAZADEH, p. 343, pl. 2, fig. A-C.

Historique :

LAMARCK (1819, p. 252) a décrit cette espèce sans la figurer. Quelques années plus tard, DAVIDSON (1850, p. 439) a redécrit *Terebratula phaseolina* et a figuré une coquille parmi les spécimens de la série-type de LAMARCK (*ibid.*, pl. 13, fig. 29). LAMARCK n'ayant pas désigné d'holotype, OWEN (1988) a choisi comme lectotype l'un des quatre syntypes de la collection LAMARCK, conservés au Muséum d'Histoire naturelle de Genève, qui est figuré par CLERC & FAVRE (1917, pl. 6, fig. 33). En même temps, GASPARD (1988) ne connaissant pas la publication contemporaine de OWEN, a choisi comme lectotype le spécimen appartenant également à la collection LAMARCK et figuré par CLERC & FAVRE (1917, pl. 6, fig. 28). Ces deux lectotypes appartiennent donc à la série de LAMARCK, ce qui, dans les deux cas, satisfait aux règles de Nomenclature zoologique (choix du niveau de la localité-type). Le choix d'un néotype (GASPARD, 2014) s'en trouve donc peu utile.

Dimensions :

Valeurs moyennes et (entre parenthèses) intervalles de variation des paramètres dimensionnels : N = 68 ex. mesurés. L = 15,9 (9,8 – 21,0) ; l = 13,4 (9,5 – 18,6) ; E = 9,1 (4,9 – 13,0) ; l/L = 0,89 (0,75 – 0,98) ; E/L = 0,65 (0,50 – 0,70).

Morphologie :

Phaseolina phaseolina est une espèce très polymorphe dont la variabilité a été étudiée dans de nombreux gisements en France (GASPARD 1988). Notre étude biométrique concerne surtout un des deux gisements des Corbières méridionales (Cubières-sur-Cinoble) qui a livré 93 coquilles bien conservées, biconvexes, généralement subéquivalves, de 9 à 21 mm de longueur. Leur contour est habituellement subpentagonal arrondi, mais il peut être plus nettement pentagonal (Fig. 4, 5, 17, 18) aussi demeurer subcirculaire à des tailles voisines (Fig. 7, 8, 15, 19). La largeur des coquilles est très variable. L'uniplication frontale élevée est prédominante (Fig. 1 à 6), mais on a également observé une uniplication arrondie basse (Fig. 7 à 10), parfois une commissure frontale presque rectimarginée (Fig. 12 à 15) et beaucoup plus rarement une sulcification peu ou plus marquée (Fig. 16 à 19). Cette sulcification frontale est moins fréquente que chez les spécimens examinés par GASPARD (1988). Contrairement à la description de cet auteur, notre matériel ne comporte pas de coquilles épisinuées (= sinus médian dorsal se développant sur une uniplication marquée). Crochet court, dressé ou peu recourbé, mais non en contact avec l'umbo dorsal, percé à son extrémité d'un foramen circulaire de petites dimensions, mésothyride à permésothyride entre des crêtes latérales du crochet peu marquées. Ce foramen est séparé de la ligne cardinale par des plaques deltidiales réunies en une pièce unique peu élevée.

Caractères internes :

L'attribution générique de « *Terebratula* » *phaseolina* a

été discutée par GASPARD (1988, p. 172). Des possibilités d'intégration aux genres *Sellithyris*, *Platythyris* et *Loriolithyris* (créés par MIDDLEMISS 1968) n'ont pas été retenues pour certaines raisons concernant les caractères internes (hauteur des processus cruraux notamment). D'autre part, la morphologie très variable de « *T.* » *phaseolina* ne peut être utilisée, ce qui a amené GASPARD (1988, p. 163, 227) à créer son nouveau genre *Phaseolina*.

Extension verticale et répartition géographique :

L'espèce est abondante dans la Formation de la Fontaine Salée dont l'âge Cénomaniens supérieur est établi à la Fontaine Salée (BILOTTE 1985). Elle est rare dans les Calcaires bioconstruits à Madréporaires qui en sont un équivalent latéral (BILOTTE 1993, 2007).

Dans la région du stratotype (Sarthe), l'espèce caractérise bien le Cénomaniens supérieur, depuis les Marnes à *Ostrea biauriculata* jusqu'à la Craie à « *Terebratella carantonensis* ». Elle est abondante dans le Cénomaniens supérieur de nombreuses localités de l'ouest de la France (Vendée, Charente-Maritime, Maine-et-Loire, Vienne), mais aussi dans le Var, les Alpes maritimes et les Alpes-de-Haute-Provence.

Elle est également connue en République tchèque, Pologne, Bohême, Allemagne, Espagne, Portugal, Afrique du Nord et en Iran.

Matériel étudié :

1 ex. MHNT.PAL.2026.2.80, Calcaires bioconstruits à Madréporaires situés au-dessus des Calcaires des Escudiés, Synclinal de Saint-Louis, Col des Escudiés (Saint-Louis-et-Parahou), Cénomaniens supérieur ; 74 ex. dont 68 ex. mesurés avec 59 ex. non figurés MHNT.PAL.2026.2.81 et 15 ex. 2026.2.36-40 et 2026.2.44-54 figurés Pl. 3, Fig. 1-5 et Fig. 9-19, partie sommitale du Calcaire des Escudiés, Synclinal de Soulatgé, Vallon des Trounels, piste forestière de la Corbelhe (Cubières-sur-Cinoble), Cénomaniens supérieur ; 23 ex. : 20 ex. non figurés 2026.2.82 et 3 ex. 2026.2.41-43 figurés Pl. 3, Fig. 6-9, Formation des Marnes de la Fontaine Salée, point 884, au sud-est de la Fontaine salée à Sougraigne (Anticlinal de la Fontaine Salée) du Turonien basal.

Super-famille Cancellothyridoide THOMSON, 1926**Famille Cnismatocentridae COOPER, 1973****Sous-Famille Arcuatothyridinae KATZ, 1974****Genre *Nucleatina* KATZ, 1962****Espèce-type *Nucleatina nanclasi* COQUAND (1860)**

L'individualisation du genre *Nucleatina* est basée sur l'originalité des caractères internes d'individus du Tadjikistan décrits par KATZ 1962 auquel cet auteur rattache, en supposant leurs caractères internes identiques, plusieurs spécimens décrits par COQUAND (1859) dans le Santonien des Charentes (France) dont *N. nanclasi*, dont il fait l'espèce-type de son genre nouveau, et *N.*

coniacensis. Il ajoute *N. toucasiana* (D'ORBIGNY, 1850) du Coniacien provençal et *N. boucheroni* du Campanien. Mais toutes ces espèces, pour l'essentiel non figurées, restent méconnues. COOPER (1983, pl. 29, fig. 17-22 et pl. 63, fig. 12, pl. 75, fig. 19-20) fait connaître les caractères internes de deux spécimens du « Sénonien » de Rouen présumés appartenir à *N. nanclasi* et à *N. toucasiana*, et valide l'individualisation du genre (KATZ 1962). CALZADA (1995) confirme ce point de vue avec sa nouvelle espèce *N. viladrici* du Maestrichtien. Enfin, le genre serait caractérisé par une fine ornementation du test, caractère externe spécifique rarement retrouvé chez les térébratules du Crétacé supérieur (KATZ 1962, WILLIAMS *et al.* 2006, BERROCAL-CASERO 2020).

Nucleatina nanclasi (COQUAND, 1859)

Pl. 4, Fig. 1

1859. *Terebratula nanclasi* COQUAND, p. 985.
 1860. *Terebratula nanclasi* COQUAND. COQUAND, p. 85.
 1862. *Terebratula nanclasi* COQUAND. COQUAND, p. 237, pl. 23, fig. 6-8.
 1877. *Terebratula nanclasi* COQUAND. ARNAUD, p. 82, pl. 9-11, 19-21.
 cf. 1962. *Nucleatina nanclasi* (COQUAND). KATZ, p. 135, pl. 1, fig. 4a-b ; fig 4-6.
 cf. 1983. *Nucleatina nanclasi* (COQUAND). COOPER, p. 223, pl. 28, fig. 17-22.
 cf. 1983. *Nucleatina toucasiana* (D'ORBIGNY). COOPER, pl. 28, fig. 11-16.
 cf. 2006. *Nucleatina nanclasi* (COQUAND). WILLIAMS *et al.*, p. 2160, fig. 1a-c.
 2020. *Nucleatina nanclasi* (COQUAND). BERROCAL-CASERO, fig. 3A1-7.

Lectotype :

BERROCAL-CASERO, 2020, fig. 3A1, n° MBFS.K.2019.110.6.1 de la collection COQUAND (Budapest, Hongrie), sélectionnée parmi six syntypes illustrés fig. 3A1-7 (MBFS.K.2019.110.6.1-6.6), provenant de Malberchie (Charentes, France).

Dimensions :

N°MNHT.PAL	Pl. 4	L	L	E	1/L	E/L
2026.2.55	Fig. 1	20	17	13	0,85	0,65

Morphologie :

Cette Térébratule de taille moyenne (20 mm) vraisemblablement non mature, ne peut être comparée qu'à *N. nanclasi* qui présente un même contour subpentagonal, une coquille aussi haute que large, la plus grande largeur se situant à la moitié de la hauteur, et des valves assez fortement renflées dont l'épaisseur est identique. La commissure antérieure présente une même forte uniplication, qui se prolonge par un pli mousse intéressant le tiers antérieur de la valve dorsale. Sa valve ventrale est régulièrement arrondie sans sinus ventral nettement latéralement bien délimité. La région du bec est mal conservée. Celui-ci est apparemment court et subdressé. Le foramen et la plaque cardinale ne sont pas visibles.

Nous n'avons pas formalisé l'attribution de notre spécimen au genre *Nucleatina* par un examen des structures internes et renvoyons le lecteur aux figures de COOPER (1983, pl. 63, fig. 12, pl. 75, fig. 19-20). Par contre, la présence d'une fine costulation radiale (2 côtes par mm) (Pl. 4, fig. 1d) et d'une microponctuation du test (fig. 1e) sont des arguments fort en faveur de son attribution au genre (KATZ 1962, COOPER 1983, WILLIAMS *et al.* 2006, BERROCAL-CASERO 2020).

Caractères internes :

Se référer à KATZ 1962, p. 137, fig. 5.

Remarque :

« *Terebratula* » *nanclasi* est une espèce restée méconnue, pour laquelle on n'a longtemps disposé que de la description de COQUAND (1859, 1860) et des figurations de COQUAND (1862) et de ARNAUD (1877). Les attributions du spécimen ouzbek figuré par KATZ (1962) et de celui du « Sénonien de Rouen » figuré par COOPER (1983) restent douteuses et l'espèce reste peu utilisée et peu connue. Il faut attendre les travaux de BERROCAL-CASERO (2020, fig. 3, A1-7) pour disposer de photographies de six exemplaires de la collection Coquand. Ces figures montrent le polymorphisme de l'espèce, certainement conçue de façon très large, mais elles ne montrent ni la face latérale ni la face antérieure des spécimens et les structures internes de l'espèce type du genre demeurent inconnus. De plus, les coquilles ne présentent aucune ornementation superficielle « pour des raisons de mauvaise conservation du test des individus charentais » (BERROCAL-CASERO 2020).

Planche 3

Fig. 1-19. *Phaseolina phaseolina* (LAMARCK, 1819). Cénomanien supérieur. **Fig. 1-5 ; 9-19 :** Partie sommitale des Calcaires des Escudiés, Vallon des Trounels, piste forestière de la Corbelhe, à Cubières-sur-Cinoble (Synclinal de Soulagé) (MHNT. PAL.2026.2.6-40 et 44-54). **Fig. 6, 7, 8 :** Formation des Marnes de la Fontaine Salée, point 884, au sud-est de la Fontaine Salée à Sougraigne (Anticlinal de la Fontaine Salée) (MHNT.PAL.2026.2. 41-43).

Fig. 1-6 : Spécimens à uniplication frontale élevée.

Fig. 7-10 : Spécimens à uniplication frontale basse.

Fig. 11-15 : Spécimens à contour circulaire, uniplication frontale arrondie à peine esquissée.

Fig. 16-19 : Spécimens à sulcification frontale faiblement (18) et bien marquée (19).

Barre d'échelle : 1 cm.

Comparaisons :

En l'absence de figuration des exemplaires types de COQUAND, l'espèce a donné lieu à plusieurs interprétations. Ainsi la figuration de KATZ (1962, pl. 2, fig. 4) montre un spécimen à la coquille moins bombée et à la commissure frontale moins plissée que *N. nanclasi*, et la figuration de COOPER (1983, pl. 28, fig. 17-22), une forme plus allongée au contour plus nettement pentagonal. *Nucleatina anotia* BERROCAL-CASERO, 2020 est également très proche de *N.*

nanclasi, par la convexité identique des valves et la même profondeur du sinus frontal, mais elle en diffère par sa forme « en goutte » avec une plus grande largeur située dans le tiers antérieur de la coquille. Son âge, Coniacien moyen, est aussi plus ancien. Parmi les autres espèces attribuées au genre *Nucleatina*, *N. cristobali* (MIDDLEMISS 1978) en diffère par son contour circulaire, sa faible convexité et sa commissure rectimarginée à sulciplissée, *N. arcana* BERROCAL-CASERO, 2020, par sa petite taille,



sa coquille moins convexe et sa commissure peu plissée, *N. coniacensis* (COQUAND, 1859) par sa forme plus allongée et son contour pentagonal, enfin, *N. boucheroni* (COQUAND, 1859) par son contour arrondi, sa coquille plus aplatie et son âge campanien. Enfin, avec sa commissure frontale fortement plissée, il est possible d'assimiler à *N. nanclasi* la « *N. toucasiana* (D'ORBIGNY, 1850) » in COOPER (1983, pl. 28, fig. 11-16) du « Sénonien de Martigues ».

Extension verticale et répartition géographique :

Le spécimen décrit provient du Santonien supérieur, zone à Polyopsis, sous-zone à Paraplanum, des Marnes bleues de Sougraigne. Un même âge Santonien est donné pour les *N. nanclasi* décrites par COQUAND (1859) dans les Charentes (GASPARD 1983).

Bien que le genre *Nucleatina* présente une large extension géographique, de l'Europe occidentale (Aquitaine, Castille, Provence), au Bassin du Don et au bassin du Tadjikistan (Russie), l'espèce *N. nanclasi* n'a à ce jour été signalée de façon non douteuse qu'en Aquitaine occidentale (Charentes).

Matériel étudié :

1 ex. MNHT.PAL.2026.2.55, figuré Pl. 4, fig.1, des Marnes bleues de Sougraigne, Chemin des Cloutets, à Sougraigne (Synclinal de Rennes-les-Bains).

Nucleatina toucasiana (D'ORBIGNY, 1850)
Pl. 4, Fig. 2-5

1850. *Terebratula toucasiana* nov. sp. D'ORBIGNY, p. 258.
non 1983. *Nucleatina toucasiana* (D'ORBIGNY). COOPER, pl. 28, fig.11-16 (= *N. nanclasi*).
2020. *Nucleatina toucasiana* (D'ORBIGNY). BERROCAL-CASERO, p. 7, fig. 3D1.

Lectotype :
BERROCAL-CASERO, 2020, fig. 3D1-5, n°MNHN.F.B17619 de la collection D'ORBIGNY (Paris, France), espèce non figurée par son auteur, extraite de quatre syntypes provenant du Turonien du Beausset (Bouches-du-Rhône, France).

Morphologie :
Nos spécimens sont d'assez grande taille (jusqu'à 36 mm de longueur), leur contour est ovale allongé, plus haut que large, la plus grande largeur étant située au milieu de la coquille. Les valves sont subégales en épaisseur et convexes en tous sens. Leur ornementation se limite à de simples stries de croissance peu visibles et à une costulation mousse (2 côtes par mm) limitée aux faces latérales de l'umbo (Pl. 4, Fig. 3b, 4b). La commissure frontale est faiblement uniplissée (Fig. 2, 4, 5) ou rectimarginée (Fig. 3). Les commissures latérales sont rectilignes. Le crochet est dressé à recourbé au-dessus de l'umbo dorsal. Il ne laisse apparaître qu'un deltidium peu élevé formé de deux pièces réunies (chez les spécimens de toutes dimensions). Le foramen est circulaire de dimensions moyennes, mésothyride entre des crêtes latérales du crochet longues mais arrondies.

Dimensions :

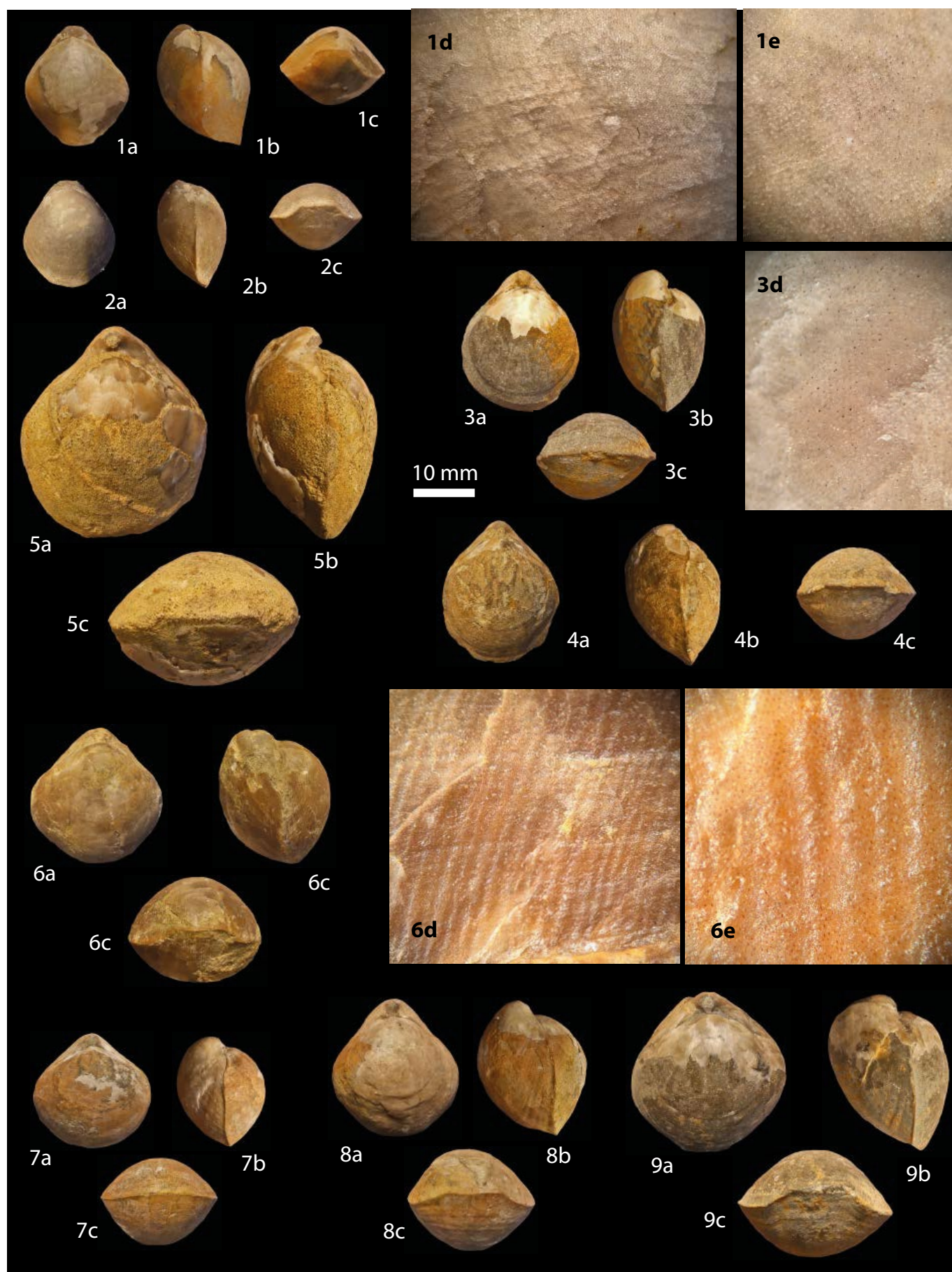
N°MNHT.PAL	Pl. 4	L	L	E	I/L	E/L
2026.2.56	Fig. 2	18	15	11	0,83	0,61
2026.2.57	Fig. 3	20	20,5	16	0,82	0,60
2026.2.58	Fig. 4	24	20	16	0,83	0,66
2026.2.59	Fig. 5	36	31	23,5	0,86	0,65
2026.2.79	-	23	20,5	14	0,8	0,61
Coll. M. Ricard	-	27,5	23	17	0,83	0,61
	Moyenne	24,75	21,6	16,25	0,83	0,62

Planche 4

Fig. 1. *Nucleatina nanclasi* (COQUAND, 1859). Santonien supérieur, zone à Polyopsis, sous-zone à Paraplanum. Marnes bleues de Sougraigne, Chemin des Cloutets, à Sougraigne (Synclinal de Rennes les Bains). Fig. 1d détail du test montrant une double fine striation radiale et concentrique ; Fig. 1e : détail du test montrant une fine microponctuation (MHNT.PAL.2026.2.55).

Fig. 2-5. *Nucleatina toucasiana* (D'ORBIGNY, 1850).
Fig. 2, 3, 4. Coniacien moyen, zone à Tridorsatum. Formation des Marnes de Bugarach, Membre des Marno-calcaires à *Gauthiericeras*, les Bringots, à Bugarach (Anticlinal de la Fontaine Salée). Fig. 3d : détail du test montrant la microponctuation du test (MHNT.PAL.2026.2.56-58).
Fig. 5. Santonien supérieur, zone à Polyopsis, sous-zone à Paraplanum. Marnes bleues de Sougraigne, Chemin des Cloutets, à Sougraigne (Synclinal de Rennes-les-Bains) (MHNT.PAL.2026.2.59).

Fig. 6-9. *Nucleatina rhedaensis* nov. sp. Santonien supérieur, zone à Polyopsis, sous-zone à Paraplanum. Marnes bleues de Sougraigne, calcaires marneux à *Lima*, Chemin des Cloutets, à Sougraigne (Synclinal de Rennes-les-Bains).
Fig. 6. Holotype, MHNT.PAL.2026.2.60. Fig. 6 d, détail du test montrant la striation du test et, Fig. 6e, son aspect microponctué ;
Figs 7-9. Paratypes, MHNT.PAL.2026.2.61-63.
Barre d'échelle : 1 cm.



Comparaison :

Nucleatina toucasiana ne peut être comparée à aucun des autres représentants du genre. *N. nanclasi* (COQUAND, 1859) et *N. barrosoi* BERROCAL-CASERO, 2020 en diffèrent par leur coquille plus globuleuse et par leur commissure frontale fortement plissée, *N. anotia* BERROCAL-CASERO, 2020 par sa plus grande largeur située dans le tiers antérieur de la coquille, *N. coniacensis* (COQUAND, 1859) par sa forme plus allongée et son contour pentagonal, *N. boucheroni* (COQUAND, 1859), *N. cristobali* (MIDDLEMISS 1978) et *N. arcana* BERROCAL-CASERO, 2020 par leur coquille plus aplatie. « *N. toucasiana* (D’ORBIGNY, 1850) » in COOPER (1983, pl. 28, fig. 11-16), avec sa commissure frontale fortement plissée est assimilable à *N. nanclasi*.

Carneithyris subpentagonalis SAHNI, 1925, présente une même morphologie générale, avec un même contour, et la même commissure frontale peu plissée ou rectimarginée. Elle est cependant plus comprimée avec des valves moins convexes et un foramen plus petit. De plus, son âge Campanien supérieur à Maestrichtien inférieur est plus récent.

Extension verticale et répartition géographique

Dans les Hautes Corbières, nos spécimens proviennent de deux niveaux distincts : du Coniacien moyen, zone à Tridorsatum, Formation des Marnes de Bugarach ; du Santonien supérieur, zone à Polyopsis, sous-zone à Paraplanum, Marnes bleues de Sougraigne, Calcaires marneux à Lima.

Les originaux de Provence sont légèrement plus anciens et proviennent du Turonien du Beausset (Bouches-du-Rhône). L’espèce est également signalée dans le Sénonien du Gard.

