

INTÉRÊT DES MOTIFS COLORÉS RÉSIDUELS DES COQUILLES DE MOLLUSQUES POUR LA VALORISATION DES SITES PALÉONTOLOGIQUES ET DES COLLECTIONS : L'EXEMPLE DU BADÉNIEN DE ROUMANIE

Bruno CAZE, Jean-Paul SAINT MARTIN, Didier MERLE et Simona SAINT MARTIN

*Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Histoire de la Terre, UMR 7207 CNRS, Centre de Recherche
sur la Paléobiodiversité et les Paléoenvironnements, CP 38, 8 rue Buffon, 75005 Paris, France
caze@mnhn.fr*

Abstract. The Romanian Badenian deposits from Deva region (Lăpuș de Sus, Coșteiu) are known for the exceptional preservation of fossil shells. The exposition under Ultraviolet light of these shells revealed the residual colour patterns of 16 studied species of gastropods and bivalves. These observations confirm that the fossil record of colour patterns, traditionally considered as a rare phenomenon, is very common on well preserved Cenozoic shells. The new perspectives offered by the study of residual colour patterns in Cenozoic molluscs allow to consider the Romanian Badenian heritage as an inestimable scientific value emphasizing their necessary preservation.

Key-words. Badenian, Romania, molluscs, UV light, residual colour patterns

1. INTRODUCTION

Le Badénien (Langhien – Serravallien inférieur) représente une période clé dans l'histoire du bassin méditerranéen et constitue un témoignage important des environnements paratéthysiens. La malacofaune de la région de Deva (Hunedoara) caractérisée par une richesse spécifique très importante (plus de 1000 espèces décrites) et une préservation remarquable des coquilles, a fait l'objet de nombreux travaux scientifiques de référence depuis plus d'un siècle et demi. La qualité exceptionnelle de ce matériel en fait un point de référence idéal pour tester la présence fréquente de motifs colorés résiduels chez les mollusques du Néogène.

En effet, si les motifs colorés des mollusques, souvent utilisés pour l'identification des espèces dans l'Actuel, ont le plus souvent disparu dans le registre fossile, des travaux initiés par Olsson (1967) ont démontré que l'utilisation de la lumière Ultraviolet permettait de les révéler par fluorescence sur les coquilles cénozoïques (Kase *et al.* 2008). A la suite de ces travaux, durant les années 1970, 1980 et le début des années 1990, plusieurs auteurs ont publié des clichés de gastéropodes et bivalves fossiles (principalement d'Amérique du Nord) pris sous lumière Ultraviolet (Vokes & Vokes 1968 ; Cate 1972 ; Hoerle 1976 ; Dockery 1980 ; Bouniol 1982 ; Swann & Kelley 1985 ; Pitt & Pitt 1993). Cependant, les informations apportées restent généralement superficielles et sont produites dans le cadre de monographies régionales (Merle *et al.* 2008). Leur potentiel pour la taxonomie des mollusques fossiles, l'établissement de lignées et l'identification de nouvelles espèces, a été évoqué par certains auteurs (Dockery 1980 ; Swann & Kelley 1985 ; Pitt & Pitt 1993). Mais, à l'exception du travail de Cate (1972) sur les Lyriinae d'Amérique du Nord, ils n'ont jamais réellement été abordés comme un nouvel outil cohérent pour la systématique des espèces fossiles.

L'examen de la malacofaune du Badénien de Roumanie s'inscrit dans un large cadre de recherche visant à démontrer que les motifs colorés résiduels sont présents de manière pérenne au cours du Cénozoïque. Un tel résultat permettrait notamment de faire des comparaisons de taxons à différentes échelles de temps et à terme d'en déduire des implications évolutives. Pour cela, il est nécessaire de tester du matériel provenant de nombreux sites à travers l'Europe. Des travaux récents (Merle *et al.* 2008 ; Caze *et al.* 2010) semblent indiquer que, sous réserve d'une bonne préservation (coquilles non décalcifiées), les motifs résiduels sont fréquemment observables chez de