Matériel étudié :

3 ex. MNHT.PAL.2026.2.56-58 figurés Pl. 4, Fig. 2, 3, 4, de la Formation des Marnes de Bugarach, Membre des Marno-calcaires à *Gauthiericeras*, les Bringots, à Bugarach (Anticlinal de la Fontaine Salée), Coniacien moyen, zone à Tridorsatum ; 2 ex. MNHT.PAL.2023.2.59 figuré Pl. 4, Fig. 5 et coll. Michel Ricard des Marnes bleues de Sougraigne, Marnes à Lima, chemin des Cloutets, à Sougraigne ; 1 ex. MNHT.PAL.2026.2.79, montée du Brenz, au-dessus du Vieux Cimetière (Synclinal de Rennes-les-Bains). Santonien supérieur, zone à Polyopsis, sous-zone à Paraplanum.

Nucleatina rhedaensis nov. sp.
Pl. 4, Fig. 6-9

Holotype :

Spécimen MHNT.PAL.2026.2.60 figuré Pl. 4, Fig. 6, conservé dans les collections du muséum d’Histoire naturelle de Toulouse.

Matériel et localité :

- L’holotype et trois spécimens paratypes MNHT. PAL.2026.2.61-63) figurés Pl. 4, Fig. 7 à 9, proviennent des Marnes bleues de Sougraigne, Calcaires marneux à Lima, Chemin des Cloutets, à Sougraigne (Synclinal de Rennes-les-Bains).

Âge :

Crétacé supérieur, Santonien supérieur, zone à Polyopsis, sous-zone à Paraplanum.

Origine du nom :

De Rhédae, nom donné au Moyen Âge à l’ancienne cité de Rennes qui domine cette région du Razès.

Dimensions :

N°MNHT.PAL	Pl. 4	L	l	E	l/L	E/L
Holotype 2026.2.60	Fig. 6	23	23	17,5	1	0,76
Paratype 2026.2.61	Fig. 7	22	20	16,5	0,9	0,75
Paratype 2026.2.62	Fig. 8	23	23	17,5	1	0,76
Paratype 2026.2.63	Fig. 9	27,5	27,5	19,4	1	0,7
	Moyenne	23,8	23,3	17,72	0,97	0,74

Diagnose :

Coquille globuleuse, au contour circulaire, aussi haute que large. Commissure frontale faiblement uniplissée ou rectiradiée, ornementation radiale fine et test micro-ponctué.

Morphologie :

Nous disposons de quatre spécimens qui s’individualisent des autres espèces du genre par une coquille globuleuse, au contour circulaire, aussi haute que large. Les valves sont très bombées et sont également convexes. L’épaisseur maximale de la coquille se situe entre la moitié et le tiers postérieur en fonction des individus. La commissure frontale est faiblement uniplissée sur trois des spécimens. Elle est droite sur un quatrième (Fig. 7). Les commissures latérales postérieurement subrectilignes s’infléchissent très peu vers la valve dorsale à l’approche du front. L’ornementation du test est plus ou moins exprimée selon les conditions de conservation. Sur le type, une fine costulation radiale (3 côtes par mm) est diffuse à l’ensemble de la coquille (Fig. 6). Sur les autres, elles se limite à la région de la commissure ou est totalement invisible. Lorsqu’il est conservé (Fig. 6e), le test est micro-ponctué. Le crochet, assez gros, recourbé et non crêté, masque le deltidium. Le foramen est circulaire et de dimensions moyennes.

Comparaison :

Avec sa commissure rectiradiée ou très faiblement plissée, *N. rhedaensis* ne peut guère être comparée qu’à

N. toucasiana (D'ORBIGNY, 1850) dont elle se différencie par son contour circulaire et la plus forte convexité de ses valves qui lui donnent un aspect globoïde. Contrairement à cette dernière, l'espèce nouvelle est absente dans le Coniacien et se limite, dans les Corbières, au Santonien supérieur.

Sous-ordre Terebratellidina MUIR-WOOD, 1955

Super-famille Kingenoidea ELLIOT, 1948

Famille Kinginidae ELLIOT, 1948

Sous-famille Kingeninae ELLIOT, 1948

Genre *Kingena* DAVIDSON 1852 emend OWEN, 1970

Espèce-type : *Terebratula lima* DEFRANCE, 1828

***Kingena* cf. *lima* (DEFRANCE, 1828)**

Pl. 5, Fig. 2-4

cf. 1828. *Terebratula lima* DEFRANCE, p. 156.

cf. 1970. *Kingena lima* (DEFRANCE). OWEN, p. 61, pl. 6, fig. 7-8 ; pl. 7, 4-5.

Néotype :

OWEN, 1970, p. 52, Pl. 7, fig. 4a-c, n° B79709 du British Museum, provenant du Santonien supérieur (zone à *Marsupites testudinarius*) du Kent (Grande-Bretagne), l'original de la "Craie des environs de Beauvais" ayant été détruit lors des bombardements alliés de 1944 sur la France.

Dimensions :

N°MNHT.PAL	Pl. 5	L	l	E	l/L	E/L
2026.2.64	Fig. 2	7,0	6,3	4,3	0,90	0,61
2026.2.65	Fig. 3	6,3	6,0	3,5	0,95	0,55
2026.2.66	Fig. 4	6,2	5,0	2,5	0,81	0,40

Morphologie :

Trois spécimens partagent avec cette espèce une même petite taille (L = 7 mm pour le plus volumineux), une coquille biconvexe avec une valve ventrale plus convexe que la valve dorsale et un contour subcirculaire (Fig. 3 et 4) ou oblong et ovoïde (Fig. 2). La commissure frontale est régulièrement arrondie. Elle est rectiradiée. Tous les spécimens montrent, et c'est une caractéristique du genre *Kingena*, un test orné de pustules à répartition très diffuse et régulière (Fig. 2c, 3c-d, 4). Le bec est court, subdressé, crête latéralement. Le foramen est de petite taille. Les structures internes ne sont pas étudiées.

Comparaisons :

Nos spécimens ont plusieurs points communs avec *Kingena lima* - contour circulaire ou ovoïde, coquille plano-convexe peu épaisse, commissure frontale rectimarginée - dont ils pourraient représenter des juvéniles, mais à cette taille, il est impossible de se prononcer formellement sur leur statut spécifique. *Kingena elegans* OWEN, 1970,

dont l'âge Turonien est cette fois identique à celui de nos spécimens, est également de petite taille mais sa coquille est plus convexe, avec un contour pentagonal et des stries d'accroissement plus marquées. À noter que des *Kingena* à la morphologie très proche de *K. elegans* sont présentes dans le Turonien des Bouches-du-Rhône (La Bédoule, Cassis) (GASPARD 1997a, pl. 1, fig. 7). *Kingena concinna* OWEN, 1970 et *K. arenosa* (D'ARCHIAC, 1847) sont aussi des formes très voisines qui en diffèrent par leur plus grande taille habituelle et leur âge cénonien.

Extension verticale et répartition géographique

Turonien supérieur des Hautes Corbières, de Normandie et du Boulonnais. En Grande-Bretagne, Coniacien supérieur (zone à *Micraster coranginum*) à Santonien (zone à *Marsupites testudinarius*) du Kent, du Norfolk, et du Sussex.

Matériel étudié :

3 ex. MNHT.PAL.2026.2.64-66, figurés Pl. 5, Fig. 2 à 4, de la Formation des Calcaires et des grès de la Serre de Lacal (flanc méridional de l'Anticlinale de la Fontaine Salée), entre l'antenne et le point 610, au sommet du ravin du ruisseau des Caoussanels, Les Bringots à Bugarach, Turonien supérieur.

Super famille Terebratelloidea KING, 1850

Famille Dallinidae BEETCHER, 1893

Sous-famille Dallininae BEETCHER, 1893

Genre *Kafirnigania* KATZ, 1962

Espèce-type *Kafirnigania pentangulata* KATZ, 1962

Le genre regroupe des coquilles de petite taille, ventribiconvexe, morphologiquement liées au genre *Psilothyris* du Crétacé inférieur dont il présente des caractéristiques morphologiques externes et internes voisines, communes aux Dallinidae.

***Kafirnigania* cf. *pentangulata* KATZ, 1962**

Pl. 5, fig. 1

cf. 1962. *Kafirnigania pentangulata* KATZ, p. 141, pl. 1, fig. 7a-c.

cf. 2006. *Kafirnigania pentangulata* KATZ. KAESLER *et al.*, p. 2206, Fig. 2a-hh.

Holotype :

KATZ, 1962, pl. 1, fig. 7a-c, n°4-770/1, conservée au département de paléontologie de l'université d'État de Kharkov, provenant des Calcaires « ostreifères » gris du Turonien supérieur de la région de Surkhan-Darya, Chaîne de Babatag (République d'Ouzbékistan).

Dimensions :

N°MNHT.PAL	Pl. 1	L	l	E	l/L	E/L
2026.2.67	Fig. 1	10,8	9,0	5,0	0,83	0,46

Morphologie :

Coquille de petite taille (longueur de 10,8 mm), de forme allongée, avec un contour pentagonal, une largeur maximale située à la moitié de la hauteur de la coquille. Celle-ci est nettement ventribiconvexe, avec une valve ventrale très convexe, une valve dorsale peu bombée et une épaisseur maximale située dans le tiers postérieur de la coquille. La commissure antérieure est légèrement uniplissée. Le bec est dressé, latéralement fortement crêté, avec un foramen submesothyride de petite taille. Le test est finement ponctué.

Caractères internes :

Se référer à KATZ, 1962, p. 138, Fig. 7, reproduites dans KAESLER *et al.*, p. 2208, Fig. 1466, 2d-gg.

Comparaisons :

C'est avec *K. pentangulata*, du même âge Turonien, que ce spécimen montre le plus d'affinités, bien que sa morphologie, non précisément identique et sa région de découverte très éloignée des Pyrénées, empêchent une assimilation formelle à cette espèce. Comme elle, notre spécimen présente un contour pentagonal, une coquille plus longue que large, une coquille ventribiconvexe et une commissure légèrement uniplissée. Ces caractères sont absents des espèces ouest européennes rattachées au genre *Kafirnigania* (BERROCAL-CASERO, 2020). Par exemple, *K. massiliensis* BERROCAL-CASERO, 2020 et *K. jorali* BERROCAL-CASERO, 2020 présentent un contour circulaire à subcirculaire, une coquille équilibrée et une commissure droite. De plus, ces deux espèces européennes sont plus récentes, respectivement Coniacien inférieur et Coniacien moyen.

Parmi les espèces ouzbèkes de KATZ (1962), *K. elongata*

est une forme plus allongée, ventribiconvexe à commissure droite, *K. sulcata* et *K. babatangensis* présentent un contour plus large, subcirculaire, avec une commissure antérieure plus fortement plissée.

Extension verticale et répartition géographique :

Turonien supérieur des Hautes Corbières. L'espèce nominale provient du Turonien supérieur de la République d'Ouzbékistan, Province de Surkhan-Darya, dépression du Tadjikistan Montagnes de Babatag (KATZ 1962).

Matériel étudié :

1 ex. MNHT.PAL.2026.2.67 figuré Pl. 5, Fig. 1, de la Formation des Calcaires et des grès de la Serre de Lacal (flanc méridional de l'Anticlinal de la Fontaine Salée), entre l'antenne et le point 610, au sommet du ravin du ruisseau des Caoussanels, Les Bringots à Bugarach, Turonien supérieur.

Super famille Laqueoidea Thomson, 1927

Famille Terebrataliidae RICHARDSON, 1975

Sous-famille Gemmarculinae ELLIOTT, 1947

Genre Gemmarcula ELLIOTT, 1947

Espèce-type : Gemmarcula aurea ELLIOTT, 1947

Gemmarcula bilottei nov. sp.

Pl. 5, Fig. 5, 6

1879. *Terebratella carantonensis* D'ORBIGNY. TOUCAS, p. 44.

1887. *Terebratella carantonensis* D'ORBIGNY. ROUSSEL, p. 626.

1893. *Terebratella menardi* LAMARCK. DE GROSSOUVRE, p. 282, 291.

Planche 5

Fig. 1. *Kafirnigania cf. pentangulata* KATZ, 1962. Turonien supérieur. Formation des Calcaires et des grès de la Serre de Lacal, les Bringots, sommet du ravin du ruisseau des Caoussanels, à Bugarach (Anticlinal de la Fontaine Salée). Fig. 1a-c, × 2 ; Fig. 1d : détail x10 du test faiblement et finement microponctué (MHNT.PAL.2026.2.67).
Barre d'échelle 10 mm.

Fig. 2-4. *Kingena cf. lima* (DEFrance, 1828). Turonien supérieur. Formation des Calcaires et des grès de la Serre de Lacal, les Bringots, sommet du ravin du ruisseau des Caoussanels, à Bugarach (Anticlinal de la Fontaine Salée).

Fig. 2a-c. Individu oblong, MHNT.PAL.2026.2.64. a : vue dorsale × 2 ; b : vue dorsale × 4 ; c : détail du test ponctué.

Fig. 3a-d. Individu subcirculaire, MHNT.PAL.2026.2.65. a : vue dorsale × 2 ; b : vue dorsale × 4 ; c, d : détails montrant le test ponctué.

Fig. 4. Détail du test d'un individu subcirculaire, vue dorsale (MHNT.PAL.2026.2.66).

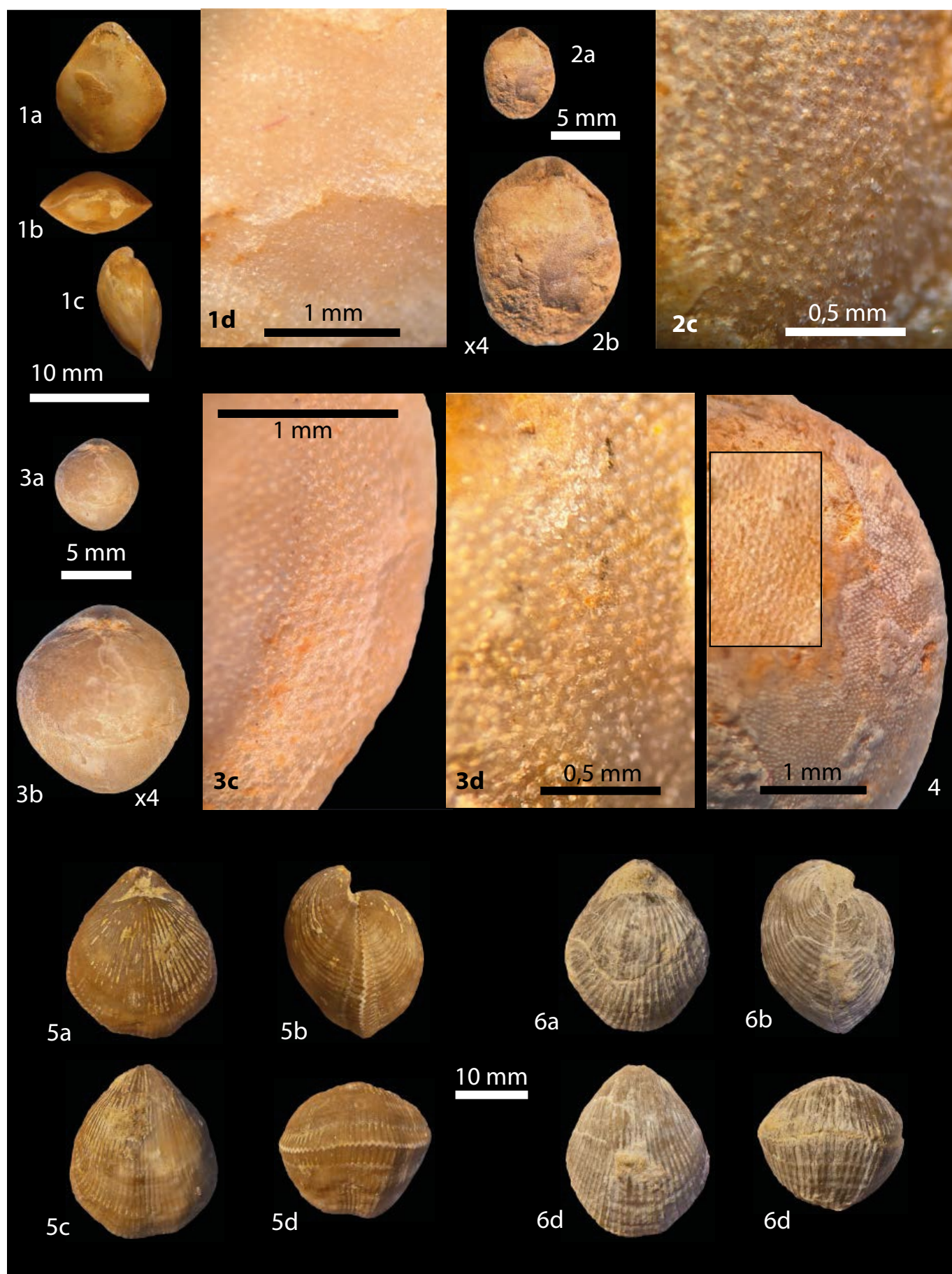
Barre d'échelle : 5 mm.

Fig. 5-6. *Gemmarcula bilottei* nov. sp. Cénomaniens supérieur. Vue dorsale (a), vue latérale (b), vue ventrale (c), vue antérieure (d).

Fig. 5. Holotype, MHNT.PAL.2026.2.68. Partie sommitale des Calcaires des Escudiés, Vallon des Trounels, piste forestière de la Corbelhe, à Cubières-sur-Cinoble (Synclinal de Soulagé). Noter la légère plication de la commissure en rapport avec la présence d'une amorce de sillon ventral.

Fig. 6. Paratype, MHNT.PAL.2026.2.69. Formation des Marnes de la Fontaine Salée, point 884, au sud-est de la Fontaine salée à Sougraigne (Anticlinal de la Fontaine Salée).

Barre d'échelle : 1 cm.



1939. *Terebratella menardi* LAMARCK. BASSE, p. 36.
1985. *Terebratella carantonensis* D'ORBIGNY. BILOTTE, p. 94-95.

Holotype :

Spécimen MNHT.PAL.2026.2.68, figuré Pl. 5, Fig. 5a-d, conservé dans les collections du muséum d'Histoire naturelle de Toulouse.

Matériel et localité :

- L'**holotype** MNHT.PAL.2026.2.68 provient des Calcaires marneux situés au sommet de la Formation du Calcaire des Escudiés, Vallon des Trounels, piste forestière de la Corbelhe, à Cubières-sur-Cinoble (Synclinal de Soulatgé).
- Le **paratype** MNHT.PAL.2026.2.69, Pl. 5, Fig. 6a-d) est récolté dans la Formation des Marnes de la Fontaine Salée, point 884, au sud-est de la Fontaine salée, à Sougraigne (Anticlinal de la Fontaine Salée).
- Un exemplaire MNHT.PAL.2010.0.682 de la collection Leymerie (MHNT) étiqueté : « *Terebratella menardi* LAMARCK, Sougraigne », provenant vraisemblablement de la Fontaine Salée.

Âge :

Crétacé supérieur, Cénomanien supérieur, établi à la Fontaine Salée (BILOTTE 1985).

Origine du nom :

Espèce dédiée au professeur Michel Bilotte auquel le Crétacé supérieur des Hautes-Corbières et des Pyrénées doit tant.

Dimensions : Tabl. 4

Diagnose :

Contour subcirculaire ; valves très convexes ; commissures quasi rectimarginées ; costulation fine faite de 42 côtes rectilignes bifurquées en région antérieure ; gros crochet recourbé ; foramen de petite taille.

Morphologie :

Nous ne disposons que de trois spécimens, dont le plus volumineux mesure 24,8 mm de longueur, présentant une coquille au contour subcirculaire, un peu plus longue que large, dont la largeur maximale se situe vers le milieu de la longueur. La coquille présente un habitus globoïde, avec des valves fortement et régulièrement convexes. Les commissures frontale et latérales sont quasi rectimarginées

à légèrement ondulées. L'holotype (Pl. 5, Fig. 5), le plus mature, montre toutefois une très légère antiplication de la commissure frontale en face d'une large, mais très peu profonde, dépression ventrale provenant de la région umbonale. La costulation est fine et dense, faite de 42 côtes rectilignes, de section aiguë, légèrement noduleuses dont une dizaine apparaît par bifurcation sur la moitié antérieure des valves. Gros crochet recourbé et non crêté, pourvu d'un foramen circulaire d'assez grande dimension. Deltidium peu exposé entre foramen et ligne cardinale curviligne.

Comparaison :

G. carantonensis (D'ORBIGNY, 1847) présente le même style ornemental que *G. bilottei*, et c'est sous ce nom que la plupart des auteurs l'ont signalé dans le Cénomanien des Corbières. Mais *G. carantonensis* s'en distingue par sa compression et ses valves moins convexes, en particulier dorsale ($E/L = 0,51$ à $0,6$), son contour subpentagonal avec plus grande largeur dans le tiers postérieur, son sinus ventral plus marqué et plus profond et sa commissure uniplissée, jamais rectiradiée. Sa costulation est aussi moins plus forte (36 à 40 côtes) et sa ligne cardinale plus tendue. De plus, cette espèce est plus ancienne (Cénomanien inférieur) (OWEN 1977). *G. menardi* (LAMARCK, 1819) appartient aussi à ce groupe, mais s'en différencie par sa costulation plus grossière, sa coquille plus large que haute et sa ligne cardinale rectiligne et un âge Cénomanien moyen. *Gemmarcula mengaudi* CALZADA & PEYBERNÈS, 1978, est également très proche de *G. bilottei* avec ses commissures rectilignes, mais elle est moins convexe ($E/L = 0,55$) et sa costulation plus forte (moyenne de 30 côtes). Son âge Vraconien supérieur à base du Cénomanien inférieur est aussi plus ancien.

Dareta pectita (J. SOWERBY, 1816) présente le même habitus globoïde, la même finesse de costulation et, chez certains individus, le même sillon ventral. La taille moyenne de cette espèce est toutefois plus petite, son contour subcirculaire avec une plus grande largeur dans le tiers postérieur et sa ligne cardinale rectiligne. Le bec est moins prononcé et le foramen plus gros. De plus, son âge albien supérieur à cénomanien basal est plus ancien. L'étude des structures internes pourrait toutefois seule permettre de définitivement différencier les deux espèces.

***Ruegenella* OWEN, 1977**

Espèce-type : *Terebratula humboldti* HAGENOW, 1842

***Ruegenella* ? *vizcainoi* nov. sp.**

Pl. 6, Fig. 1-13

N°MNHT.PAL	Pl. 5	L	l	E	l/L	E/L	Nvd
Holotype 2026.2.68	Fig. 5	24,8	21,3	19,6	0,86	0,79	42
Paratype 2026.2.69	Fig. 6	24	20,5	18,3	0,85	0,76	
Moyenne		24,4	20,9	18,9	0,855	0,77	42

Tableau 4 : Dimensions de *Gemmarcula bilottei* nov. sp.

Holotype :

Spécimen MNHT.PAL.2026.2.70, figuré Pl. 6, Fig. 1, conservé dans les collections du muséum d'Histoire naturelle de Toulouse.

Matériel et localité :

L'**holotype** (MNHT.PAL.2026.2.70) fait partie d'une population de 25 spécimens **syntypes**, MNHT.PAL.2026.2.71 dont 12 ex. figurés Pl. 6, Fig. 2-13, recueillis en lavage dans la partie basale des Marnes à Micraster (Formation des Marnes de Bugarach), chemin de Cugurou, à Bugarach (Anticlinal du Bézu) (voir plus haut).

Âge :

Coniacien supérieur daté par l'ammonite *Otoscapites* sp. et des foraminifères planctoniques de la zone à *Concavata* (avec *Preglobotruncana sigali* REICHEL).

Origine du nom :

En remerciements à Daniel Vizcaïno, géologue carcassonnais, d'avoir découvert cette faune si originale et de nous l'avoir confiée pour étude.

Diagnose :

Brachiopode de très petite taille, ne dépassant pas 2,1 mm de longueur. Valve ventrale très convexe et valve dorsale plane à légèrement bombée, sillon ventral profond partant de la partie extrême de l'umbo, costulation dichotomique.

Description :

Presque aucun des exemplaires prélevés ne dépasse 2 mm de longueur. Le contour de la coquille est arrondi avec une plus grande largeur dans le tiers antérieur. La face antérieure est incisée par le profond sillon ventral qui donne à la coquille un contour cordiforme. La valve ventrale est fortement convexe. Elle est, sur toute sa longueur, parcourue par un sillon profond qui part de la partie extrême de l'umbo. La costulation est forte, faite d'une dizaine de côtes rayonnantes d'égale force, qui se divisent en deux dans le tiers antérieur de la coquille, le bord palléal étant ainsi orné d'une vingtaine de côtes. Les deux côtes qui, de part et d'autre, surplombent le sillon ventral, participent à l'impression de profondeur de celui-ci. Rarement, il est parcouru d'une ou deux côtes de moindre force. La valve dorsale est plane à légèrement convexe. On retrouve une même costulation forte, faite de 8 à 10 côtes rayonnantes partant d'une plage prè-umbonéale plane et lisse, qui se dichotomisent aussi dans le tiers antérieur de la valve. La commissure est indentée par chacune des côtes. Au sillon ventral, fait face un fort épaississement longitudinal médian de la moitié antérieure de la valve dorsale. Absence d'ornementation transverse lamellaire. La ligne cardinale est rectiligne, la plaque cardinale bien exposée, triangulaire à base large, de type mesothyride. Le crochet n'est pas recourbé et le foramen est d'assez grande taille.

Comparaisons :

OWEN (1977) a rappelé que les caractères morphologiques de *Ruegenella* et ceux de *Gemmarcula* étaient très proches et c'est avec doute que nous attribuons nos spécimens au premier genre, en raison surtout de leur petite taille, plutôt qu'au second, en l'absence de donnée structurale interne. Au plan morphologique, nous ne pouvons comparer nos spécimens qu'à des espèces du Crétacé terminal, comme *R. humboldi* (HAGENOW, 1842) ou *R. ciplyensis* OWEN, 1977, dont l'umbo est plus proéminent, voire fortement courbé, et l'ornementation transverse plus marquée.

À noter que certains Cancellothyrididae sont très homéomorphes de nos spécimens, par exemple les genres *Gyrosoria* COOPER, 1973 ou *Cricosia* COOPER, 1973 (*Cricosinae* COOPER, 1973), que l'on peut éliminer en raison de l'absence de processus crural sur la valve ventrale (Pl. 6, Fig.13).

Remarque :

La taille particulièrement petite de cette population de brachiopodes relève très vraisemblablement d'un phénomène de miniaturisation induit par des conditions paléocéologiques particulièrement défavorables, comme le contexte paléogéographique de bordure de la plate-forme du Mouthoumet le suggère (BILOTTE 2005, 2007), dans une zone de talus substrat meuble et instable, avec une profondeur et une turbidité peu favorables aux brachiopodes.

Sous-phylum Craniiformea POPOV *et al.*, 1993

Classe Craniata WILLIAMS *et al.*, 1996

Ordre Craniida WAAGEN, 1885

Sous-ordre Craniidina WAAGEN, 1885

Superfamille Cranioidea MENKE, 1828

Famille Craniidae MENKE, 1828

Genre *Ancistrocrania* DALL, 1877

Espèce-type : *Crania parisiensis* DEFRANCE, 1819

Ancistrocrania sp.

Fig. 4

Morphologie :

Nous attribuons ce spécimen au genre *Ancistrocrania* car sa valve ventrale plane adhère sur toute sa surface au madréporaire sur lequel il est collé. Cette attribution ne peut être confirmée car la valve dorsale, restée en place, empêche l'examen des fossettes situées sur la face interne des valves. Cette coquille au contour subcirculaire offre la particularité de posséder une valve dorsale concave et un apex marginal d'où rayonnent 36 côtes fines qui se doublent irrégulièrement d'intercalaires à partir de la moitié externe de la coquille. Il n'y a pas d'ornementation concentrique. Le rebord est élevé sur tout le pourtour de la coquille.

Âge :

L'exemplaire décrit provient de la collection Philadelphie

Thomas (1826-1911) du muséum de Gaillac (MHNG.2011-0-3339) où il porte l'étiquette originale « *Crania*, *Campanien*, *Montagne des Cornes près Rennes les Bains* ». Ce spécimen unique provient très vraisemblablement de l'un des bancs de calcaire récifal bioconstruit à madréporaires et rudistes de la Montagne des Cornes (Rennes-les-Bains). Il s'agit possiblement de l'un des niveaux supérieurs, en témoigne l'âge campanien donné par Ph. Thomas, alors justifié par les attributions de TOUCAS (1903) à cet étage. Les trois niveaux de la Montagne des Cornes sont maintenant en totalité placés dans le Santonien supérieur (BILOTTE 1970, 1985).

Bien que l'attribution générique de ce spécimen ne soit pas formellement établie, et qu'aucun rapprochement n'ait été possible avec une espèce connue, l'originalité de cette coquille est telle qu'elle méritait une figuration, d'autant qu'il s'agit, à ce jour, du seul brachiopode signalé dans les calcaires à rudistes et coelentérés des Corbières méridionales.

7. Remarques paléogéographiques

Au Cénomanién supérieur, les associations de brachiopodes des Hautes Corbières à *Phaseolina phaseolina*, *Orbirhynchia mantelliana* et *O. boussensis*, s'intègrent parfaitement dans le domaine paléobiogéographique qui s'étend sur l'Europe occidentale, de la plate-forme nord Castillane, à l'ouest de la France et à la Provence, ainsi qu'à la Normandie et à la Grande-Bretagne (OWEN 1988, GASPARD 2014, HOYEZ *et al.* 2020). À l'exception toutefois de *Gemmarcula bilottei* nov. sp., espèce non décrite à ce jour, dont la répartition semble limitée aux seules Hautes Corbières. Il faut toutefois souligner que sa proximité morphologique avec, la plus largement répandue, *G. carantonensis*, du même âge, n'exclut pas que *G. bilottei* n'en soit qu'une variété locale, pourquoi pas endémique au sud de la France.

Avec *Orbirhynchia cuvieri*, nous retrouvons dans le Turonien inférieur le même type de répartition, diffuse à la totalité de l'Europe occidentale.

Il n'en est pas de même pour l'intervalle Turonien supérieur – Santonien supérieur dont la plupart des espèces semblent uniquement présentes dans les Corbières, évoquant l'existence d'un certain degré d'endémisme à la région orientale des Pyrénées. Par exemple, *Contortithyris thermae* est un genre et une espèce dont les riches populations n'ont à ce jour été décrites que dans le sud de la France (Aude). Les genres *Kafirnigania* et *Kingena* n'ont pu être formellement attribués à des espèces connues en Europe occidentale. Il en est de même de plusieurs Terebratulida rapportés au genre *Nucleatina* : *N. toucasiana*, espèce décrite en Provence où son âge turonien est plus ancien que dans les Corbières (Coniacien moyen à Santonien supérieur) ; *N. rhedaensis* nov. sp qui ne trouve aucune morphologie équivalente en Europe, justifiant la création d'une espèce nouvelle. *Cyclothyris*



Figure 4. *Ancistrocrania* sp. Collection Philadelphie Thomas, musée de Gaillac. Santonien supérieur, zone à Paraplanum, sous-zone à Polyopsis (partie supérieure). Calcaires à rudistes de la Montagne des Cornes, à Rennes-les-Bains (Synclinal de Rennes-les-Bains).

corbarica nov. sp., espèce que nous décrivons dans le Coniacien supérieur et le Santonien supérieur des Corbières, est également une forme originale, vraisemblablement dérivée de *C. petrocoriensis* (COQUAND, 1860) ou de *C. securai* BERROCAL-CASERO, 2020 du Coniacien inférieur charentais et espagnol. L'endémisme relatif des Corbières se manifeste aussi à cette période par l'absence de taxons, pourtant nombreux en Aquitaine occidentale, par exemple *Cyclothyris vespertilio* (BROCCHI). De plus, aucune des espèces de *Kafirnigania*, *Nucleatina* et *Cyclothyris* nouvellement décrites en Espagne (Coniacien à Maestrichtien de Castille et des Pyrénées méridionales) (BERROCAL-CASERO 2020, BERROCAL-CASERO *et al.* 2020a, b) n'est formellement représentée dans les Corbières.

8. Remarques stratigraphique et paléoécologique

La répartition très discontinue des brachiopodes sur la plate-forme du Mouthoumet et sa bordure sud, suggère que leur implantation obéisse d'abord à un déterminisme paléoécologique. Les brachiopodes sont toujours rares ou absents dans les faciès bassinaux à sédimentation franchement terrigène, environnements qui ne convenaient guère à l'installation de ces organismes. Ils sont également rares ou absents dans les faciès de calcaires de plate-forme peu profonde, comme par exemple, dans le Calcaire des Escudiés ou le Calcaire de Montferrand dans lequel il n'existe que de rares exemplaires de *Contortithyris*. Ils sont plus nombreux dans les faciès de transition entre ces derniers types de faciès qui résultent d'environnements dans lesquels ils semblent, à la fois, bénéficier d'apports trophiques favorables en contexte transgressif, d'un faible

taux de sédimentation, voire de condensation, d'une faible profondeur d'eau et d'un substrat ferme, autant de conditions favorables à leur implantation. C'est par exemple le cas des Marnes de la Fontaine Salée qui succèdent au Calcaire des Escudiés, dont la richesse en brachiopodes (*Phaseolina* en particulier) est remarquable. Dans un même contexte de condensation en période de transgression, *Orbirhynchia cuvieri* va proliférer à l'articulation entre le Calcaire des Escudiés et les Marnes inférieures de Saint-Louis. De mêmes conditions sont réunies dans les Marno-calcaires

à *Gauthiericeras*, situés à la transition entre le Calcaire de Montferrand et les Marnes à *Micraaster*, qui sont favorables à la prolifération des *Contortithyris*.

Un même déterminisme paléocéologique est à l'origine de la présence de brachiopodes, bien que peu nombreux, dans les faciès de transition entre les Marnes gréseuses de la Montagne des Cornes et les Marnes bleues de Sougraigne, zone qui, en particulier dans les Calcaires à *Lima*, concentre par ailleurs la plus riche macrofaune du Santonien des Corbières.

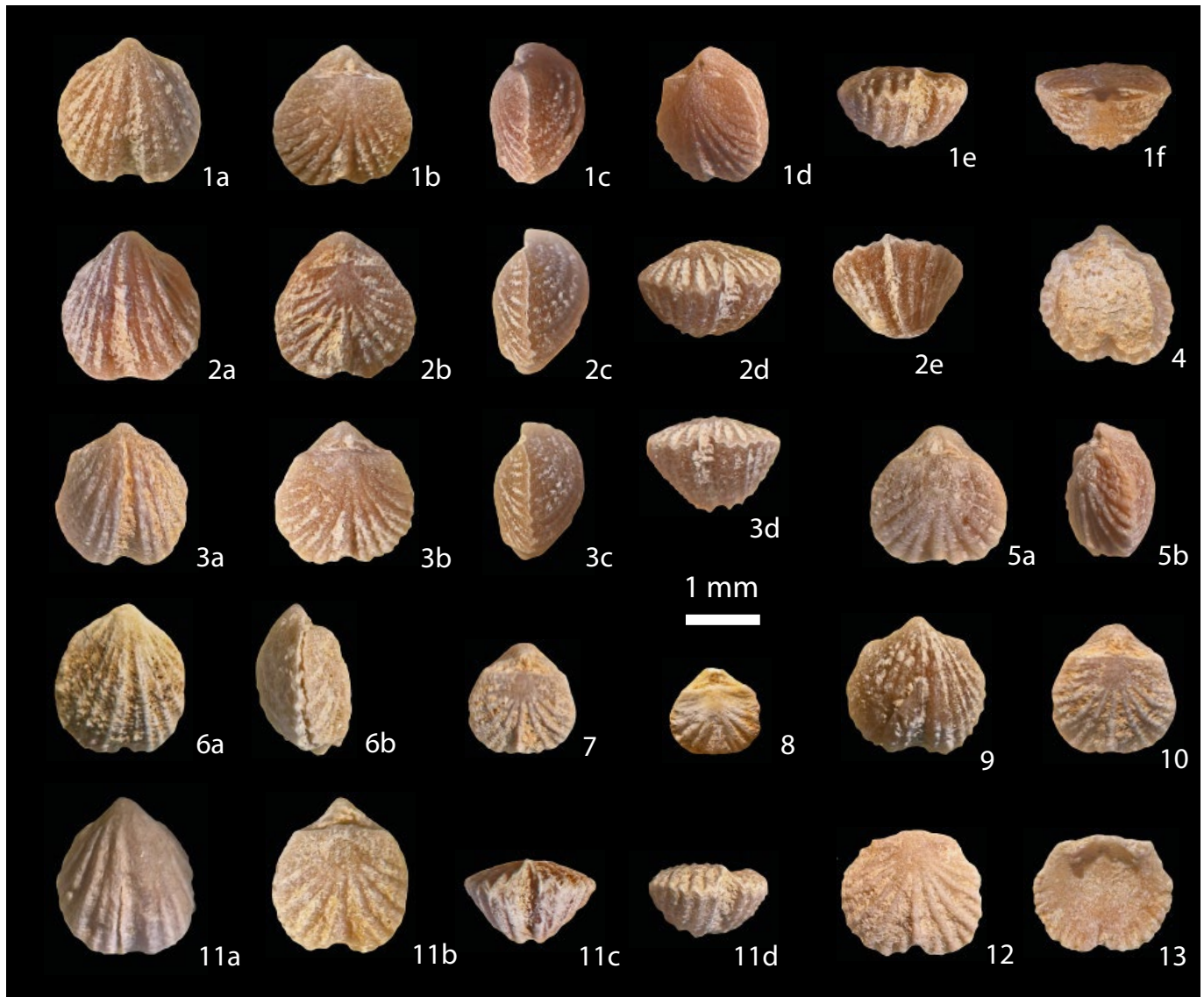


Planche 6

Fig. 1-13. *Ruegenella ? vizcaïnoi* nov. sp. Coniacien supérieur. Partie basale des Marnes à *Micraaster* (Formation des Marnes de Bugarach), chemin de Cugurou, à Bugarach (Anticlinal du Bézu).

Fig. 1. Holotype, MHNT.PAL.2026.2.70. Vue ventrale (a), vue dorsale (b), vue latérale (c) vues antérieures (d, e), vue postérieure (f).

Fig. 2-13. Syntypes, MHNT.PAL.2026.2.71. Même légende, sauf : Fig. 4 : face interne de la valve ventrale ; Fig. 5 : vue dorsale (a), vue latérale (b) ; Fig. 6 : vue ventrale (a), vue latérale (b) ; Fig. 7 et 8 : vue dorsale ; Fig. 9 : vue ventrale ; Fig. 10 : vue ventrale ; Fig. 11 : vue ventrale (a), vue dorsale (b), vue antérieure (c, d) ; Fig. 12 : vue dorsale ; Fig. 13 : face interne de la valve dorsale.

Barre d'échelle : 1 mm.

Des phénomènes de miniaturisation sont aussi observés dans des environnements aussi divers que des calcaires bioconstruits de plate-forme ou des sédiments terrigènes, exprimant chaque fois des conditions très défavorables aux brachiopodes. Dans les formations carbonatées, c'est le cas des associations à *Orbirhynchia* et *Phaseolina* des calcaires à Madréporaires du Cénomanién supérieur, ou encore des populations à *Kafirnigania* et *Kingena* des calcaires à rudistes de la Fm. de la Serre de Lacal du Turonien supérieur dont les brachiopodes, par ailleurs rares, sont des individus micromorphes révélant des conditions de concurrence avec la faune locale, un hydrodynamisme, ou des conditions de profondeur défavorables à leur bonne croissance. Dans des sédiments terrigènes, on peut signaler l'exemple des populations à *Ruegenella* ? naines des Marnes à Micraster du flanc nord de l'Anticlinal du Bézu dont la position paléogéographique reconstituée (BILOTTE 2007) est celle d'une zone de talus, à l'articulation entre la plate-forme du Mouthoumet et le bassin de Saint-Louis, la profondeur, la turbidité et l'instabilité du fond marin étant des conditions particulièrement défavorables à leur développement.

9. Conclusions

Les principaux brachiopodes identifiés dans les Corbières (Hautes Corbières et Corbières Orientales) sont ici replacés dans le cadre lithostratigraphique proposé pour le Crétacé supérieur par BILOTTE (1985, 1993) (Fig. 2). Leur répartition biostratigraphique, maintenant bien contrainte par les faunes d'ammonites (KENNEDY *et al.* 1995, 2015), est ici exposée (Fig. 3). La répartition des brachiopodes permet d'intéressantes corrélations à l'échelle des Corbières, mais ne permet pas de proposer une échelle biostratigraphique basée sur la succession de ces seuls organismes qui sont le plus souvent liés à des faciès bien spécifiques et dont certaines espèces, voire genres, sont manifestement endémiques au sud de la France.

L'étude paléontologique est essentiellement basée sur l'étude des caractères externes des coquilles. Elle a permis la description de 14 taxons distincts, appartenant à 10 genres dont les genres *Nucleatina*, *Kafirnigania*, *Kingena* et *Ruegenella* sont pour la première fois signalés dans les Corbières. Il a été possible d'isoler quatre espèces nouvelles : *Gemmarcula bilottei* dans le Cénomanién supérieur ; *Ruegenella* ? *vizcaïnoi* dans le Coniacien supérieur, *Cyclothyris corbarica* dans le Coniacien supérieur à Santonien supérieur et *Nucleatina rhedaensis* dans le Santonien supérieur.

Cette étude montre que les associations de brachiopodes du Cénomanién supérieur expriment bien, avec *Phaseolina phaseolina*, *Orbirhynchia* gr. *mantelliana* et *O. bousensis*, un cortège de brachiopodes bien connu dans le Cénomanién supérieur ouest européen (OWEN 1988, GASPARD 2014). Nous y ajoutons *Gemmarcula bilottei*, espèce nouvelle dont nous avons constaté la proximité morphologique avec l'espèce *G. carantonensis* du Cénomanién supérieur. Au

Turonien inférieur, les riches populations d'*Orbirhynchia cuvieri* sont parfaitement corrélées avec les faunes homologues du Turonien inférieur de Normandie et de Grande-Bretagne.

Pour ce qui est de l'intervalle Turonien supérieur – Santonien, cette étude permet de combler un peu du déficit de connaissance des brachiopodes. La plupart des taxons étudiés sont peu connus dans le Crétacé européen, et les comparaisons souvent difficiles. Au sein des genres *Kafirnigania*, *Kingena*, *Ruegenella*, *Nucleatina* et *Cyclothyris*, les rapprochements avec des espèces connues en Europe occidentale sont souvent impossibles. D'autres taxons sont totalement inconnus dans d'autres régions que les Corbières, par exemple le genre et espèce *Contortithyris thermae*. Nous avons également constaté l'absence dans les Corbières de la plupart des espèces pourtant fréquentes dans le Sénonien d'Aquitaine occidentale (e.g. *C. petrocoriensis* et *C. vespertilio*) et du nord de l'Espagne (*C. segurai*, genre *Kafirnigania*...). Ces faits suggèrent un fort degré d'endémisme chez les brachiopodes de la partie orientale des Pyrénées au Sénonien.

Au niveau générique, les faunes de brachiopodes du Sénonien de la partie orientale des Pyrénées relèvent toutefois du même vaste ensemble paléobiogéographique sud-ouest européen qui associe l'Aquitaine occidentale et le nord de l'Espagne (= sous-province de Biscaye de BERROCA-CASERO 2020), et intègre la Provence. Elles se démarquent des faunes de l'Europe nord-orientale, plutôt dominée par les genres *Carneithyris*, chez les Terebratulida, et les genres *Cretirhynchia* chez les Rhynchonellida. Pour ce qui est des relations avec les régions sud-orientale de l'Europe, elles restent non résolues d'autant plus que l'attribution des espèces européennes aux genres équivalents, décrits dans le Crétacé supérieur du Tadjikistan et de l'Ouzbékistan (KATZ 1962) reste à prouver.

REMERCIEMENTS

Nos pensées sont tournées vers la mémoire de Yves Alméras qui nous a inspiré cette étude et a participé au début de sa conception. Nous remercions sincèrement Daniel Vizcaïno et Michel Ricard de nous avoir confié pour étude plusieurs spécimens appartenant de leur collection, Yves Laurent du muséum de Toulouse et Thibaud Lecrique, du muséum de Gaillac, de nous avoir permis l'examen et la photographie de plusieurs spécimens appartenant à des collections anciennes. Un grand merci à Michel Bilotte pour sa relecture attentive et ses remarques qui ont permis d'améliorer ce manuscrit. Un immense merci d'avoir permis sa publication dans les pages du bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse.

RÉFÉRENCES

- ALLOITEAU, J. 1939 – Polypiers récoltés par M. P. Sènesse dans le Santonien de la Jouane, commune de Sougraigne, Aude. *Bulletin de la Société géologique de France*, (5) 9 : 3-21.
- ALLOITEAU, J. 1957 – Contribution à la systématique des Madréporaires fossiles. *Centre National de la Recherche Scientifique*, Paris. 462 pp.
- ALMÉRAS, Y. & Ph. FAURÉ. 2000 – Les brachiopodes liasiques des Pyrénées. Paléontologie, biostratigraphie, paléobiogéographie et paléoenvironnements. *Strata*, 2, 36. 394 pp.
- AMEDRO, F. & F. ROBASZYNSKI 1999 – Les craies cénomaniennes du Boulonnais. Comparaison avec l'Aube (France) et le Kent (Royaume-Uni). *Géologie de la France*, 2 : 33-53.
- ARCHIAC, A. D' 1847 – Rapport sur les fossiles du Tourtia. *Mémoire de la Société géologique de France*, 2, 2 : 291-351.
- ARCHIAC, A. D'. 1854 – Coupe géologique des environs de Bain de Rennes (Aude), suivie de la description de quelques fossiles de cette localité. *Bulletin de la Société Géologique de France*, (2), 11 : 185-230.
- ARCHIAC, A. D'. 1859 – Les Corbières. Études géologiques d'une partie des départements de l'Aude et des Pyrénées-Orientales. *Mémoire de la Société géologique de France*, 2^e série, VI, 2 : 27-446.
- ARNAUD, H. 1877 – Mémoire sur le terrain Crétacé du Sud-Ouest de la France. *Mémoire de la Société géologique de France*, (2), 10, 4. 110 pp.
- ASTRE, G. 1961 – Radiolitidés coniaciens et santoniens de Boutenac et de Fontfroide. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, 96, 3-4 : 199-222.
- BASSE, E. 1939 – Sur quelques mollusques crétacés des Corbières Méridionales. *Bulletin de la Société géologique de France*, 5, 9 : 35-58.
- BERROCAL-CASERO, M. 2020 – Coniacian (Upper Cretaceous) terebratulides (Brachiopoda) from Northern Spain. *Cretaceous Research*. 118, 104648.
- BERROCAL-CASERO, N., F. BARROSO-BARCENILLA & F. GARCÍA JORAL. 2020a – Coniacian (Upper Cretaceous) rhynchonellides from Northern Spain : Taxonomy and Palaeobiogeography. *Cretaceous Research*, 106, 104216.
- BERROCAL-CASERO N., F. GARCÍA JORAL & F. BARROSO-BARCENILLA. 2020b – The evolution of asymmetry in Upper Cretaceous *Cyclothyris* (Brachiopoda, Rhynchonellida). *Historical Biology*: 1489-1503.
- BERROCAL-CASERO, M., F. BARROSO-BARCENILLA, F. GARCÍA JORAL & M. SEGURA. 2017 – Functional meaning of asymmetrical commissures in Coniacian (Upper Cretaceous) rhynchonellide brachiopods from Northern Spain. *Cretaceous Research* 79: 77-90.
- BILOTTE, M. 1970 – *Le Crétacé supérieur du Synclinal de Rennes-des-Bains (Aude)*. Thèse de 3^e cycle, Université Paul Sabatier, Toulouse. 110 pp.
- BILOTTE, M. 1973 – Le Cénomaniens des Corbières méridionales (Pyrénées). *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, 109 : 7-21.
- BILOTTE, M. 1977 – Évolution paléorécifale sur la plate-forme de Mouthoumet pendant le Crétacé supérieur. *Bulletin de la Société géologique de France*, 7, XIX, 2 : 277-280.
- BILOTTE, M. 1981 – Le cycle sédimentaire du Crétacé supérieur dans les Corbières méridionales. *Annales de la Société d'Horticulture et d'Histoire naturelle de l'Hérault*. 121, 1 : 17-25
- BILOTTE, M. 1985 – Le Crétacé supérieur des plates-formes est-pyrénéennes. *Strata*, série 2, 5. 438 pp.
- BILOTTE, M. 1993 – Late cretaceous reefal platform development in the Northeastern Pyrénées, France. In Cretaceous Carbonate Platforms - SIMO T., SCOTT W.B. & MASSÉ J.P. eds, *AAPG Memoir* 56, 28 : 353-362.
- BILOTTE, M. 2007 – Permanence, au Crétacé supérieur, de la position de la limite de la plate-forme/bassin dans la zone sous-pyrénéenne orientale (Aude, France). Implications géodynamiques. *Géologie de la France*, 1 : 33-53.
- BILOTTE, M. & F. CALANDRA. 1981 – Biostratigraphie du Turonien dans le synclinal de Saint-Louis (Zone sous-pyrénéenne orientale). *Bulletin des Centres de Recherche Exploration-Production Elf-Aquitaine*, 5 : 43-52.
- BILOTTE, M. & M. COLLIGNON. 1981 – Biostratigraphie et Paléontologie des Ammonites du Sénomien inférieur de Rennes-les-Bains, Sougraigne (Aude), zone sous pyrénéenne orientale. *Documents du Laboratoire de Géologie de Lyon*, H.S. 6 : 175-223.
- BILOTTE, M., L. KOESS & J. LE LOEUF. 1999 – – 96 Ma à – 86 Ma autour de la vallée de l'Aude. *Strata* 2, 33. 116 pp.
- BILOTTE, M., L. KOESS & E. DEBROAS. 2005 – Relations tectonique – sédimentation sur la marge nord-orientale du sillon sous-pyrénéen au cours du Santonien. *Bulletin de la Société géologique de France*, 176, 5 : 443-455.
- BINAZADEH. T. 2017 – First Record of Aptian-Cenomanian Brachiopods from the Vezk Section (South of Yasuj, Iran). *Journal of Sciences*, Islamic Republic of Iran, 28 (4): 337-347.
- BRETON, G. 1992 – Goniasteridae (Asteroidea, Echinodermata) jurassiques et crétacés de France : taphonomie, systématique, biostratigraphie, paléobiogéographie, évolution. *Bulletin trimestriel de la Société géologique de Normandie et Amis du Muséum du Havre*, fasc. hors-série, 78, 4. 590 pp.
- BUCH, L. VON. 1838 – Essai d'une classification et d'une description des Térébratules (Traduit de l'allemand par H.

- LE COCQ). *Mémoires de la Société géologique de France*, Paris, 1, 3, 6) : 105-238.
- CALZADA, S. 1995 – Una nuova especie del género *Nucleatina* (Brachiopoda, Cretacico). *Battalleria*, 5 : 45-50.
- CALZADA, S. & B. PEYBERNÈS, 1978 – *Gemmarcula mengaudi* n. sp. del Cenomaniense de Santander (Brachiopoda). *Bolletín della Reale Societat Espanola de Historia natural (Geologia)*, Madrid, 76 : 43-47.
- CAREZ, L. 1892 – Composition et structure des Corbières et de la région adjacente des Pyrénées. In Réunion extraordinaire dans les Corbières et les parties adjacentes des Pyrénées. *Bulletin de la Société géologique de France*, 3, XX : 471-506.
- CHAIX X. & J. PLICOT. 2018-2025 – 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 ; Huitième étude, 2023, 10 : 67-76 ; Neuvième étude, 2024, 11 : 81-91 ; Dixième étude, 2026, 13, à paraître.
- CLERC, M. & J. FAVRE. 1917 – Catalogue illustré de la collection Lamarck. 3^e section, b) Brachiopodes. *Bulletin du Museum d'Histoire naturelle de Genève*, Livraison 1 : 22 pl.
- COMBES, A. 1960 – *Étude géologique des Collines de Boutenac*. DES de l'Université de Paris. 64 pp.
- COOPER, G.A. 1973 – Fossil and Recent Cancellothyridacea (Brachiopoda). *Tohoku University Science Report*, 2^d Ser. (Geol.), Special Vol. 6 (Hatai Memorial Volume) : 371-390.
- COOPER, G.A. 1983 – The Terebratulacea (Brachiopoda), Triassic to Recent: a study of the brachidia (loops). *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, Washington, 50. 445 pp.
- COQUAND, H. 1859 – Synopsis des animaux et des végétaux fossiles observés dans la formation crétacée du sud-ouest de la France. *Bulletin de la Société géologique de France*, 16 (2) : 945-1023.
- COQUAND, H. 1860 – *Description physique, géologique, paléontologique et minéralogique de la Charente*. Éd. Barlatier-Feissat et Demonchy. Marseille. 420 pp.
- COQUAND, H. 1862 – Géologie et Paléontologie de la région Sud de la Province de Constantine. *Mémoires de la Société d'émulation de la Provence*, Marseille. 2. 305 pp.
- COSSMANN, M. 1896-97 – Observations sur quelques coquilles crétaciques recueillies en France. *Association française d'avancement des Sciences, Paris* (Congrès de Carthage) : 243-269.
- COSSMANN, M. 1902 – Observations sur quelques coquilles crétaciques recueillies en France (5^e article). *Association française d'avancement des Sciences, Paris*, 31^e session (Congrès de Montauban) : 539-557.
- COSSMANN, M. 1903 – Observations sur quelques coquilles crétaciques recueillies en France. (6^e article) *Association française d'avancement des Sciences, Paris*, 32^e session (Congrès d'Angers) : 626-632.
- DAVIDSON, T. 1850 – Notes on an Examination of Lamarck's species of fossil Terebratulæ. *The Annals and Magazine of Natural History*, London, 2^e sér., 5: 433-449.
- DAVIDSON, T. 1852-1854 – A monograph of British Cretaceous Brachiopods. *Palaeontographical Society*, London, 8: 55-117.
- DEFrance, M.J.L. 1828 – Dictionnaire des Sciences Naturelles. In Levrault F.G. éditeur. Dictionnaire des sciences Naturelles, 53, Strasbourg et Paris.
- DELPEY, G. 1938 – Gastéropodes recueillis par P. Sénès dans le Santonien supérieur des Corbières. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, 72 : 155-162.
- DELPEY, G. 1942 – 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.
- DONCIEUX, L. 1903 – Monographie géologique et paléontologique des Corbières orientales. *Annales de l'Université de Lyon*, nouvelle série, I, 11. 377 pp.
- DOUVILLÉ, H. 1890 – Étude sur les rudistes. Révision des principales espèces d'Hippurites. *Mémoire de la Société géologique de France*, 6, (3). 135 pp.
- DREYFUSS, M. & R. POMEYROL. 1942 – Observations géologiques sur la région au sud de l'anticlinal du Bézou. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, 77 : 20-24.
- DUMORTIER, E. 1859 – Lettre de M. E. Dumortier à M. d'Archiac. *Bulletin de la Société géologique de France*, 2, XVI : 863-871.
- ELLIOTT, G.F. 1947 – The development of a british aptian brachiopod. *Proceedings of the Geologist's Association London*, 58 (2): 144-159.
- ELLIOTT, G.F. 1948 – The Evolutionary significance of brachial development in Terebratelloid brachiopoda. *Annals of Mag. natural History*, London, (12) 1: 297-317.
- ETHERIDGE, R. 1913 – Palaeontological contributions to the geology of Western Australia. *Bulletin of the geological Survey of Western Australia*, Perth, 55: 1-34.
- GASPARD, D. 1983 – Distribution des brachiopodes du Coniacien au Maastrichtien en France et pays limitrophes. In : *Géologie Méditerranéenne*. 10, 3-4. Colloque sur les étages coniaciens à Maastrichtien. Marseille, 26-28 septembre 1983 : 229-238.
- GASPARD, D., 1988 – Sellithyridinae, Terebratulidae du Crétacé d'Europe occidentale. *Cahiers de Paléontologie, Éditions du C.N.R.S.*, Paris. 242 pp.
- GASPARD, D. 1991 – Les cas de non-symétrie chez les Rhynchonelles. Quelle(s) signification(s). *Geobios, MS*, 13 : 33-44.

- GASPARD, D. 1997a – Distribution and recognition of phases in Aptian-Turonian (Cretaceous) Brachiopod development in NW Europe. *Geologica Carpathica*, Bratislava, 48 (3): 145-161.
- GASPARD, D. 1997b – Specific designation(s) of asymmetrical Upper Cretaceous rhynchonellids formerly considered as “*Rhynchonella difformis*”. *Mineralia Slovaca*, 29 : 340.
- GASPARD, D. 2008 – Diversité observée chez des Rhynchonelles asymétriques (Brachiopodes) du Coniacien-Santonien des plates-formes carbonatées : Nord Castillane (N. Espagne), Mouthoumet et Provence (S.E. France). *Réunion thématique du GFC. Les climats du Crétacé, 1^{er} et 2^d Déc. 2008*, Paris : 109.
- GASPARD, D. 2010 – Biodiversité observée au sein des Rhynchonelles asymétriques (Brachiopodes) du Coniacien-Santonien des plates-formes carbonatées : Nord Castillane (N. Espagne), Mouthoumet et Provence (SE. France). *4^e Congrès Français de Stratigraphie, 30 Août/2 septembre 2010*. Université Pierre et Marie Curie, Paris 6 : 109-110.
- GASPARD, D. 2014 – Noteworthy brachiopods of the Cenomanian stratotype: A synthesis of the biochronological, palaeoenvironmental and palaeoecological implications. *Geobios*, 47: 347-370
- GASPARD, D. 2015 – Les Brachiopodes. In : MOREL N. (coord.), Stratotype du Cénomanien. Collection patrimoine géologique, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, *Biotope* : 179-198.
- GASPARD, D. 2018 – Les Brachiopodes. In : AMÉDRO, MATRION & ROBASZYNSKI (coord.), Stratotype du Turonien. Collection patrimoine géologique, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, *Biotope*, Fig. 177.
- GASPARD, D. & S. CHARBONNIER. 2020 – The debated question of asymmetrical rhynchonellids (Brachiopoda, Rhynchonellida) : exemples from the Late Cretaceous of Western Europe. *Bulletin de la Société géologique de France*, 191, 1. 20 pp.
- GEINITZ, H.B. 1872 – Das Elbthalgebirge im Sachsen. V. Brachiopoden und Pelecypoden. *Palaeontographica*, Stuttgart, 20 (5): 147-230.
- GÉLARD, J.-P. 1969 – Structure de la région située entre Quillan et le Pech de Bugarach. *Bulletin de la Société géologique de France*, 7, 11 : 345-353.
- GODET, H., B. CLAVEL & M. BILOTTE. 1988 – *Typocidaris ligeriensis* Cotteau (Echinoidea) : précisions paléontologiques et biostratigraphiques. *Bulletin de la Société d'Études Scientifiques de l'Aude*, 88 : 57-60.
- GROSSOUVRE, A. DE 1893 – Sur la géologie des environs de Bugarach et la craie des Corbières. *Bulletin de la Société géologique de France*, 3, XVII : 475-525.
- GROSSOUVRE, A. DE 1910 – Recherches sur la craie supérieure, (I) stratigraphie générale. *Mémoire explicatif de la Carte géologique de France*, Paris. 559 pp.
- HAGENOW, F. von (1842) – Monographic der Riigen'schen Kreide-Versteinerungen, III. Abtheilung: Mollusken. Neues Jahrbuch für Mineralogie. Geogn. Geologie. Petrefakt., Stuttgart : 528-575.
- HOYEZ, B., J. GIRARD & N. COTTARD. 2020 – Le Cénomanien du littoral normand entre la Valleeuse d'Antifer et le Cap de la Hève. *Carnets de Géologie*. 225 pp.
- JACOB, Ch. 1938 – Carte géologique de la France au 1/80000. Feuille de Quillan, 2^e édition. 254.
- JEANS, C.V. 2023 – A marker band folgen stratigraphy for the Cenomanian Chalk of England and its extension to northern Germany and France. *Acta Geologica Polonica*, 73, 2: 135-180.
- KAESLER, R.L. edit., 2002, 2006 – Treatise on Invertebrate Paleontology. Part H. Brachiopoda. Revised. Rhynchonelliformea, vol. 4: 921-1675 and vol. 5: 1689-2320. *The Geological Society of America and the University of Kansas Presss, Paleontological Institute*, Boulder and Lawrence.
- KATZ, Y.L. 1962 – New genera of Late Cretaceous brachiopods of the Tadzhik depression and adjacent regions *Zaniski Geologicheskogo Otdeleniya Karkovskogo Gosudarstennogo Universiteta*, Kharkov, 15 : 132-154.
- KATZ, Y.L. 1974 – Brachiopoda. In: BLANK, M. Ia., KRYMGOLTS, G. Ia., NAIDINE, D.P., SAVTCHINSKAÏA, O.V., Atlas de la faune du Crétacé supérieur du Bassin du Don. *Nedra édit.*, Moscou : 240-275.
- KENNEDY, W.J., M. BILOTTE & P. MELCHIOR. 1995 – Ammonites faunas, biostratigraphy and sequence stratigraphy of the Coniacien-Santonien of the Corbières (N.E. des Pyrénées). *Bulletin des Centres de Recherches et d'Exploitation-Production d'Elf- Aquitaine*, (19) 2 : 337- 499.
- KENNEDY, W.J., M. BILOTTE & P. MELCHIOR. 2015 – Turonian ammonite faunas from the Southern Corbières, Aude, France. *Acta Geologica Polonica*, 65, 4 : 437-494.
- KUHFUSS, A. 1981 – *Géologie et hydrogéologie des Corbières méridionales. Région de Bugarach – Rouffiac-des-Corbières*. Thèse de 3^e cycle, Université Paul Sabatier, Toulouse. 307 pp.
- LAMARCK, A. de 1819 – *Histoire naturelle des Animaux sans vertèbres*. 1^{ère} édition, Paris, 6 (1^{ère} partie), Brachiopodes : 240-257.
- LAMBERT, J., 1911 – Étude sur les échinides crétacés de Rennes-les-Bains et des Corbières. *Bulletin de la Société Scientifique de l'Aude*, 22 : 1-120.
- LAMBERT, J. & D. VALETTE. 1934 – Études sur quelques Échinodermes crétacés de Bugarach (Aude). *Bulletin de la Société géologique de France*, 5, IV : 43-60
- LEGRAND, N. 1967 – Contribution à l'étude géologique de la région comprise entre Narbonne et Bizanet (Corbières orientale). DEA Paris. 85 pp.
- LERICHE, M. 1936 – Les poissons du Crétacé et du Nummulitique de l'Aude. *Bulletin de la Société géologique de France*, 6 : 375-402.

- LEYMERIE, A. 1881 – *Description géologique et paléontologique des Pyrénées de la Haute-Garonne*. Privat, Toulouse. 1010 pp.
- MAC COY, F. 1844 – *A synopsis of the characters of the Carboniferous Limestone Fossils of Ireland*. Williams & Norgate eds., London. 207 pp.
- MARCINOWSKI, R. 1974 – The transgressive Cretaceous (Upper Albian through Turonian) deposits of the Polish Jura Chain. *Acta Geologica Polonica*, 24 (1): 117-217.
- MIDDLEMISS, F.A. 1968 – Brachiopodes du Crétacé inférieur des Corbières orientales (Aude). *Annales de Paléontologie*, Paris, Invertébrés, 54, 2 : 173-197.
- MIDDLEMISS, F.A. 1978 – The genus *Platythiris* (Brachiopoda) and its relationship with the Pygopidae. *Paläontologische Zeitschrift*, 52: 48-56.
- MONK, N & E. OWEN 2000 – Phylogeny of *Orbirhynchia* Pettitt, 1954 (Brachiopoda: Rhynchonellida). *Palaeontology*, 43, 5: 871-880.
- MOTCHUROVA-DEKOVA, N. 1996 – Late Cretaceous Rhynchonellid Assemblages of North Bulgaria, in Brachiopods Cooper & Jin eds. : 85-189.
- NEKVASILOVA, O. 1973 – *Cretirhynchia* and *Orbirhynchia* from the Upper Cretaceous of North-West Bohemia. *Sbornik geologicky Věd*, Paléontologie, Prague, 16: 35-67.
- NOGUES, A.F. 1861 – Lettre sur les couches de terrain des environs d'Amélie-les-Bains (Pyrénées-Orientales). *Bulletin de la Société géologique de France*, 2, XIX : 95-97.
- ORBIGNY, A. D' 1847-51 – *Terrains crétacés*. Paléontologie française, Paris 4 : 1-390, pls. 490-599.
- ORBIGNY, A. D' 1850 – *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle des animaux mollusques et rayonnés*. Paris. 427 pp.
- OWEN, E.F. 1970 – A revision of the brachiopod subfamily Kingeninae Elliott. *Bulletin of the British Museum (Natural History)*, Geology, 19 : 27-83.
- OWEN, E.F. 1977 – Evolutionary trends in some mesozoic Terebratulacea. *Bulletin of the British Museum (Natural History)*, Geology, 28, 3: 205-253.
- OWEN, E.F. 1988 – Cenomanian brachiopods from the Lower Chalk of Britain and Northern Europe. *Bulletin of the British Museum (Natural History)*, Geology, 44 (2): 65-175.
- PANOW, E. 1969 – Contribution to the knowledge of the Brachiopods from the Upper Cretaceous of the Krakow district. *Annales de la Société géologique de Pologne*, Cracovie, 39 (4) : 555-608.
- PÉRON, A. 1877a – Note sur la place des calcaires à échinides de Rennes-les-Bains (Aude) et sur la classification du terrain Turonien supérieur. *Bulletin de la Société géologique de France*, (3), 5 : 469-499.
- PÉRON, A. 1877b – Observation sur la faune des calcaires à échinides de Rennes-les-Bains et sur quelques fossiles du terrain crétacé supérieur. *Bulletin de la Société géologique de France*, (3), 5 : 499-534.
- PÉRON, A. 1885 – Les niveaux à rudistes dans la craie supérieure des environs de Narbonne. *Bulletin de la Société géologique de France*, 3, 13 : 258-271.
- PETTITT, N.E. 1950 – A Monograph of the Rhynchonellidae of the British Chalk. Part I. *Palaeontographical Society*, London, 103. VI + 26 pp.
- PETTITT, N.E. 1954 – A Monograph of the Rhynchonellidae of the British Chalk. Part II. *Palaeontographical Society*, London, 107, 466 : 27-52.
- PICOT DE LAPEYROUSE, P., 1781 – *Description de plusieurs nouvelles espèces d'Orthocératites et d'Ostracites*. Walter Wolfgang éd. 45 pp.
- POPIEL-BARCZYK, E. 1977 – A further study of Albian – Cenomanian Brachiopods from the environs of Annopol on the Vistula with some remarks on related species from the Cracow Region, Poland. *Prace Muzeum Ziemi*, Warszawa: 25-54.
- POSSELT, H.J. 1894 – Brachiopoderne den danske Kridtformation (Les Brachiopodes crétacés du Danemark). *Danmarks geologiske Undersogelse*, Copenhagen, 6. 59 pp.
- QUENSTEDT, F.A. 1868-1871 – *Petrefactenkunde Deutschlands*. Bd. 2. *Brachiopoden*. Fuess éd., Tübingen et Leipzig. 748 pp.
- RICHARDOT, P. 1972 – *Le Crétacé du synclinal de Soulatgé et des écaïlles sous-pyrénéennes méridionales (Pyrénées audoises)*. Thèse de 3^e cycle, Université Paul Sabatier, Toulouse. 116 pp.
- ROLLAND DU ROQUAND, O. 1841 – *Description des coquilles fossiles de la famille des rudistes qui se trouvent dans le terrain crétacé des Corbières (Aude)*. Imprimerie de L. Pomiès-Gardel, Carcassonne. 69 pp.
- 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.
- ROUSSEL, J. 1887 – Étude sur le Crétacé des Petites Pyrénées et des Corbières. *Bulletin de la Société géologique de France*, 3, XV : 601-639.
- ROUSSEL, J. 1893-94 – Étude stratigraphique des Pyrénées. *Bulletin des Services de la Carte géologique de France*, 35, V. 305 pp.
- SAHNI, M.R., 1925 – Morphology and zonal distribution of some Chalk Terebratulids. *The Annals Magazine and Natural History*, London, 9^e sér., 15 (n° 87): 353-385.
- SÉNESSE, P. 1937 – *Contribution à l'étude du Crétacé supérieur des Corbières méridionales*. Les Frères Douladoure impr., Toulouse. 182 pp.
- SENESSE, P. 1939 – in BASSE E. & P. SÉNESSE. Sur quelques Invertébrés crétacés des Corbières méridionales. II. Indications stratigraphiques concernant les gisements mentionnés ci-dessus. *Bulletin de la Société géologique de France*, Paris, (5), 9 : 23-33.

- SÉNESSE, P. 1951 – Hippuriridés et faciès récifaux des Corbières méridionales. *Causse, Graille & Castelnau impr.*, Montpellier. 76 pp.
- SÉNESSE, P. 1956 – Les trois faciès du Coniacien des Corbières méridionales. *Bulletin de la société linnéenne de Lyon*, 25, 6 : 161-168.
- SIMON, E. & E.F. OWEN. 2001 – A first step in the revision of the genus *Cretirhynchia* Pettitt, 1950 *Bulletin de l'Institut royal des sciences naturelles de Belgique des sciences de la terre*, 71 : 53-118.
- SOWERBY, J. 1812-22 – *The Mineral Conchology of Great Britain* 1: 1-234, pls 1-102 (1812-15); 2: 1-251, pls 103-203 (1815-18); 3: 1-184, pls 204- 306 (1818-21); 4 (part): 1-106, pls 307-377 (1821-22). London.
- SOWERBY, J. de C. 1822-46 – *The Mineral Conchology of Great Britain* 4 (part): 107-160, pls 378-406 (1822-23); 5: 1-116, pls 407-503 (1823-25); 6: 1-236, pls 504-609 (1826-29); 7: 180, pls 610-648 (1840-46). London.
- STRIJBOS, V. 1998 – Fossilen von Cap Blanc Nez VII. Brachiopoden. *Grondboor & Hamer*, 6 : 173-180.
- 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.
- TOUCAS, A. 1879 – Du terrain crétacé des Corbières et comparaison avec celui des autres bassins de la France et de l'Allemagne. *Bulletin de la Société géologique de France*, (3) 7 : 39-109.
- TOUCAS, A. 1880 – Notice sur le terrain crétacé des Corbières. *Association française pour l'avancement des Sciences*, Montpellier, 1879 : 574-584.
- TOUCAS, A. 1886 – Notes sur les terrains crétacés de la Valdaren aux environs du Beausset. *Bulletin de la Société géologique de France*, 3 : 519-523.
- TOUCAS, A. 1903 – Étude sur la classification et l'évolution des Hippurites. *Mémoire de la Société géologique de France*, 30, XI : 1-60.
- WILLIAMS, A. et al. 2006 – In KAESLER, R.L. edit., Treatise on Invertebrate Paleontology. Part H. Brachiopoda. Revised. Rhynchonelliformea, vol. 5: 1689-2320. *The Geological Society of America and the University of Kansas Presses, Paleontological Institute*, Boulder and Lawrence.

Conférence présentée le 22 janvier 2025

Extinctions de Grands Mammifères : l'accélération à l'Anthropocène

Par Stéphane Aulagnier

stephane.aulagnier@inrae.fr

Stéphane Aulagnier est Professeur à l'Université Paul-Sabatier de Toulouse. Il y enseigne la Biologie de la conservation, les Pratiques de la Gestion de la biodiversité et de la Communication.. Il est expert dans le domaine de la Protection des populations de Chiroptères d'Europe, mais aussi d'autres espèces telles le Vison d'Europe, le Desman des Pyrénées, les ongulés d'Afrique du Nord. Il est membre du Conseil scientifique du Parc Naturel des Pyrénées, du Conservatoire des Espaces Naturels de Midi-Pyrénées, de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse. Il est aussi éditeur associé des revues *Mammalia*, *Ecoscience* et éditeur de la revue *Arvicola*.

Quelle caractéristique commune partagent ces Mammifères : le Thylacine – un Marsupial, la Rythine de Steller – un Sirénien, le Lémur-paresseux de Grandidier – un Primate, l'Aurochs – un Artiodactyle et le Phoque des Caraïbes – un Carnivore Pinnipède ? Toutes ces espèces de grande taille ont disparu pendant la période historique, pour la plupart victime directe des activités humaines, chasse immodérée pour certains, concurrence avec des animaux introduits, dont le bétail domestique, pour d'autres. La masse corporelle moyenne des Mammifères éteints à l'Anthropocène est de 70 kg, preuve que ce sont en majorité des espèces de grande taille qui ont disparu.

Mais, cette statistique ne tient pas compte des disparitions de sous-espèces comme l'Hémione de Syrie ou du Quagga, deux équidés respectivement du Proche-Orient et d'Afrique du Sud, ni des extinctions

locales comme celles de l'Éléphant d'Afrique, du Lion, du Guépard et sans doute de la Panthère au nord du Sahara. D'autres espèces enfin ont échappé in extremis à l'extinction grâce à des programmes de conservation. Tel est le cas du Cheval de Przewalki ou du Bison d'Europe. En France, le Loup gris et le Lynx boréal ont disparu, victimes de persécutions, l'Ours brun a survécu dans les seules Pyrénées. Si le premier est revenu depuis son refuge italien, les deux autres ne sont désormais présents qu'à la suite de réintroductions / renforcements. Devant le bilan des extinctions intervenues à l'Anthropocène il convient de s'interroger sur la place que l'Homme voudra bien laisser aux Grands Mammifères, dans un futur proche.

Voir dans ce bulletin l'article « Extinctions de Grands Mammifères : l'accélération à l'Anthropocène » p. 5-16.



Conférence présentée le 19 novembre 2025

La domestication animale, un compagnonnage par nature

par **Jean-Denis Vigne**

CNRS, Muséum national d'Histoire naturelle (BioArch, UMR 7209)



Archéologue et naturaliste, Jean-Denis Vigne est l'un des meilleurs spécialistes de la domestication animale, des débuts de l'élevage et de la transition néolithique. Il a surtout travaillé sur le bassin Méditerranéen et ses îles, mais aussi en Europe, en Asie Centrale et en Chine. Très investi dans les nouvelles technologies, il a dirigé une dizaine de chantiers de fouille et signé plus de 300 articles scientifiques.

Notre pays compte environ 25 millions de chats et de chiens, 22 millions de bovins, 7 millions d'ovins, 1 million de chevaux ; bientôt presque autant d'animaux domestiques que d'humains ! De façon plus ou moins directe, ils sont impliqués dans beaucoup des défis d'avenir qui s'offrent à nos sociétés, des épizooties à l'alimentation, des pollutions au changement climatique auquel contribuent les élevages industriels, de l'entretien des paysages bocagers à l'accompagnement du quatrième âge ou à la recherche médicale. La prolifération des chats fait peser une lourde menace sur bien des populations de petits oiseaux. Pour relever ces défis, nous avons besoin de partager une vision claire de ce qu'est notre relation avec nos animaux domestiques, et de l'évolution que nous envisageons de lui faire poursuivre durant les prochaines décennies. Or les dernières découvertes de l'archéologie préhistorique bouleversent l'idée même que nous avions encore à la fin du siècle dernier de la naissance de la domestication animale. Ce faisant, elles renvoient une image profondément renouvelée de la nature même de cette relation unique et rare, dans l'histoire de l'évolution des relations que nous entretenons avec les animaux autres qu'humains, donc dans notre manière d'envisager son avenir (VIGNE 2025).

La domestication, composante de l'anthropisation de la biosphère

Les 15 000 dernières années ont été marquées par le fort et brutal changement climatique de la fin des « temps glaciaires », il y a 11 800 ans, et par une lente, mais inexorable transition du mode de vie des humains. Chasseurs-cueilleurs depuis des centaines de milliers d'années, ils sont devenus agriculteurs-éleveurs, souvent sédentaires (DEMOULE 2010). Ils ont alors, à plus ou moins grande échelle, généré de nouveaux écosystèmes (dits « anthropiques ») construits de pierre ou de terre (hameaux puis villages et villes) ou plantés d'espèces très peu diversifiées (champs ou forêts). Ils ont aussi façonné les écosystèmes existant (nommés « anthropisés ») en y collectant du bois, des fruits ou champignons sauvages, en y favorisant les espèces qui leur étaient utiles ou en y introduisant des animaux, des plantes ou des micro-organismes parfois pathogènes. Très peu de régions du monde ont échappé aux activités humaines.

Cette anthropisation de la biosphère a ouvert de nouvelles niches pour les espèces capables, de par leurs caractéristiques biologiques, de s'y adapter (VIGNE, 2011). Ces « anthropophiles » ont très rapidement étendu



Figure 1. Fouille des restes d'un grand bâtiment domestique circulaire sur le site chypriote de Klimonas, datant de -8 800 (VIGNE *et al.* 2012). Cliché J.-D. Vigne, CNRS.

leur aire de répartition aux écosystèmes anthropisés, mais aussi, pour certaines d'entre-elles, aux écosystèmes anthropiques, jusqu'au cœur de nos villages où ont proliféré les commensaux comme les souris, moineaux, lézards ou tégénaires. La structuration écologique qui avait prévalu depuis des millénaires s'en est trouvée profondément modifiée, les espèces non humaines s'organisant non plus seulement en fonction de leurs affinités pour les forêts, les cours d'eau ou les steppes, mais, ici et là, et bientôt presque partout, en raison de leur « anthropophilie » plus ou moins marquée. Ainsi, la naissance de l'agriculture, nommée « transition néolithique » n'apparaît pas seulement comme une « lente révolution » économique, sociale et culturelle dans l'histoire de l'humanité, mais aussi comme le début d'un profond bouleversement de la biosphère, sur terre comme dans les océans.

En simplifiant à l'extrême, la domestication des plantes et des animaux apparaît comme un cas particulier de ce changement. Elle se traduit en effet par un transfert de petites populations de quelques espèces depuis leur environnement d'origine vers les écosystèmes anthropisés ou anthropiques où elles se reproduisent de façon durable, en proximité plus en moins grande avec les humains. Ainsi considérée d'un point de vue écologique, la naissance de la domestication n'apparaît plus, comme ce fut longtemps

le cas, comme la conséquence du seul choix délibéré d'humains en quête de nourriture ou de service auprès d'autres espèces. Elle résulte d'une intensification de leurs interactions avec d'autres espèces, dans un environnement en cours d'anthropisation (VIGNE 2015, ZEDER 2015, STEPANOFF 2024).

Les acquis récents de l'archéologie préhistorique

Cette façon d'envisager la domestication, notamment celle des animaux (VIGNE 2025), s'est imposée au monde scientifique durant les trente dernières années, non seulement pour les raisons qui viennent d'être indiquées, mais aussi grâce aux progrès considérables accomplis par l'archéologie préhistorique. Ils résultent, à la fin du siècle dernier, de la multiplication des fouilles dans toutes les régions du monde et de la collecte de plus en plus assidue des restes de plantes ou d'animaux qui s'y sont souvent conservés. Depuis trente ans, l'analyse de ces derniers par des techniques anatomiques, morphométriques ou biogéochimiques de plus en plus sophistiquées livre des informations d'une nature nouvelle et d'une précision inespérée (BALASSE *et al.* 2015) : datation radiométrique des restes eux-mêmes avec une précision de quelques années ou dizaines d'années, détection des micro-modifications

morphologiques du squelette par imagerie et modélisation à haute définition, reconstitution des régimes alimentaires et de leurs variations saisonnières grâce aux isotopes stables, identification des espèces jumelles et des lignées domestiques, et description de leurs phylogénies et de leurs diffusions en s'appuyant, lorsqu'elles sont conservées, sur les molécules « fossiles » (ADN et protéines) désormais analysables à haut débit et à bas coût, et gérables grâce aux progrès de la bio-informatique et de l'« intelligence » artificielle.

Ainsi, on commence à disposer d'une cartographie diachronique assez complète de l'origine des domestications, notamment animales, à travers le monde (BOUCHAUD & BRÉHARD, in VIGNE & DAVID 2022). Celle du loup, qui a donné naissance au chien, est la plus ancienne connue. Elle s'est produite il y a au moins 15 000 ans, peut-être plus, dans au moins trois régions d'Eurasie, l'Europe occidentale, le Proche-Orient et la Sibérie orientale, d'où le chien a été introduit en Amérique (OLLIVIER *et al.* 2018). Fait remarquable : elle a nettement précédé la naissance de l'agriculture et de l'élevage, dont les plus anciennes traces sont connues au Proche-Orient, il y a 11 500 ans. Puis est venu le chat, domestiqué au Proche-Orient il y a plus de 9 000 ans, bien avant sa seconde domestication, en Égypte, au 4^e millénaire AEC (Avant l'Ère Chrétienne).

Les domestications animales suivantes se regroupent en deux grandes vagues : moutons, chèvres, bovins et porc entre -8 500 et 6 000, puis l'essentiel des autres espèces entre -5 000 et -2 000 (âne, lama, buffle d'Asie, cobaye, vers à soie, carpe, cheval, chameau, canard, poulet, tilapia, dromadaire, yack... ; VIGNE 2024, 2025). Les domestications se sont poursuivies au fil des siècles, avec, par exemple, le dindon d'Amérique et le renne peu avant notre ère, le lapin il y a un peu plus d'un millénaire, et, tout récemment, les poissons et coquillages des élevages industriels.

Comme le chien et le chat, plusieurs espèces ont été domestiquées plusieurs fois dans différentes régions du monde, souvent sans lien les unes avec les autres : le bœuf en Anatolie orientale puis son cousin, le zébu, dans la basse vallée de l'Indus ; le porc, lui aussi en Anatolie, puis en Chine du Nord ; le cheval au Kazakhstan puis dans la région de la Volga ; le dindon au Mexique et en Californie. De façon plus générale, on distingue une petite dizaine de foyers de domestication des animaux. Le Proche-Orient, entre la Méditerranée et les monts du Taurus et du Zagros est le plus ancien connu, le plus productif (6 espèces). Les lignées domestiques qu'il a produites ont été diffusées de proche en proche, avec le Néolithique, à travers toute l'Europe (de -6 800 à -3 500), l'Arabie et l'Afrique (à



Figure 2. Les ossements animaux issus des fouilles archéologiques sont très riches en informations anatomiques, morphologiques et biogéochimiques susceptibles de documenter les débuts de la domestication animale. Cliché J.-D. Vigne, CNRS.

partir de -5 000) et jusqu'en Chine où les descendants des moutons, chèvres et bovins domestiqués au Proche-Orient apparaissent aux alentours du 3^e millénaire avant notre ère. (VIGNE 2015). Les foyers de domestication indo-pakistanaïens ont donné naissance aux lignées de zébus qui ont ensuite diffusé notamment en Afrique, ainsi qu'aux buffles transportés dans toute l'Asie du sud-est. Les Andes constituent un autre foyer de domestication (lama, alpaga, cobaye, canard de Barbarie), indépendant de tous les autres, y compris du foyer mexicain où, bien plus tard, a émergé le dindon. L'Asie centrale et l'Europe de l'Est comportent aussi plusieurs foyers de domestication (cheval, chameau). D'autres régions ont été moins productives. Après le chien et en dehors des poissons, le lapin est le seul animal domestiqué en Europe, la très grande majorité du cheptel d'embouche y ayant été introduite à partir de lignées domestiquées préalablement en Méditerranée orientale. Il en va de même en Afrique, ce qui ne doit cependant pas masquer le fait que ce continent comporte plusieurs grands foyers de domestication d'une dizaine de plantes aussi importante aujourd'hui que mil, palmier, sorgho, café, coton ou pastèque.

Notons enfin que, si ces domestications ont été réalisées dans des contextes écologiques et culturels très diversifiés, elles n'ont affecté qu'une très petite part de la biodiversité. De très nombreuses espèces chassées au Paléolithique comme les bisons, hémionides, antilopes ou gazelles n'ont pas été domestiquées, probablement en raison de leurs caractéristiques écologiques et comportementales. Sans oublier les millions d'espèces d'invertébrés qui, à l'exception des abeilles et vers à soie, sont restées à l'écart. La mise en place d'une domestication durable ne s'est produite que quelques dizaines de fois dans l'histoire de l'humanité.

Sociétés hybrides

La domestication du chat, mieux comprise depuis quelques années, apporte un éclairage nouveau sur les processus à l'origine du phénomène (VIGNE 2019).

L'introduction de chats à Chypre, par bateau, il y a presque 11 000 ans constitue le premier indice d'intensification de la relation entre chats sauvages (*Felis silvestris* ssp.) et humains. Elle est contemporaine de l'arrivée sur l'île du mode de vie néolithique, qui se manifestait depuis 500 ans sur le proche continent, avec les premières cultures de céréales sauvages et de légumineuses et les premiers villages de pierres et de terre crue, organisés autour d'un bâtiment communautaire. Ces innovations ont généré de nouveaux écosystèmes anthropiques très rapidement envahis par divers commensaux, notamment les souris grises (*Mus musculus domesticus* ; CUCCHI *et al.* 2020). Le chat, sans doute intégré à la sphère commensale à la suite de la souris, faisait donc partie du cortège des innovations que les premiers néolithiques ont introduit sur l'île (VIGNE *et al.* 2012). La découverte, encore à Chypre, d'une tombe datée entre -7 500 et -7 000, dans laquelle le mort était accompagné dans la mise en scène funéraire par un chat (VIGNE *et al.* 2004) dont la morphologie indique qu'il a été mieux nourri que ses congénères, confirme que ce commensalisme renforcé a évolué, quinze siècles plus tard, en une véritable domestication.

Un processus semblable s'est produit, sans doute indépendamment, dans la vallée du Nil, au 4^e millénaire avant notre ère : peu après la naissance de l'agriculture pré-dynastique, accompagnée de son inévitable prolifération de rongeurs commensaux, apparaissent des rituels, par exemple à Hiérakonpolis, dans lesquels des chats, encore sauvages, tiennent une large place. Ils évolueront



Figure 3. Vue latérale de la mandibule de chat du site de Quanhucun (Shaanxi, Chine ; -4 000/-3 500). La très forte usure dentaire indique un âge très avancé et un probable nourrissage par les humains (VIGNE *et al.* 2016). Cliché J.-D. Vigne, CNRS.

rapidement vers une pleine et entière intégration du chat aux sociétés des empires pharaoniques et à leurs croyances (notamment le culte de Bastet), popularisées à l'époque ptolémaïque par l'historien et géographe grec Hérodote.

À peu près à la même époque, un phénomène comparable s'est produit en Chine, le long du Fleuve Jaune, par intégration dans la sphère commensale, dans les rites funéraires et dans les maisonnées, de petits félins appartenant à la forme locale du chat sauvage, le chat-léopard (*Prionailurus bengalensis* ; VIGNE 2019). Contrairement à celles du Proche-Orient et d'Égypte, qui se sont croisées pour donner naissance à la totalité de nos chats domestiques (OTTONI *et al.* 2017), la lignée chinoise s'est vite éteinte, remplacée il y a plus de 2000 ans par les chats venus de l'Ouest (HAN *et al.*, 2025).

La répétition, à trois reprises au moins, de la domestication d'un petit félin en conséquence indirecte de l'apparition des villages d'agriculteurs et de leurs inévitables cortèges de rongeurs commensaux, met l'accent sur le commensalisme comme l'une des voies majeures ayant pu conduire à la domestication. Il ne s'agit toutefois pas d'un commensalisme simple ni même d'un mutualisme au sens écologique du terme. La relation s'appuie sur un réseau de liens complexes entre l'écosystème anthropique, les espèces qui y sont attirées et la place utilitaire, mais aussi symbolique puis affective que les humains ont octroyée à certaines d'entre elles, notamment les chats. Ils ont tissé avec eux (et les rongeurs) une organisation supra-spécifique qu'on nomme « communauté hybride » (STEPANOFF & VIGNE 2018). L'interaction écologique ne s'est pas seulement intensifiée. Elle s'est doublée d'une dimension culturelle qui fait toute l'originalité de ce phénomène rare qu'est la domestication des animaux par les humains, car elle s'est sans doute très tôt accompagnée de l'élaboration de modes de communication spécifiques à la relation entre chats et humains. Les éthologues confirment la réalité, l'originalité et l'ancienneté de ce langage commun (PRATO-PREVIDE *et al.* 2020).

Le commensalisme évoluant vers la naissance d'une société hybride pourrait aussi être invoqué à propos du loup, attiré par les déchets alimentaires carnés entourant les campements de chasseurs du Paléolithique supérieur, et développant, chez le chien, nombre de comportements adaptés à une meilleure communication avec les humains (abolement, postures, mimiques faciales...). Les données isotopiques sur l'alimentation des animaux chassés par les premiers agriculteurs d'Anatolie sud-orientale suggèrent que les sangliers ont aussi pu se rapprocher des humains par la voie du commensalisme. Pourquoi les aurochs et mouflons, intéressants producteurs de lait, n'auraient-ils pas fréquenté les premiers espaces plantés de céréales après la récolte pour consommer les chaumes, les ensemençant dans le même temps de leurs déjections ?

La voie de la domestication par le commensalisme ou la constitution de communautés hybrides n'explique sans doute pas toutes les domestications. Bien des questions

subsistent (VIGNE 2015). Mais cette manière d'envisager les origines a le mérite de mettre l'accent sur la nature profonde de la relation domesticatoire, enracinée dans l'émergence très ancienne, très lente, indépendante de tout dessein humain et donc inéluctable, d'une relation complexe et originale, soumise aux lois de l'évolution biologique autant que culturelles. Ce compagnonnage par nature est indéfectible tant il a modifié nos sociétés humaines autant que nos animaux domestiques. C'est en cela que l'éclairage qu'apporte l'archéologie préhistorique doit être pris en compte pour envisager l'avenir de nos relations avec nos animaux domestiques, si divers et si présents.

RÉFÉRENCES

- BALASSE M., J.-P. BRUGAL, Y. DAUPHIN, E.-M. GEIGL, C. OBERLIN, I. REICHE, eds., 2015 – *Messages d'os. Archéométrie du squelette animal et humain*. Édition des Archives contemporaines, Paris,
- CUCCHI T., K. PAPAYIANNI, S. CERSOY, L. AZNAR-CORMANO, A. ZAZZO, R. DEBRUYNE, R. BERTHON, A. BĂLĂȘESCU, A. SIMMONS, F. VALLA, Y. HAMILAKIS, F. MAVRIDIS, M. MASHKOUR, J. DARVISH, R. SIAHSARVI, F. BIGLARI, C.A. PETRIE, L. WEEKS, A. SARDARI, S. MAZIAR, C. DENYS, D. ORTON, E. JENKINS, M. ZEDER, J.B. SEARLE, G. LARSON, F. BONHOMME, J.-C. AUFRAY, J.-D. VIGNE. 2020 – Tracking the Near Eastern origins and European dispersal of the western house mouse and its relevance to cat domestication, *Scientific Report* 10:8276.
- DEMOULE J.-P. 2010 – La révolution néolithique dans le monde, CNRS éd., Paris.
- HAN Y., S. HU, K. LIU, X. XU, Z. LI, S. DOHERTY, A. E. JAMIESON, A. MANIN, S. G. MARTINS, M. YANG, C. YU, J. WANG, Z. WU, C. CHEN, S. HAN, D. LU, L. PENG, X. WU, W. FAN, Q. CAI, Z. LI, Y. LIU, Z. LI, Z. LIU, Q. MA, J. SHAO, F. XING, W. YANG, S. YANG, L. YUE, P. ZHANG, W. WANG, H. ZHANG-ZHENG, Y. ZHUANG, X. SUN, Y. PAN, X. WU, L. FRANTZ, H. YU, J.M. ALVES, G. LARSON, S.-J. LUO S. 2025 – The late arrival of domestic cats in China via the Silk Road after 3,500 years of human-leopard cat commensalism, *Cell Genomics*, jan. 2026.
- OLLIVIER M., A. TRESSSET, L. FRANTZ, S. BRÉHARD, A. BĂLĂȘESCU, M. MASHKOUR, A. BORONEANȚ, M. PIONNIER-CAPITAN, O. LEBRASSEUR, R.-M. ARBOGAST, L. BARTOSIEWICZ, K. DEBUE, R. RABINOVICH, M. V. SABLIN, G. LARSON, C. HÄNNI, C. HITTE, J.-D. VIGNE. 2018 – Dogs accompanied humans during the Neolithic expansion into Europe, *Biol. Letter*, 14: 20180286.
- OTTONI C., W. VAN NEER, B. DE CUPERE, J. DALIGAULT, S. GUIMARAES, J. PETERS, N. SPASSOV, M. E. PRENDERGAST, N. BOIVIN, A. MORALES-MUÑIZ, A. BĂLĂȘESCU, C. BECKER, N. BENECKE, A. BORONEANȚ, H. BUITENHUIS,

- J. CHAHOUD, A. CROWTHER, L. LLORENTE, N. MANASERYAN, H. MONCHOT, V. ONAR, M. OSYPIŃSKA, O. PUTELAT, J. STUDER, U. WIERER, R. DECORTE, T. GRANGE, E.-M. GEIGL. 2017 – The palaeogenetics of cat dispersal in the ancient world, *Nature Ecology and Evolution*, 1, 0139.
- PRATO-PREVIDE E., S. CANNAS, C. PALESTRINI, S. INGRAFFUA, M. BATTINI, L. A. LUDOVICO, S. NTALAMPIRAS, G. PRESTI, S. I. MATTIELLO. 2020 – What's in a Meow? A Study on Human Classification and Interpretation of Domestic Cat Vocalizations, *Animals*, 10-12 : 2390.
- STÉPANOFF C. 2024 – *Attachements Enquête sur nos liens au-delà de l'humain. La Découverte, Paris.*
- STÉPANOFF C. & J.-D. VIGNE éds. – 2018. *Hybrid Communities: Biosocial Approaches to Domestication and Other Trans-species Relationships*. Routledge, Londres.
- VIGNE J.-D. 2011 – The origins of animal domestication and husbandry: A major change in the history of humanity and the biosphere, *C.R. Biologies*, 334 : 171–181. (traduit en chinois et publié dans *Cultural Relics in Southern China*)
- VIGNE J.-D. 2015 – Early domestication and farming: What should we know or do for a better understanding? *Anthropozoologica*, 50 (2): 123-150.
- VIGNE J.-D. 2019 – The beginning of cat domestication in East and West Asia, In: Peters J., G. McGlynn & V. Goebel éds., *Animals: Cultural identifiers in ancient societies? Documenta archaeobiologiae*, Rahden/Westf., Verlag Marie Leidorf GmbH, p. 343-354.
- VIGNE J.-D. 2024 – *La domestication (à l'œil nu)*, CNRS éd., Paris
- VIGNE J.-D. 2025 – *Aux origines de la domestication animale*, Quae éd., Paris.
- VIGNE J.-D., F. BRIOIS, A. ZAZZO, G. WILLCOX, T. CUCCHI, S. THIÉBAULT, I. CARRÈRE, Y. FRANEL, R. TOUQUET, C. MARTIN, C. MOREAU, C. COMBY, J. GUILAINE. 2012 – The first wave of cultivators spread to Cyprus earlier than 10,600 years ago, *Proceedings of the national Academy of Sciences USA*, 109 (22) : 8445-8449.
- VIGNE J.-D. & B. DAVID éds. 2022 – *La Terre, le vivant, les humains*, La Découverte-MNHN, Paris.
- VIGNE J.-D., J. GUILAINE, K. DEBUE, L. HAYE, P. GÉRARD. 2004 – Early taming of the cat in Cyprus. *Science*, 304: 259.
- ZEDER M. A. 2015 – Core questions in domestication research, *Proceedings of the national Academy of Sciences USA*, 112 (11): 3191-3198.



Conférence présentée le 3 décembre 2025

Entre chien et loup : histoire de la première domestication animale

par Myriam Boudadi-Maligne

myriam.boudadi-maligne@u-bordeaux.fr
myriam.boudadi-maligne@cnrs.fr



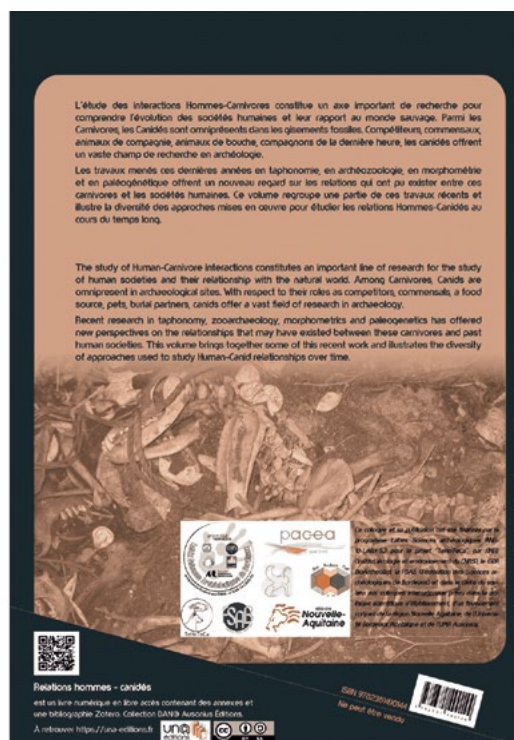
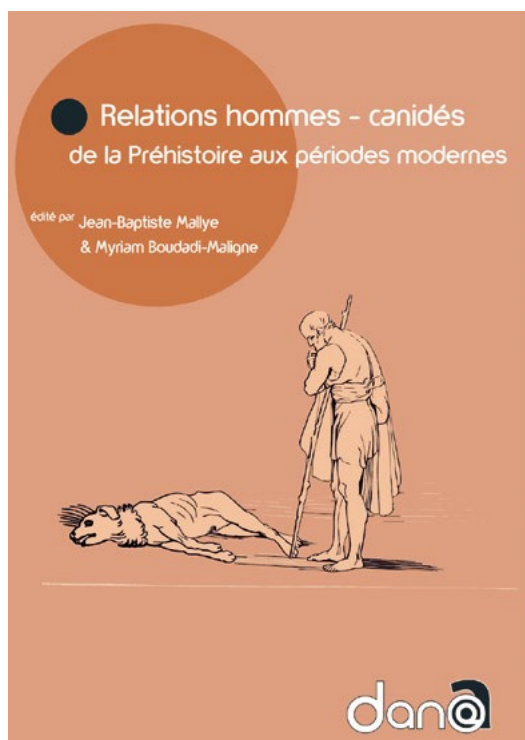
Myriam Boudadi-Maligne est paléozoologue, chercheuse au CNRS. Elle travaille notamment sur les premières traces de la domestication du loup en Europe de l'Ouest. Elle est l'autrice, avec Jean-Baptiste Mallye, de l'ouvrage collectif *Relations Hommes-Canidés de la Préhistoire aux périodes modernes*, paru aux éditions Dan@ en 2020

De génération en génération, des loups plus dociles sont progressivement devenus chiens.

Si tous ne s'accordent pas sur le moment de cette première domestication animale, il est certain qu'elle s'est initiée au cours du Paléolithique supérieur, il y a plus de 15 000 ans quand nos ancêtres sapiens étaient encore nomades et chasseurs-collecteurs. Quelles étaient les relations entre ces premiers chiens et les populations humaines du passé ? Considérés comme compétiteurs, commensaux,

animaux de compagnie ou de bouche, compagnons de la dernière heure, les canidés constituent un vaste champ de recherche en archéologie et l'évolution des méthodes permet de faire progresser nos connaissances. Alors, que sait-on véritablement à ce jour de la domestication du loup ? Sujet au cœur de nombreux débats scientifiques, et problématique au centre des recherches de Myriam Boudadi-Maligne.





Analyse d'ouvrage

Jurassic Park et les sciences

par Jean-Sébastien Steyer et Nicolas Allard eds., avec Thierry Jandrok, Alice Lebreton et Jean-Philippe Uzan; illustrations d'Alain Bénétiau 2024
Belin, Paris
255 pp. Prix : 28 Euros

Analyse par Michel Laurin

CR2P, CNRS/MNHN/Sorbonne Université, Centre de Recherches en Paléontologie - Paris, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France.
michel.laurin@mnhn.fr

Ce livre (**Fig. 1**) couvre les principales facettes de la saga *Jurassic Park*, que ce soient les aspects paléontologiques (Steyer), littéraires, cinématographiques et commerciaux (Allard), mythiques et psychologiques (Jandrok), mathématiques/stochastiques (Uzan) et génétiques (Lebreton). Il est abondamment illustré de belles reconstitutions (noir et blanc ou en couleur, et exécutées à l'aide de diverses techniques) d'Alain Bénétiau, montrant fréquemment des taxons éteints dans leur environnement présumé. Cette analyse se concentrera bien entendu sur les aspects scientifiques, à la fois pour respecter le lectorat de cette revue que pour rester dans les limites de mes compétences. La longueur des sections de cette recension reflète donc plus le nombre de sujets scientifiques traités dans les divers chapitres, que leur longueur ou leur intérêt général.

La brève préface de Steyer et Allard explique l'importance des œuvres de Richard Owen, qui érigea le taxon *Dinosauria* en 1842, et de Michael Crichton, qui publia le roman *Jurassic Park*, sur lequel la série de films du même nom est fondée.

Le premier chapitre, par Allard et Steyer, s'intitule *Les dinosaures dans les arts : redonner vie aux mondes perdus*. Ce chapitre retrace un historique des romans, bandes dessinées et films qui ont mis en vedette des dinosaures et d'autres animaux préhistoriques. D'ailleurs,

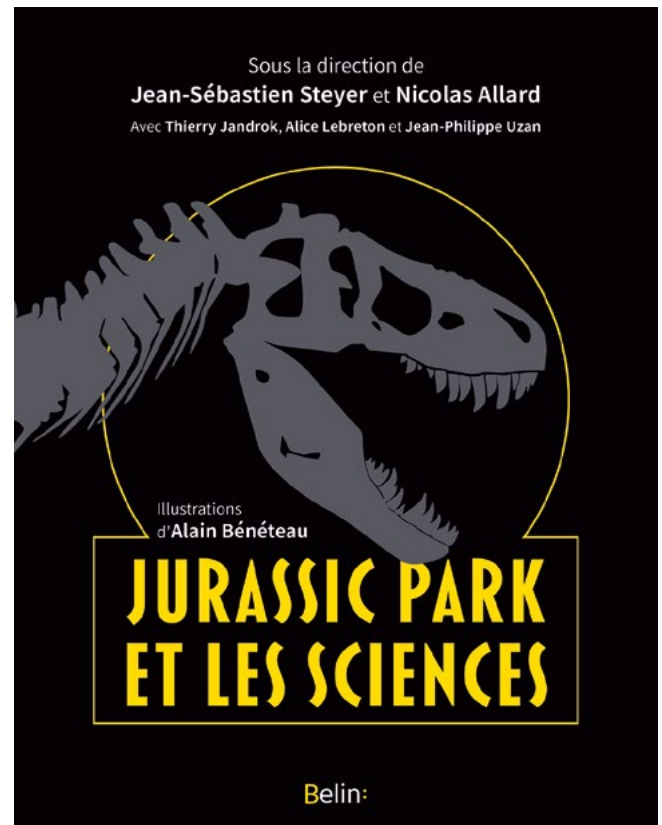


Figure 1. Couverture du livre *Jurassic Park et les sciences*.



Figure 2 – Reptiles marins mésozoïques se battant. Dessin de Pénélope Laurin, inspiré de la reconstitution (maintenant dans le domaine public) d'Édouard Riou qui illustra l'édition originale (1864) de *Voyage au centre de la Terre* de Jules Verne. Pour conserver le charme désuet de l'illustration de Riou, les écailles ont été conservées, même si on sait maintenant que ces reptiles marins étaient dépourvus d'écailles de ce type, mais elles ont été orientées correctement, avec la marge libre vers l'extrémité caudale (orientation de ces structures chez les taxons en possédant, comme beaucoup d'ostéichthyens).

le premier roman évoqué, *Paris avant les hommes* (p. 11), publié en 1861 à titre posthume par Pierre Boitard, mais provenant en grande partie de deux articles de Boitard publiés en 1836 et 1837, mentionne le *Deinotherium*, proboscide éteint dont les défenses étaient retournées vers le bas, ainsi qu'un « homme fossile », mais pas de dinosaures. C'est d'ailleurs normal car le bassin de Paris est surtout connu pour ses fossiles cénozoïques, dont les mammifères sont les mieux connus du public. Bien sûr, le *Voyage au centre de la Terre* (**Fig. 2**) publié par Jules Verne en 1864 est également évoqué (p. 11), logiquement puisqu'il mentionne bien des dinosaures, d'autres taxons contemporains (reptiles marins du Mésozoïque, comme un ichthyosaure et un plésiosaure), ainsi que des taxons plus anciens (fougères géantes du Carbonifère) et plus récents (mastodontes). Les autres romans évoqués incluent *Le monde Perdu* (1912) par Arthur Conan Doyle (1859–1930), le père de Sherlock Holmes, *Le Cycle de Pellucidar* publié à partir de 1914 par Edgar Rice Burroughs (1875–1950), auteur également d'œuvres plus connues comme *Tarzan, seigneur de la jungle* (1912) et *Le Cycle de Mars*, publié à

partir de 1917, *La Guerre du feu* (1909) de Joseph-Henri Rosny aîné, pseudonyme de Joseph Henri Honoré Boex (1859–1940), et bien d'autres. Les dessins animés ne sont pas oubliés, notamment la *Famille Pierrafeu* (p. 18), diffusée à partir des années 1960, que je regardais lorsque j'étais enfant. Les séries télévisées ne sont pas en reste ; le chapitre mentionne la série *Dinosaurs* de Michael Jacobs et B.Gob Young, diffusée de 1991 à 1994 aux États-Unis, ainsi que la série *Terra Nova* (2011) de Steven Spielberg.

Plusieurs de ces œuvres partagent le problème de l'anachronisme (comme le soulignent Allard et Steyer), car elles mettent en présence des êtres de divers âges géologiques, qui n'ont jamais co-existé. Par exemple, dans *Rahan, fils des âges farouches*, série de bandes dessinées lancée en 1969 par Roger Lécureux (1925–1999) et André Chéret (1937–2020), un hominidé préhistorique est confronté à des tigres à dents de sabre (plausible, car ils ont bien co-existé avec des hominidés, et même des *Homo sapiens*, jusqu'à il y a environ 12 000 ans), mais aussi avec des dinosaures mésozoïques, alors que plus de 58 Ma séparent les derniers dinosaures non-aviens des premiers hominidés, si on place l'origine de ces derniers à 8 Ma (le consensus étant plutôt autour de 7 Ma). Mais il est difficile de confronter l'homme et de véritables dinosaures mésozoïques autrement ! L'œuvre *Jurassic Park* s'y est bien essayée, mais pas de façon très convaincante, car les difficultés techniques soulevées par le clonage de dinosaures mésozoïques sont énormes, et la solution évoquée dans *Jurassic Park* n'est pas crédible, comme nous le verrons ci-dessous (partie sur le troisième chapitre). À la rigueur, le subterfuge imaginé par Jules Verne dans *Voyage au centre de la Terre* est marginalement plus plausible : certains grands dinosaures auraient pu survivre dans un refuge et ne pas être découverts avant le 19^e siècle. Mais même dans ce cas, il est difficile d'imaginer une stase évolutive de nombreuses espèces pendant 66 Ma ! On pourrait toujours envisager la persistance de certains cératopsiens, sauropodes, théropodes, ichthyosaures et plésiosaures, mais pas exactement ceux qui ont vécu au Mésozoïque. La meilleure façon d'imaginer une rencontre entre humains et reptiles mésozoïques est bien sûr le voyage dans le temps, évoqué pour la première fois, dans ce contexte, dans la nouvelle *Un coup de tonnerre* de Ray Bradbury (p. 25).

Ce chapitre évoque également quelques phénomènes scientifiques d'intérêt général, comme le « gigantisme insulaire ». Les auteurs mentionnent (p. 19) des éléphants nains et des rongeurs géants et tentent de faire le lien avec King Kong, créé par Merian C. Cooper (1893–1973) et Ernest B. Schoedsack (1893–1979) en 1933. Cependant, ce lien n'est pas soutenu par les travaux sur ce thème. Bien que le déterminisme du changement de taille associé à l'insularité soit complexe et peut varier entre taxons (BAECKENS & VAN DAMME 2020), la règle la plus générale est que les taxons de petite taille corporelle deviennent plus grands sur les îles, alors que ceux de grande taille subissent une réduction de cette taille (LOMOLINO 1985).

Donc, un gorille insulaire devrait se nanifier, plutôt que devenir géant. Il est difficile d'imaginer les pressions sélectives qui pourraient conduire des gorilles, n'ayant pas de prédateurs (au moins les adultes), à devenir encore plus grands, et encore moins à atteindre la taille de King Kong. LOMOLINO (1985) a expliqué que les pressions sélectives favorisant le gigantisme insulaire diminuent avec la taille corporelle, alors que celles favorisant le nanisme insulaire augmentent avec la taille. Cela ne saurait conduire à des formes gigantesques. D'ailleurs, le gigantisme insulaire, comme tout phénomène d'adaptation, ne saurait conduire à des taxons ayant une densité de population si faible que la reproduction soit pratiquement impossible. De ce point de vue, King Kong est une aberration ; ses besoins en ressources sont tels qu'on ne saurait imaginer une troupe d'individus de cette espèce vivant sur une île tropicale de taille modeste. Les artistes l'ayant représenté l'ont peut-être compris, car il est souvent présenté comme le dernier représentant de son espèce. Dans *Godzilla × Kong: The New Empire*, on montre cependant d'autres individus de son espèce.

Le second chapitre, *Une œuvre littéraire* par Allard, se focalise sur *Jurassic Park*, publié en 1990, sur les œuvres précédentes de Michael Crichton, ainsi qu'à la série d'œuvres constituant une suite à *Jurassic Park*. Dans ce chapitre, Allard suggère que Malcolm (le mathématicien figurant dans *Jurassic Park*) « émet l'hypothèse que les hommes seraient programmés pour causer une extinction de masse dont ils seraient eux-mêmes victimes » (p. 59). Si c'est effectivement ce que Crichton voulait exprimer, c'est contraire à la théorie évolutive actuelle. Par quel mécanisme un tel programme aurait-il été généré ? Certes pas par la sélection naturelle, ni même par la dérive génétique. Cela suggère un type de déterminisme dans l'évolution qui a été rejeté par la communauté scientifique depuis longtemps (LHERMINIER & SOLIGNAC 2005 (p.191), ULETT 2014). Notre effet catastrophique sur la biosphère, bien qu'indéniable, résulte simplement du trop grand succès de notre espèce, qui s'accapare les ressources de toute la planète. Ça pourrait bien causer notre perte à terme, mais cela ne résulterait pas d'un programme conçu à cette fin. Cela refléterait simplement le fait que la sélection naturelle n'a pas de mécanisme pour modérer le succès évolutif ; il faut dire qu'à ma connaissance, jamais dans l'histoire de notre planète une espèce nominale n'avait dominé la biosphère à ce point.

Le troisième chapitre, *La paléontologie dans Jurassic Park, entre fantasme et réalité*, par Jean-Sébastien Steyer, aborde des questions plus pointues, plus paléontologiques, de cette œuvre. L'auteur souligne très justement un problème majeur qui m'avait choqué la première fois que j'ai vu le film : pour combler les lacunes entre les brins d'ADN séquencés d'un dinosaure donné, les chercheurs ont utilisé des séquences de grenouilles ! Ça ne pourrait pas fonctionner, car les dinosaures, en tant qu'amniotes, sont séparés des grenouilles par plus de 340 Ma d'évolution ! Et ce choix est absurde car il existe des dinosaures

actuellement (les oiseaux), dont certains, spécialement le poulet (*Gallus gallus*) sont très bien connus ! Sans doute, le choix d'utiliser des séquences des grenouilles était justifié par le besoin de faire en sorte que certains dinosaures « ressuscités » changent de sexe pour que la reproduction soit possible. Mais comme le souligne Steyer (p. 66), six ans avant la publication du roman *Jurassic Park* (1990) par Crichton, John Brosnan publia *Carnosaure* (1984), dans lequel les brins manquants d'ADN étaient bien comblés par des séquences de poulet ! Cependant, dans *Jurassic Park*, les séquences d'ADN de dinosaures sont extraites de sang préservé dans des moustiques préservés dans de l'ambre, ce qui semble plus plausible (selon Steyer) que d'obtenir ces séquences de squelettes de dinosaures, comme le raconte Brosnan dans *Carnosaure*.

Steyer en profite pour raconter les problèmes éthiques soulevés par l'exploitation de l'ambre de Birmanie (p. 68), dont les dépôts (environ 99 Ma, soit vers le milieu du Crétacé) sont contemporains à une partie de la faune de *Jurassic Park*. Malheureusement, le commerce de cet ambre semble avoir financé le conflit armé en Birmanie, entre l'armée gouvernementale et celle des indépendantistes Kachin. Steyer mentionne aussi que ce problème conduit de nombreux paléontologues (et les rédacteurs de revues paléontologiques) occidentaux à ne pas travailler sur l'ambre birman, alors que des collègues chinois ne s'en privent pas. Il faut dire qu'en Chine, une publication dans une revue très prestigieuse comme *Nature* est récompensée par un bonus équivalent à un an de salaire, ce qui est une motivation forte ! Jusque-là, je suis bien d'accord avec l'analyse de Steyer. Par contre, je ne le suis plus quand il ajoute « nous y arrivons [à ce système de fortes primes] en France avec la privatisation de la recherche ». Pour l'instant, le système de recherche français, comme celui du CNRS, prévoit très peu de primes, qui sont octroyées au compte-gouttes pour une productivité soutenue sur plusieurs années, et dont les montants ne sauraient rivaliser avec ceux distribués en Chine !

Ce troisième chapitre souligne également les inexactitudes du film *Jurassic Park* concernant la paléontologie de terrain (p. 74). En effet, les sédiments contenant des dinosaures mésozoïques étant assez durs, il ne suffit pas de pinceaux pour les dégager ; des marteaux et burins sont également nécessaires. Plus problématique encore, la scène du film montrant sur un écran un squelette de dinosaure encore enseveli, reconstitué par sismographie, est d'une naïveté ridicule ! Ce genre de technique, utilisée en géologie, ne peut fournir que des informations sur de très grosses structures, pour suivre les strates de diverses formations sur des profondeurs de centaines de mètres, voire de kilomètres ; ça ne peut pas reconstituer un squelette dont les os mesurent de quelques centimètres à environ deux mètres de long.

Ce même chapitre mentionne que de nombreux dinosaures mésozoïques étaient couverts de plumes (pp. 75–76, 90–92). Ceci est maintenant bien établi en paléontologie, car de nombreux fossiles de dinosaures

emplumés ont été découverts dans les dernières décennies (CINCOTTA *et al.* 2019, FOTH & RAUHUT 2020, XU 2006). Il est maintenant clair que la fonction initiale de la plume n'était pas de générer de la portance permettant de voler ; elle était plus probablement liée à la thermorégulation (isolation thermique pour conserver la chaleur corporelle), et éventuellement, d'autres fonctions, comme la signalisation visuelle, le camouflage (YANG *et al.* 2019), etc. Comme le déplorent les auteurs (p. 92), dans les films *Jurassic Park*, à partir du 2^e épisode, plus de dinosaures, dont les jeunes *Tyrannosaurus rex* (les adultes semblent en avoir été dépourvus) et les *Velociraptor* auraient dû être montrés avec des plumes, et pas les structures bien plus simples ressemblant à des « pics de porc-épic » montrées dans certains épisodes du film *Jurassic Park*.

Le thème des dinosaures emplumés fournit une bonne occasion pour expliquer l'origine dinosaurienne des oiseaux (pp. 78–79). Les auteurs n'ont cependant pas clarifié la conséquence nomenclaturale de cette origine. Steyer conclut que l'idée maintenant bien acceptée en paléontologie d'une « proche parenté dinosaures-oiseaux ne date pas d'hier ». C'est vrai, mais on peut aller plus loin ; depuis les travaux fondateurs de Willi Hennig en cladistique (HENNIG 1966, 1981, 1983), les systématiciens ont progressivement accepté son idée (révolutionnaire à l'époque) qu'on ne doit pas séparer un ancêtre de ses descendants. La conclusion est que les oiseaux ne sont pas seulement des proches parents des dinosaures ; ce **sont** des dinosaures ! Le livre n'explique malheureusement pas ça clairement, comme on peut le lire dans la phrase suivante (p. 79) « Cette idée de proche parenté entre les deux groupes [dinosaures et oiseaux] est confirmée par l'analyse des relations de parenté, c'est-à-dire la phylogénie. » Elle suggère bien que les oiseaux sont un group apparenté aux dinosaures. Mais les classifications modernes considèrent plutôt que les oiseaux sont un sous-groupe de dinosaures, ce qui n'est pas la même chose. Le taxon Aves est d'ailleurs profondément enraciné au sein des dinosaures, puisque les taxons auxquels il appartient incluent, entre autres, Saurischia, Theropoda, Coelurosauria, Maniraptora, et Avialae (CANOVILLE *et al.* 2020, HOLTZ 1996). Cette conclusion est consacrée par l'expression maintenant fort usitée dans la littérature anglophone, de « non-avian dinosaurs », mentionnée selon Google Scholar (consulté le 17 novembre 2025) dans environ 5 750 articles scientifiques ! Mais visiblement, d'autres auteurs du livre n'ont pas pleinement assimilé ça, car dans le chapitre 6 Jandrok écrit (p. 191) que « les humains n'ont jamais côtoyé de dinosaures ». J'ai pourtant assisté, pendant mon bref post-doc à Berkeley (Californie), à une présentation pour enfants dans laquelle une doctorante (Anne Weil, maintenant paléomammalogiste à l'université d'état d'Oklahoma) expliquait aux enfants les diverses similitudes entre les oiseaux et certains dinosaures mésozoïques, spécialement les théropodes. La conclusion qui s'imposait était bien que les oiseaux sont des dinosaures, et après avoir écouté cette présentation,

les enfants avaient droit à un repas spécialement préparé pour l'occasion, avec de la viande de dinosaure (du poulet) ! Il est surprenant et décevant que relativement peu de livres de vulgarisation mentionnent cette conclusion ; si des enfants pouvaient le comprendre dans les années 1990, le grand public n'est-il pas encore prêt ? Mais ceci reflète simplement la présentation la plus fréquente dans les ouvrages de vulgarisation ; ce n'est pas un problème spécifique à *Jurassic Park et les sciences*.

Le livre mentionne (p. 80) une bourde dans *Jurassic Park 3* (2001) ; Grant (le paléontologue) pense que la « chambre de résonance extrêmement sophistiquée » était « la clef de leur intelligence sociale ». En fait, cette chambre de résonance est fort utile pour les interactions sociales car elle confère certaines capacités de vocalisation, mais en elle-même, elle ne confère aucune intelligence, car elle n'est pas remplie ou tapissée de neurones. Des indices indirects sur l'intelligence peuvent être obtenus en étudiant leur neurocrâne (boîte crânienne), même si le cerveau n'occupe pas forcément tout l'intérieur de cette structure, et si la taille du cerveau ne permet pas d'estimer directement ou précisément l'intelligence. Pour *T. rex*, ceci fut fait dès 2000 (BROCHU 2000). Les auteurs mentionnent également que les soins parentaux étaient assez répandus parmi les dinosaures mésozoïques ; ce n'est pas surprenant, car les crocodiliens et oiseaux font de même. La présence de soins parentaux est donc probablement apparue dans un ancêtre des archosaures, le plus petit clade qui inclut les crocodiliens et oiseaux.

Le livre présente le spinosaure comme un théropode semi-aquatique (pp. 82, 86–87), en se fondant sur divers travaux. Dès la première découverte de ce taxon en 1915, son museau allongé suggéra qu'il avait un régime piscivore et qu'il devait donc vivre près des rives (**Fig. 3**). Cependant, les travaux auxquels Simone Maganuco a participé, dont celui qui est référencé en biblio (IBRAHIM *et al.* 2014) ainsi qu'un plus récent (IBRAHIM *et al.* 2020), vont plus loin et proposent que *Spinosaurus* nageait. Cette dernière suggestion (que *Spinosaurus* nageait) déclencha une controverse qui n'est pas évoquée dans le livre. Des études contestent la capacité du spinosaure à nager, sur des bases qui semblent solides (ENDERSON 2018, MYHRVOLD *et al.* 2024, SERENO *et al.* 2022). De plus, deux de ces articles sont co-signés par deux auteurs (Paul Sereno et Nathan Myhrvold) de l'étude de Maganuco qui avait soutenu le mode de vie semi-aquatique du spinosaure en 2014, ce qui suggère qu'ils ont changé d'idée entre-temps ! Comme toutes les études s'entendent sur un régime piscivore, on peut imaginer que *Spinosaurus* chassait un peu comme les hérons, les pieds dans l'eau, mais pas forcément en nageant. D'ailleurs, le spinosaure vivait parfois assez loin des côtes, alors il devait chasser (entre autres) dans des lacs et rivières, pas forcément dans de l'eau salée (SERENO *et al.* 2022).

La dernière section du chapitre traite du finalisme et du créationnisme. Ce sujet est brûlant d'actualité, car paradoxalement, le créationnisme prospère aux États-



Figure 3 – Reconstitution de quatre spinosauridés (dans le sens des aiguilles d'une montre, en commençant à gauche, *Suchomimus tenerensis*, *Spinosaurus aegyptiacus*, *Irritator challengerii*, et *Baryonyx walkeri*) dans leur habitat présumé. Notez que ces taxons n'ont pas vécu en même temps. Dessins d'Andrei Belov, publiée en 2018 sous la licence [Creative Commons Attribution 3.0 non transposé](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/69/Four_spinosaurids_by_Abelov2014.jpg). Disponible à https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/69/Four_spinosaurids_by_Abelov2014.jpg

Unis, pays le plus puissant au monde de par son économie, son armée, en (encore pour un certain temps, car la Chine est la grande puissance montante) à la pointe de la science et de la technologie ! Ce même pays est maintenant dirigé par un président peu favorable à la science, qui la remet en question alors que son discours suggère qu'il n'y comprend rien. Bref, Steyer devait s'emparer de ce sujet inépuisable. Cette brève section (p. 95–96) m'a plu, mais l'assertion que « Le créationnisme remonte à la naissance des trois religions monothéistes » est inexacte ; Steyer pense visiblement à la version judéo-chrétienne du créationnisme, qui n'est que l'avatar le plus récent, et de loin le plus répandu actuellement, du créationnisme. Cependant, il faut distinguer la croyance dans le récit biblique de la création qui prévalait logiquement parmi les juifs et chrétiens avant que l'évolutionnisme s'impose en science, graduellement, pendant les 18^e et 19^e siècles, du créationnisme militant qui s'est imposé dans certains milieux, initialement aux États-Unis, pendant le 20^e siècle. Cette dernière version du créationnisme est un mouvement anti-scientifique qui représente une menace pour la diffusion de la science, et spécialement pour l'enseignement de la paléontologie, de la biologie évolutive et la systématique aux États-Unis (PADIAN 2009). Ces dernières années, il s'est répandu dans bien d'autres pays, incluant la France, comme j'ai pu le constater dans mon entourage. Une brève digression sur l'origine du créationnisme semble donc justifiée.

Le créationnisme, dans sa forme initiale, est beaucoup plus ancien que les religions monothéistes ! La plupart des religions (incluant celles, polythéistes, dont diverses formes d'animisme, bien plus anciennes) proposent des mythes de la création, et à ma connaissance (et sans surprise), aucune ne propose d'idée analogue à l'évolution biologique. Bref, l'origine du créationnisme doit coïncider avec l'origine

des religions, qui est très ancienne ; une étude récente (PEOPLES *et al.* 2016) propose un âge d'environ 90 000 ans ! Cependant, les premières religions ne comportaient pas de dieu créateur unique actif (qui intervient dans la société pour récompenser ou punir la moralité des actes des humains). Certains mythes créateurs très anciens comportaient plutôt des héros culturels dont les actes créatifs pouvaient être moins réfléchis et intentionnels que dans la tradition judéo-chrétienne, comme par exemple dans le mythe créateur du cycle du corbeau, qui était répandu parmi les indigènes de la côte Pacifique, de la Colombie-Britannique à la Sibérie orientale, en passant par l'Alaska (WHITAKER 1983). Un autre exemple, géographiquement éloigné mais impliquant également un oiseau (ou dans certaines variantes, une autre créature volante, comme une abeille) et montrant l'aspect accidentel de la création, est fourni par le *Kalevala* (GANT 2022), une épopée publiée en 1849 mais constituée de mythes animistes sans doute bien plus anciens, répandus en Finlande et Carélie (région voisine en Russie). Selon le *Kalevala*, une divinité céleste, généralement sous les traits d'un oiseau, pond six œufs d'or et un de fer dans un nid situé sur le genou de la déesse-mère aquatique. La chaleur dégagée par la couvaison devient insupportable pour la déesse-mère aquatique, qui remue ; les œufs tombent du nid, se fracassent, et les morceaux forment diverses parties du monde et du reste de l'univers : terres émergées, ciel, soleil (un jaune d'œuf), lune (une partie d'un blanc d'œuf), nuages et étoiles (GANT 2022). Dans ce mythe, la création est bien moins intentionnelle, bien moins réfléchie que dans le récit biblique ! L'âge exact des divers types de récits de la création est inconnu, mais des études suggèrent que de nombreux mythes de création ont des racines remontant au Paléolithique supérieur (LE QUELLEC 2014). Les traces écrites de mythes de la création sont bien entendu beaucoup plus récentes. Une des premières provient de Mésopotamie ; il s'agit de l'*Épopée d'Atrahasis*, qui remonte au moins au 17^e siècle AEC (Avant l'Ère Chrétienne). Elle se transforma au fil du temps pour donner, dans sa forme achevée, l'*Enûma Eliš* (vers 1 100 AEC), qui à son tour (et comme le mythe contemporain de l'*Épopée de Gilgamesh*), influença le récit de la genèse biblique (BORGHAUD & RÖMER 2008). Ce dernier est bien difficile à dater (SOMMER 2011), mais il pourrait avoir été rédigé autour du 6^e siècle AEC (DAVIES 2013) et édité au 5^e siècle AEC (BORGHAUD & RÖMER 2008). Bref, le créationnisme chrétien qui naquit aux États-Unis vers le début du 20^e siècle milite aujourd'hui pour la reconnaissance d'idées qu'il attribue à la Bible (et le détail du récit de la création soutenu par ce créationnisme en dérive bien), mais le mythe de la création qu'il cherche à proclamer comme une vérité factuelle n'est qu'un avatar relativement récent (par rapport à l'âge de la religion) issu d'une longue évolution culturelle qui remonte aux « hommes des cavernes » !

Le chapitre 4, *La saga au cinéma*, par Nicolas Allard, analyse les deux trilogies, et il évoque même (p. 122) des plans qui n'ont pas été réalisés, comme l'idée de montrer des dinosaures « à moitié humains ». Allard n'en



Figure 4 – Dépôts volcaniques des Trapps du Deccan, dans les Ghats occidentaux. Photo de Nicholas Nichalp, publiée en 2007 sous la licence Creative Commons Attribution - Partage dans les Mêmes Conditions 2.5 Générique. Disponible à <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c8/Western-Ghats-Matheran.jpg>

dit pas davantage à ce sujet, mais ceci rappelle l'idée du paléontologue Canadien Dale Russell qui avait spéculé que si les grands dinosaures (spécialement les proches parents du troodontidé *Stenonychosaurus inequalis*, qu'il décrivit en détail) ne s'étaient pas éteints il y a 66 Ma, ils auraient pu, avec le temps, donner des formes humanoïdes (RUSSELL & SÉGUIN 1982). Cependant, ce raisonnement néglige le fait que les dinosaures ne se sont pas éteints il y a 66 Ma, puisqu'ils sont actuellement représentés par des milliers d'espèces d'oiseaux. Bien que ces derniers soient à peu près aussi intelligents que les mammifères (EMERY & CLAYTON 2004, EMERY & CLAYTON 2005), aucun n'a donné de forme humanoïde ! On pourrait peut-être défendre l'hypothèse (intestable) de Russell en disant que les membres antérieurs des oiseaux ne peuvent plus servir à la manipulation d'objets parce qu'ils sont transformés en ailes. Or, certains paléanthropologues ont suggéré que la manipulation complexe d'objets a pu stimuler la croissance de l'intelligence de certains hominidés précoces, notamment lorsqu'ils ont commencé à fabriquer des outils (Ko, 2016).

Ce chapitre évoque également les dangers des manipulations génétiques et transferts de gènes. C'est évoqué en lien avec l'*Indominus rex*, aux surprenantes capacités cryptiques (p. 127), mais Allard fait aussi le parallèle avec les dangers que pourrait comporter l'application de ces techniques sur les humains, une préoccupation partagée par Crichton, qu'il a exprimée dans son roman *Jurassic World* (p. 131). Allard souligne la symbolique de la mort de Vic Hoskins (p. 132), l'instigateur du projet visant à utiliser les *Velociraptor* à des fins militaires, qui est éliminé par ces mêmes dinosaures après qu'ils se soient ralliés à l'*Indominus rex*. Encore une fois, on voit les dangers de jouer aux apprentis sorciers avec la nature. Le chapitre souligne (p. 134) le

parallèle entre l'éruption volcanique qui menace d'éliminer les dinosaures sur Isla Nublar, avec l'épisode volcanique intense, dont témoignent les Trapps du Deccan (**Fig. 4**). C'est exact, mais la grande crise de la fin du Crétacé résulte probablement également de la chute de la météorite de Chicxulub (BRUSATTE *et al.* 2015) ; en fait, une étude a suggéré que la chute simultanée d'une grande météorite pendant une phase de volcanisme intense a un effet particulièrement dévastateur sur la biosphère et explique beaucoup de grandes extinctions (ARENS & WEST 2008). Bref, ce chapitre, bien que consacré au cinéma, évoque également des aspects scientifiques.

Allard a également rédigé le chapitre 5, *Une franchise de pop culture en pleine expansion*, qui évoque également des aspects scientifiques. Ainsi, dans la description de la série d'animation *Jurassic Park – Chaos Effect*, qui fut envisagée mais ne vit jamais le jour, on apprend que les scientifiques auraient décidé de combler les lacunes des séquences d'ADN de dinosaures mésozoïques non pas avec des grenouilles (idée ridicule ; voir ci-dessus), mais avec plusieurs taxons (p. 150). Ceci créa d'autres problèmes : les êtres hybrides (en quelque sorte) auraient été agressifs. Allard ne spécifie pas pourquoi. Déséquilibre hormonal ? Troubles neurologiques ? Ce chapitre évoque diverses initiatives commerciales pour exploiter le succès de *Jurassic Park*, dont des jeux vidéos. Cette section comporte une petite erreur factuelle très commune parmi les profanes ; dans la description du jeu *Monde perdu*, Allard mentionne que plusieurs « dinosaures » ont été introduits, alors qu'ils étaient absents des deux premiers films (p. 159). Très bien, mais un des taxons mentionnés, *Dimorphodon* (**Fig. 5**), est un reptile volant (comme le signale Allard), donc un ptérosaure. Ces reptiles ne sont cependant pas des dinosaures ; ils en sont seulement étroitement apparentés (GARCIA *et al.* 2024). Toujours sur l'aspect nomenclatural, la description du jeu *Jurassic World : Evolution* mentionne (p. 161) que le joueur peut « intégrer à son parc une dizaine de reptiles marins, comme le mosasaure, le plésiosaure ou l'ichthyosaure. » Ça fait plaisir d'entendre parler d'autres reptiles mésozoïques que les dinosaures, mais il existe de nombreux taxons à l'intérieur de ces trois groupes de reptiles marins, ce que cache cette formulation. Néanmoins, cet agréable chapitre montre l'impact sociétal fort de *Jurassic Park*, de ses suites et des dérivés commerciaux.

Thierry Jandrok a rédigé le chapitre 6, *Jurassic Park ou le retour de l'enfance*. Bien que ce chapitre traite surtout d'aspects psychologiques, il n'en néglige pas pour autant des aspects évolutifs intéressants. Par exemple, l'auteur signale (p. 172) que vers la fin du Mésozoïque, les ancêtres des primates (s'ils existaient déjà ; on n'en a pas encore trouvé de fossiles avant le Cénozoïque) devaient être petits, à peu près de la taille d'une souris. Ceci reflète simplement la petite taille de la plupart des mammifères mésozoïques connus pour l'instant, même si quelques plus grands mammifères crétacés ont été trouvés pendant les dernières décennies (HU *et al.* 2005). Jandrok

déplore à juste titre le manque d'intérêt de la plupart des Occidentaux pour les mythes (p. 173) ; en effet, ce domaine est abordé par des chercheurs sérieux, dont les trouvailles sont fort intéressantes (voir la section sur le créationnisme ci-dessus) ! L'auteur évoque ensuite (p. 174) les plans de tenter de recréer un mammouth (en fait, un éléphant génétiquement modifié pour ressembler à un mammouth), et se demande quelles pourraient être les conséquences écologiques de l'introduction de telles espèces ressuscitées sur les écosystèmes actuels (pp. 174–175). Il appelle à juste titre la « désextinction » un mythe, et argumente que ceci constitue un fantasme du retour aux origines, ce qui semble fort plausible. Dans ce contexte, l'auteur signale aussi (p. 188) que les créationnistes américains considèrent les trouvailles paléontologiques comme des mythes, alors qu'ils pensent que les mythes bibliques décrivent l'origine (factuelle) du monde, dans une étrange inversion de nos idées sur ce le mythe et la réalité sur ce sujet !

Ce chapitre fort intéressant comporte une petite erreur nomenclaturale ; il affirme (p. 181) que « Les petits [jeunes] humains sont néoténiques. » En fait, la néoténie ne décrit pas un stade développemental (ici, l'enfance), mais plutôt le phénomène qui conduit certains taxons à ressembler, au stade adulte, aux juvéniles ou larves de taxons étroitement apparentés. Le phénomène est illustré, entre autres, par l'axolotl (*Ambystoma mexicanum*), urodèle pérennibranché vivant dans des lacs de l'altiplano mexicain dans la région de Mexico, et donc très menacé par la forte anthropisation de son milieu de vie (RECUERO *et al.* 2010). La néoténie est un phénomène assez fréquent chez les urodèles (WIENS *et al.* 2005), et on l'a détecté dans ce taxon dès le Jurassique (BUFFRÉNIL *et al.* 2015). Certaines études ont d'ailleurs suggéré que nous sommes néoténiques, par comparaison avec d'autres grands singes (PENIN *et al.* 2002), mais ceci s'applique à notre espèce tout entière, pas à nos seuls enfants !

Le chapitre 7, *La vie trouve toujours un chemin*, par Jean-Philippe Uzan, traite d'aspects stochastiques, de théorie du chaos, dans *Jurassic Park*, à travers le personnage de Ian Malcolm. La phrase prononcée par



Figure 5 – Le ptérosaure *Dimorphodon*, chassant au sol. Reconstitution publiée par Mark P. Witton en 2015, sous la licence Creative Commons *Attribution 4.0 International*. Disponible à <https://en.wikipedia.org/wiki/Dimorphodon#/media/File:Dimorphodon.png>

Malcolm, « la vie trouve toujours un chemin » reflète un phénomène simple mais qu'on n'a pas toujours à l'esprit : un événement très improbable dans une courte période de temps surviendra avec une quasi-certitude dans un laps de temps très grand. De même, en biologie, une mutation très rare se trouve presque certainement dans une grande population. Donc, ce qui peut nous sembler très improbable survient malgré tout dans la nature. La reproduction parmi les dinosaures conçus pour être tous femelles dans *Jurassic Park* est un des événements qui s'expliquent en partie ainsi, en plus d'être un effet de l'idée saugrenue d'utiliser des séquences de grenouilles pour combler les lacunes (p. 223) ; voir l'analyse du chapitre 3, ci-dessus. Uzan mentionne une autre explication possible : la parthénogenèse, mécanisme permettant à des femelles de se reproduire sans l'intervention de mâles. Chez certaines espèces, la reproduction se produit uniquement par parthénogenèse, alors que chez d'autres, ce phénomène est occasionnel et survient généralement lorsque des femelles sont isolées de mâles pendant longtemps, ce qui serait bien le cas des dinosaures (non-aviens) femelles de *Jurassic Park*. Ce phénomène est connu chez certains squamates, dont le dragon de Komodo (WATTS *et al.* 2006), ainsi que chez certains oiseaux, mais il semble souvent un peu pathologique dans ce taxon (RAMACHANDRAN & MCDANIEL 2018). Uzan explique la présence de Malcolm dans *Jurassic Park* par les besoins en mathématiques des assureurs et des financiers en général. Bien que ce besoin soit indéniable et que certains théoriciens soient très forts en mathématiques, d'autres le sont bien moins ; les commentateurs de *BFM Business* que j'écoute régulièrement confondent systématiquement chiffres et nombres !

Uzan soulève de grands problèmes scientifiques, toujours d'actualité quand il déclare (p. 210) que « l'évolution d'un système complexe sur de grandes échelles de temps est peu, voire pas, prévisible » et que « les catégories utilisées pour décrire la nature (les particules, les molécules, les espèces, etc.) ne sont pas éternelles. » Ces deux citations méritent quelques explications. Rien n'indique que si une autre planète reproduisait les mêmes conditions physico-chimiques que la Terre primitive, l'histoire de la vie se déroulerait de la même façon ; c'est même fort improbable, mais bien sûr, impossible à tester. La deuxième citation est exacte, mais elle mélange deux types d'entités, des classes (universels), comme des particules élémentaires, qui existent en un grand nombre, sont identiques, et probablement très répandus dans tout l'univers, et des individus, êtres uniques et bien délimités spatio-temporellement, comme le sont les taxons (GRIFFITHS 1974, KLUGE 1990). Même les particules élémentaires ne sont pas forcément éternelles, car elles n'ont pas toujours existé, selon la théorie du Big Bang, et elles se désintègrent souvent, l'exemple le mieux connu étant constitué par les isotopes radioactifs. Mais les taxons sont bien plus éphémères et spatio-temporellement délimités.

À travers l'anecdote dans laquelle Hammond (le

propriétaire du parc d'attractions d'après lequel le roman et le film furent nommés) vainc les réticences de Grant et Sattler (la paléobotaniste qui fouille avec Grant) en leur offrant de financer leurs campagnes de terrain pendant trois ans, Uzan laisse entendre (p. 214) qu'il est relativement facile « d'acheter » des scientifiques. Ce n'est pas que ces derniers seraient spécialement malhonnêtes, mais simplement parce qu'en recherche, comme dans bien d'autres domaines, l'argent est le nerf de la guerre. On voit bien comment Trump utilise actuellement cette arme économique pour arrêter certains types de recherches aux États-Unis, et en France, la recherche est régulièrement une des variables d'ajustement d'un budget de plus en plus déficitaire. Le public semble penser que la distribution des fossiles dans le monde explique la distribution des paléontologues en poste ; pas du tout ! Il faut plutôt chercher l'explication dans la distribution des budgets que les gouvernements sont prêts à investir dans ce type de recherche.

Uzan soulève des points très intéressants, d'une grande actualité et d'importance sociétale considérable (p. 215) :

Une partie de la science occidentale repose sur le présupposé, dont on revient progressivement, que l'homme est en dehors de la nature, qu'il peut l'étudier et l'exploiter. Malcolm réagit vivement à cette relation de domination sur une nature extérieure : « Qu'est-ce qu'il y a de si beau dans la découverte ? C'est un acte violent de pénétration qui marque au fer rouge ceux qui l'explorent. Ce que vous appelez "découverte"... je l'appelle "viol de la nature". » En effet, découvrir, observer la nature, n'est-ce pas l'altérer ? Nous en connaissons les effets dramatiques, en particulier sur le climat.

Deux aspects de ce passage me semblent discutables. D'une part, l'attitude de bien des humains de se considérer comme exclus de la nature est plus ancienne que la science ; elle remonte au moins au début de la tradition judéo-chrétienne. En effet, la Genèse, 1 :28 indique :

« Dieu les bénit [Adam et Ève], et Dieu leur dit : Soyez féconds et prolifiques, remplissez la terre, et dominez-la. Soumettez les poissons de la mer, les oiseaux du ciel, et sur toute bête qui remue sur la terre. »

Il est difficile de surestimer l'influence profonde que la Bible a eue sur la civilisation occidentale. Or, ce passage contraste fortement avec les discours écolos récents et avec l'attitude de nombreux peuples de chasseurs-cueilleurs (KAPYRKA & DOCKSTATOR 2012) ou d'animistes (même s'ils connaissaient l'élevage), qui étaient souvent bien plus respectueux de la nature, avec laquelle ils envisageaient plutôt une collaboration qu'une domination (GANT 2022).

D'autre part, le « viol de la nature » évoqué par Uzan à travers les paroles de Malcolm n'est pas l'œuvre des scientifiques, dont l'impact direct est très modeste. Ce qui a causé une véritable extinction de masse anthropique, qu'on appelle souvent la « crise de la biodiversité », c'est l'exploitation de la nature par l'ensemble de l'humanité.

Le poids de cette exploitation sur la nature s'accroît rapidement avec la taille de la population humaine et, dans une moindre mesure, par notre niveau de vie. La science n'est pas le problème ! Elle pourrait faire partie de la solution, mais les scientifiques ne font que découvrir ; les sociétés entières, à travers leurs dirigeants, font les choix qui récemment ont été assez catastrophiques pour la biosphère. Le « viol de la nature » par l'homme a commencé il y a fort longtemps, puisque l'extinction de la mégafaune du Pléistocène (**Fig. 6**) est probablement une conséquence de la chasse excessive par nos ancêtres de grands mammifères et oiseaux (BROOK & BOWMAN 2004).

Uzan évoque dans ce contexte « six rapports du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) ». Ceci traduit bien la focalisation de nos médias sur le réchauffement climatique. Cependant, ce réchauffement n'est pas le pire acte contre la nature commis par notre civilisation ; ça serait plutôt l'érosion de la biodiversité (pas évoquée directement dans ce chapitre), dont la principale cause est ailleurs ! En effet, les principaux phénomènes causant l'extinction d'espèces sont la perte et la fragmentation d'habitats (par déforestation, anthropisation de prairies, converties en monocultures, pâturages pour nos bovins et ovins ou urbanisées), la surexploitation (particulièrement par les pêcheries, dans les océans) ; suivent la pollution, le réchauffement climatique et l'introduction (intentionnelle ou pas) par l'homme d'espèces invasives dans divers habitats (CARO *et al.* 2022). Le chapitre se termine par deux paragraphes sur le personnage de Malcolm et sur l'utilisation des mathématiques et des modèles. Cela n'est pas évoqué dans le chapitre, mais les paléontologues utilisent depuis plusieurs années des modélisations mathématiques pour étudier l'évolution de la biodiversité (SEPKOSKI 1981), dont les grandes extinctions de masse (ARENS & WEST 2008, LAURIN & DIDIER 2025), incluant la plus médiatisée et la plus récente (mais pas la plus sévère), qui est celle qui a éliminé la plupart des dinosaures à la fin du Crétacé.

Le chapitre 8, *Peut-on faire revivre les dinosaures ?*, par Alice Lebreton, explique les énormes difficultés techniques qui nous empêchent de ressusciter par clonage un taxon éteint depuis plusieurs millions d'années. Comme le mentionne Lebreton (p. 231), il ne suffit pas d'avoir la séquence d'ADN entière (ce qui est strictement impossible pour un taxon du Mésozoïque), mais il faudrait en plus savoir l'organiser en trois dimensions autour des protéines appelées histones. L'auteur explique bien que même si nous avions tout ça, il faudrait encore avoir un ovule (ou œuf, dans le cas de dinosaures) compatible dans lequel mettre le noyau contenant l'ADN du taxon éteint, et que cet œuf puisse se développer normalement. Or, Lebreton mentionne que sur 44 embryons de gaur (*Bos frontalis gaurus*), un seul naquit, et il mourut deux jours après. De même, sur 439 embryons de bouquetin des Pyrénées (*Capra pyrenaica pyrenaica*), un seul se développa à terme, mais il mourut quelques minutes après sa naissance. Il s'agit pourtant de taxons qui existent encore (gaur) ou se sont



Figure 6 – Mégafaune du Pléistocène supérieur, dans le nord de l'Espagne. Reconstitution par Mauricio Antón effectuée en 2004, publiée sous la licence [Creative Commons Attribution 2.5 Générique](https://creativecommons.org/licenses/by/2.5/). Disponible à https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ice_age_fauna_of_northern_Spain_-_Mauricio_Ant%C3%B3n.jpg

éteints très récemment (bouquetin des Pyrénées), ayant des proches parents très bien connus des vétérinaires (boeufs et caprinés). Imaginez combien plus difficile il serait de ramener des dinosaures mésozoïques, dont on connaît très mal la physiologie et le comportement, et qui sont séparés de leurs plus proches parents actuels (les oiseaux) par plus de 70 millions d'années d'évolution ! Lebreton explique enfin (p. 235) qu'aucun ADN de dinosaure mésozoïque n'a pu être séquencé pour l'instant, car cette molécule se dégrade avec le temps. Peu après la sortie du film *Jurassic Park*, une étude prétendit avoir séquencé des os de dinosaures du Crétacé (WOODWARD *et al.*, 1994), mais ces séquences s'avèrent n'être que de la contamination, probablement humaine (HEDGES *et al.* 1995). Pour l'instant, la plus ancienne séquence d'ADN avérée date d'environ 500 000 ans (WILLERSLEV & COOPER 2005), et même si de l'ADN plus ancien était conservé, s'assurer de la véracité de la séquence serait très difficile (PRÜFER *et al.* 2010). Ce chapitre évoque également (pp. 232–233) les problèmes éthiques (et potentiellement sanitaires) soulevés par des modifications génétiques apportées à des embryons de deux filles qui naquirent en 2018.

Lebreton explique (p. 238) que des manipulations génétiques visant à créer un animal ressemblant à un dinosaure mésozoïque peuvent réduire l'ampleur du bec corné chez des oiseaux, et même produire des rudiments de dents. Des manipulations supplémentaires pourraient potentiellement transformer les ailes en bras, voire de faire réapparaître la queue. Mais comme le conclut Lebreton, ceci ne correspondrait à aucune espèce de dinosaure mésozoïque ayant existé ; cela donnerait une espèce de curiosité zoologique n'ayant pas sa place dans la nature.

Plus intéressante, mais également illusoire, est la stratégie, envisagée par l'entreprise américaine d'ingénierie génomique *Colossal*, de modifier le génome de taxons actuels étroitement apparentés à une espèce éteinte pour produire une imitation de cette dernière. Ceci serait envisageable pour des taxons éteints depuis quelques centaines à plusieurs milliers d'années, comme le dodo, le « loup marsupial » (*Thylacinus cynocephalus*), ou le mammouth laineux (*Mammuthus primigenius*). Cette méthode (pp. 239–240) impliquerait un bricolage génétique minimal ; la ressemblance avec l'espèce éteinte concernerait quelques caractères-clés. Par exemple, en modifiant le génome de l'éléphant d'Asie (le plus proche parent du mammouth laineux) pour lui donner un pelage épais, de grandes défenses recourbées, de plus petites oreilles et une bosse au-dessus des épaules, on pourrait créer un simili-mammouth. On pourrait même altérer son métabolisme, pour qu'il soit plus adapté à un climat froid. Mais ça ne serait pas un vrai mammouth ; il n'aurait pas le même régime alimentaire, le même comportement, le même système digestif, etc. Il pourrait cependant être utilisé dans le tournage de films dans lesquels on a besoin de montrer des mammouths (mais les animations sont tellement bonnes, que l'intérêt pour le tournage de films me semble limité). Il est même plausible que des hordes de touristes voudraient voir de tels simili-mammouths. Mais cela ne nous apprendra rien sur les véritables mammouths laineux, contrairement à ce que le film *Jurassic Park* suggère, concernant divers dinosaures mésozoïques. À quoi cela servirait ceci ? Lebreton mentionne (p. 242), avec raison, que les causes de l'extinction de ces taxons persistent. Il semblerait donc difficile, si on ramenait un simili-dodo ou un simili-loup marsupial, de le réintroduire dans son ancien habitat. Pire, comme le sou-

ligne l'auteur (p. 249), la médiatisation de ces projets détourne l'attention du public des efforts de conservation des espèces en danger d'extinction, qui sont fort nombreuses. D'ailleurs, pourquoi englober des sommes colossales pour produire des imitations d'espèces éteintes alors qu'on n'arrive même pas à consacrer les ressources nécessaires à préserver l'habitat de nombreuses espèces actuelles menacées d'extinction ?

La bibliographie contient de nombreuses références fort utiles, mais on regrettera que seuls les chapitres 1, 3, 6 et 8 y soient représentés. Le format de ces références est présenté de façon un peu hétérogène, celles des chapitres 1, 3 et 6 sont présentées en ordre alphabétique de premier auteur, mais celles du chapitre 8 le sont par des numéros cités dans le texte, comme dans certaines revues à format bibliographique compact.

Le livre est écrit dans un langage accessible et conviendra donc à un vaste lectorat ; outre les individus intéressés par la paléontologie, l'évolution et l'ingénierie génétique, les aficionados de littérature de science-fiction ou simplement les spectateurs ayant apprécié les films *Jurassic Park* et *Jurassic World* pourront parfaire leurs connaissances de façon agréable. Le livre témoigne de l'interaction entre science, littérature et cinéma, et particulièrement, de l'impact sociétal important de la paléontologie.

RÉFÉRENCES

- ARENS, N.C. & I.D. WEST. 2008 – Press-pulse: a general theory of mass extinction? *Paleobiology*, 34: 456–471.
- BAECKENS, S. & R. VAN DAMME. 2020 – The island syndrome. *Current Biology*, 30: R338–R339.
- BORGEAUD, P. & T. RÖMER. 2008 – Mythologie de la Méditerranée et du Proche-Orient: regards croisés sur l'origine de l'humanité. In: Borgeaud P and Prescendi F, eds. *Religions antiques. Une introduction comparée: Égypte-Grèce-Proche-Orient-Rome*: Labor et Fides. 121–148.
- BROCHU, C.A. 2000 – A digitally-rendered endocast for *Tyrannosaurus rex*. *The Journal of Vertebrate Paleontology*, 20: 1–6.
- BROOK, B.W. & D.M.J.S. BOWMAN. 2004 – The uncertain blitzkrieg of Pleistocene megafauna. *Journal of Biogeography*, 31: 517–523.
- BRUSATTE, S.L., R.J. BUTLER, P.M. BARRETT, M.T. CARRANO, D.C. EVANS, G.T. LLOYD, P.D. MANNION, M.A. NORELL, D.J. PEPPE & P. UPCHURCH. 2015 – The extinction of the dinosaurs. *Biological Reviews*, 90: 628–642.
- BUFFRÉNIL, V.d., A. CANOVILLE, S.E. EVANS & M. LAURIN. 2015 – Histological study of karaurids, the oldest known (stem) urodeles. *Historical Biology*, 27: 109–114.
- CANOVILLE, A., M.H. SCHWEITZER & L. ZANNO. 2020 – Identifying medullary bone in extinct avemetatarsalians: challenges, implications and perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 375: 20190133.
- CARO, T., Z. ROWE, J. BERGER, P. WHOLEY & A. DOBSON. 2022 – An inconvenient misconception: Climate change is not the principal driver of biodiversity loss. *Conservation Letters*, 15: e12868.
- CINCOTTA, A., E.B. PESTCHEVITSKAYA, S.M. SINITSIA, V.S. MARKEVICH, V. DEBAILLE, S.A. RESHETOVA, I.M. MASHCHUK, A.O. FROLOV, A. GERDES & J. YANS. 2019 – The rise of feathered dinosaurs: *Kulindadromeus zabaikalicus*, the oldest dinosaur with 'feather-like' structures. *PeerJ*, 7: e6239.
- DAVIES, G.I. 2013 – Introduction to the Pentateuch. In: Barton J and Muddiman J, eds. *The Oxford Bible Commentary*. Oxford: Oxford University Press. 12–37.
- EMERY, N.J. & N.S. CLAYTON. 2004 – Comparing the complex cognition of birds and primates. In: Rogers LJ and Kaplan G, eds. *Comparative vertebrate cognition: are primates superior to non-primates? Developments in Primatology: Progress and Prospects*. Boston, MA: Springer. 3–55.
- EMERY, N.J. & N.S. CLAYTON. 2005 – Evolution of the avian brain and intelligence. *Current Biology*, 15: R946–R950.
- FOTH, C. & O.W. RAUHUT eds. 2020 – *The evolution of feathers*. Cham, Switzerland: Springer.
- GANT, C.M. 2022 – The Cooperative Spirit of Nature in the Kalevala Creation Myth: An Argument for Modern Animism. *Challenges*, 14: 2.
- GARCIA, M.S., A.O. FONSECA, M. DOERING, Á.A. DA ROSA & R.T. MÜLLER. 2024 – A new sympatric occurrence of lagerpetids (Pan-Aves, Pterosauroomorpha) in the upper Triassic of southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 140: 104897.
- GRIFFITHS, G.C.D. 1974 – On the foundations of biological systematics. *Acta Biotheoretica*, 23: 85–131.
- HEDGES, S.B., M.H. SCHWEITZER, S. HENIKOFF, M.W. ALLARD, D. YOUNG, Y. HUYEN, H. ZISCHLER, M. HÖSS, O. HANDT, A. VON HAESELER, A.C. VAN DER KUYL, J. GOUDSMITH & S. PÄÄBO. 1995 – Detecting dinosaur DNA. *Science*, 268: 1191–1194.
- HENDERSON, D.M. 2018 – A buoyancy, balance and stability challenge to the hypothesis of a semi-aquatic *Spinosaurus* Stromer, 1915 (Dinosauria: Theropoda). *PeerJ*, 6: e5409.
- HENNIG, W. 1966 – *Phylogenetic systematics*. University of Illinois Press: Urbana, Chicago, London.
- HENNIG, W. 1981 – *Insect Phylogeny*. John Wiley & Sons: Chichester.
- HENNIG, W. 1983 – *Stammesgeschichte der Chordaten*. P. Parey: Hamburg.
- HOLTZ, T.R. 1996 – Phylogenetic taxonomy of the Coelurosauria (Dinosauria: Theropoda). *Journal of Paleontology*, 70: 536–538.
- HU, Y., J. MENG, Y. WANG & C. LI. 2005 – Large Mesozoic mammals fed on young dinosaurs. *Nature*, 433: 149–152.

- IBRAHIM, N., S. MAGANUCO, C. DAL SASSO, M. FABBRI, M. AUDITORE, G. BINDELLINI, D.M. MARTILL, S. ZOUHRI, D.A. MATTARELLI & D.M. UNWIN. 2020 – Tail-propelled aquatic locomotion in a theropod dinosaur. *Nature*, 581: 67–70.
- IBRAHIM, N., P.C. SERENO, C. DAL SASSO, S. MAGANUCO, M. FABBRI, D.M. MARTILL, S. ZOUHRI, N. MYHRVOLD & D.A. IURINO. 2014 – Semiaquatic adaptations in a giant predatory dinosaur. *Science*, 345: 1613–1616.
- KAPYRKA, J. & M. DOCKSTATOR. 2012 – Indigenous knowledges and western knowledges in environmental education: Acknowledging the tensions for the benefits of a “two-worlds” approach. *Canadian Journal of Environmental Education (CJEE)*, 17: 97–112.
- KLUGE, A.G. 1990 – Species as historical individuals. *Biology and Philosophy*, 5: 417–431.
- KO, K.H. 2016 – Origins of human intelligence: The chain of tool-making and brain evolution. *Anthropological Notebooks*, 22.
- LAURIN, M. & G. DIDIER. 2025 – The rise and fall of Varanopidae† (Amniota, Synapsida). *Frontiers in Earth Science*, 13: 1544451.
- LE QUELLEC, J.-L. 2014 – À quoi ressemblaient les premiers mythes? *Sciences Humaines*, 262: 52–53.
- LHERMINIER, P. & M. SOLIGNAC. 2005 – *De l'espèce*. Syllepse: Paris.
- LOMOLINO, M.V. 1985 – Body size of mammals on islands: the island rule reexamined. *The American Naturalist*, 125: 310–316.
- MYHRVOLD, N.P., S.L. BAUMGART, D. VIDAL, F.E. FISH, D.M. HENDERSON, E.T. SAIITA & P.C. SERENO. 2024 – Diving dinosaurs? Caveats on the use of bone compactness and pFDA for inferring lifestyle. *Plos one*, 19: e0298957.
- PADIAN, K. 2009 – The evolution of creationists in the United States: where are they now, and where are they going? *Comptes rendus Biologies*, 332: 100–109.
- PENIN, X., C. BERGE & M. BAYLAC. 2002 – Ontogenetic study of the skull in modern humans and the common Chimpanzees: neotenic hypothesis reconsidered with a tridimensional procrustes analysis. *American Journal of Physical Anthropology*, 118: 50–62.
- PEOPLES, H.C., P. DUDA & F.W. MARLOWE. 2016 – Hunter-gatherers and the origins of religion. *Human Nature*, 27: 261–282.
- PRÜFER, K., U. STENZEL, M. HOFREITER, S. PÄÄBO, J. KELSO & R.E. GREEN. 2010 – Computational challenges in the analysis of ancient DNA. *Genome biology*, 11: 1–15.
- RAMACHANDRAN, R. & C. MCDANIEL. 2018 – Parthenogenesis in birds: a review. *Reproduction*, 155: R245–R257.
- RECUERO, E., J. CRUZADO-CORTES, G. PARRA-OLEA & K.R. ZAMUDIO. 2010 – Urban aquatic habitats and conservation of highly endangered species: the case of *Ambystoma mexicanum* (Caudata, Ambystomatidae). *Acta Zoologica Fennici*, 47: 223–238.
- RUSSELL, D.A. & R. SÉGUIN. 1982 – Reconstructions of the small Cretaceous theropod *Stenonychosaurus inequalis* and a hypothetical dinosauroid. *Syllogeus*, 37: 1–43.
- SEPKOSKI, J.J., Jr. 1981 – A factor analytic description of the Phanerozoic marine fossil record. *Paleobiology*, 7: 36–53.
- SERENO, P.C., N. MYHRVOLD, D.M. HENDERSON, F.E. FISH, D. VIDAL, S.L. BAUMGART, T.M. KEILLOR, K.K. FORMOSO & L.L. CONROY. 2022 – *Spinosaurus* is not an aquatic dinosaur. *Elife*, 11: e80092.
- SOMMER, B.D. 2011 – Dating pentateuchal texts and the perils of pseudo-historicism. In: DOZEMAN TB, SCHMID K and SCHARTZ BJ, eds. *Forschungen zum Alten Testament*. Tübingen: Mohr Siebeck. 85–108.
- ULETT, M.A. 2014 – Making the case for orthogenesis: the popularization of definitely directed evolution (1890–1926). *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 45: 124–132.
- WATTS, P.C., K.R. BULEY, S. SANDERSON, W. BOARDMAN, C. CIOFI & R. GIBSON. 2006 – Parthenogenesis in Komodo dragons. *Nature*, 444: 1021–1022.
- WHITAKER, M. 1983 – The Raven Cycle: Mythology in Process. *Canadian Children's Literature/Littérature canadienne pour la jeunesse*, 29/30: 46–52.
- WIENS, J.J., R.M. BONETT & P.T. CHIPPINDALE. 2005 – Ontogeny discombobulates phylogeny: paedomorphosis and higher-level salamander relationships. *Systematic Biology*, 54: 91–110.
- WILLERSLEV, E. & A. COOPER. 2005 – Ancient DNA. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 272: 3–16.
- WOODWARD, S.R., N.J. WEYAND & M. BUNNELL. 1994 – DNA sequence from Cretaceous period bone fragments. *Science*, 266: 1229–1232.
- XU, X. 2006 – Feathered dinosaurs from China and the evolution of major avian characters. *Integrative Zoology*, 1: 4–11.
- YANG, Z., B. JIANG, M.E. MCNAMARA, S.L. KEARNS, M. PITTMAN, T.G. KAYE, P.J. ORR, X. XU & M.J. BENTON. 2019 – Pterosaur integumentary structures with complex feather-like branching. *Nature ecology & evolution*, 3: 24–30.



Nouveauté Jeunesse
Éditions MSM

Les Fourmis, dans la collection Leur vie secrète...

textes de Luc Passera, illustrations de Caroline Rey.

48 pages, format 15,4 × 21,4 cm, avec dos carré et couverture souple.

PVTTC : 12,50 €.

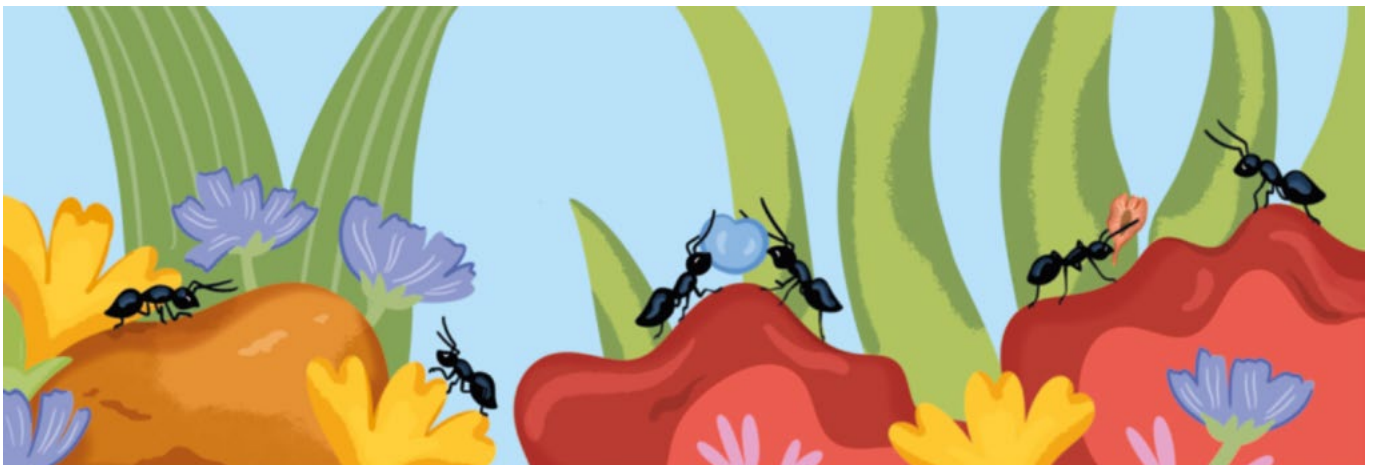
À partir de 7 ans.

Un album jeunesse sur les fourmis, signé Luc Passera, éminent entomologiste et myrmécologue, professeur émérite de l'université Paul-Sabatier de Toulouse, illustré avec fraîcheur, humour et poésie par Caroline Rey.

Ce petit livre se propose d'expliquer, à hauteur d'enfant, mais de façon scientifiquement exacte, la vie secrète et fascinante des fourmis: fondation du nid, importance de la reine, « métiers » des ouvrières qui peuvent être nourrices, ravitailleuses, bâtisseuses et même soldates, alimentation et vie en société, rôle des phéromones dans le tracé des pistes de récolte, moyens de défense, importance de l'hygiène dans la fourmilière...

L'enfant sera surpris de l'ingéniosité de ce petit peuple, qui forme un contingent de 10 millions de milliards d'individus sur notre planète, « pesant » plus que tous les humains et constituant un maillon essentiel de notre biodiversité!

Le livre comporte en annexes, pour les petits curieux, des pages spéciales avec glossaire, schéma et cladogramme illustrés, et tout au long de la narration, proverbes, expressions et poèmes viennent égayer et enrichir le propos.



RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

Le bulletin de la Société d'Histoire naturelle paraît par tome annuel. Les textes des articles soumis pour publication doivent être envoyés sous la forme d'un fichier au format Word, sans mise en page (une seule colonne, pas de tabulation ni alinéa, pas de listes à puces...) à l'un des membres ci-dessous :

Nathalie Séjalon-Delmas : nathalie.sejalon-delmas@utoulouse.fr

Michel Bilotte : geoloc.meb@gmail.com

Stéphane Aulagnier : stephane.aulagnier@utoulouse.fr

Le manuscrit (au format Word) doit être structuré ainsi :

- titre de l'article en français et en anglais,
- prénom et nom des auteurs,
- adresse ou organisme de rattachement,
- adresse électronique,
- bref résumé en français et en anglais,
- mots clefs (6 au maximum) en français et en anglais,
- texte de l'article avec mention de l'emplacement souhaité pour les figures, tableaux et planches. Dans le texte, les références aux illustrations et aux tableaux seront présentées ainsi : (Fig. 1), (Tabl. 1).
- remerciements,
- références bibliographiques,
- liste des figures avec les légendes (et les échelles si nécessaire) ainsi que la signification des abréviations,
- liste des tableaux avec les légendes et la signification des abréviations.

Les illustrations sont à fournir aux formats jpg, png ou pdf avec une définition minimale de 300 ppp. Elles doivent pouvoir tenir sur une seule page.

Les italiques sont à réserver dans le texte aux seuls noms de genre et d'espèces en latin, ainsi qu'en bibliographie aux noms des périodiques scientifiques (le nom du périodique doit figurer en toutes lettres) et aux titres des livres cités.

Les références bibliographiques doivent être présentées ainsi :

BELHACENE L. & D.P. MERCIER. 2023 – Quelques changements nomenclatureaux pour le genre *Rubus* (2), *Carnets Botaniques*, 139, 1-15.

SOUQUET P., B. PEYBERNES, M. BILOTTE & E.J. DEBROAS. 1977 – La chaîne alpine des Pyrénées. *Géologie Alpine*, 53, 193-216.

MACKEE H.S. 1994 – *Catalogue des plantes introduites et cultivées en Nouvelle-Calédonie*. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 164 p.

Dans le texte, les références aux auteurs d'articles ou de livres se font par le nom de l'auteur en petites majuscules et l'année de publication (ex. CISZAK 1973). Si l'article est signé par deux auteurs utiliser « & » entre leurs noms, ex. (DEBROAS & AZAMBRE 2012) et si l'article est signé par plus de deux auteurs utiliser « *et al.* », ex. (KRUIT *et al.* 1975).

Les articles à publier sont soumis à un comité de lecture dont les décisions sont sans appel.

Pour tout article proposé, l'un au moins des auteurs accepte pour l'occasion d'être membre de la Société et donc d'acquitter le montant de la cotisation annuelle.

Le nombre de page n'est pas limité.

La Société d'Histoire Naturelle fournit tous les articles en fichier pdf. Des tirés-à-part éventuels sous forme papier sont à la charge des auteurs.

Le montant des cotisations annuelles est indiqué sur le site www.shnt.fr

Règlement par chèque ou virement bancaire à l'ordre de :

Société d'Histoire Naturelle de Toulouse,
Université Paul Sabatier, Jardin Botanique,
2 rue Lamarck, 31400 Toulouse, France.

IBAN : FR62 2004 1010 1600 1256 1V03 759

BIC : PSSTFRPPTOU

Adresse pour l'expédition des périodiques en échange du bulletin
Mailing address for the sending of journal in exchange with the bulletin

Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse
Département Échanges-Promotion-Diffusion,
Service Commun de la documentation
Université Paul-Sabatier, Toulouse 3
118 route de Narbonne, F - 31062 Toulouse cedex 09 (France)

Achevé d'imprimer en février 2026 sur les presses de l'Imprimerie Graphitti - 31140 Launaguet

Dépôt légal : 1^{er} trimestre 2026

SOMMAIRE TOME 161 – 2025

N. SEJALON-DELMAS – Éditorial	3
S. AULAGNIER – Extinctions de Grands Mammifères : l'accélération à l'Anthropocène.....	5
J. CANEROT – Le Lichançumendy : une klippe sédimentaire dans le remplissage albo-aptien du bassin de Tardets-Sorholus (Pyrénées-Occidentales)	17
J. CANEROT – Les Pyrénées : une nouvelle approche géologique.....	23
G. CORRIOL, C. HANNOIRE & P. JARGEAT – Contribution à l'inventaire mycologique de la France : région Occitanie.....	35
P. FAURE, Y. ALMERAS † & J. PLICOT – Les brachiopodes du Crétacé supérieur des Hautes Corbières (Cénomanien à Santonien) (Aude, France)	99

CONFÉRENCES

S. AULAGNIER – Extinctions de Grands Mammifères : l'accélération à l'Anthropocène.....	135
J.-D. VIGNE – La domestication animale, un compagnonnage par nature.....	137
M. BOUDADI-MALIGNE – Entre chien et loup : histoire de la première domestication animale.....	143

ANALYSE D'OUVRAGE

M. LAURIN – Jurassic Park et les sciences	145
---	-----

PROMOTION D'OUVRAGE

L. PASSERA, illustrations de C. REY – Les Fourmis	157
---	-----

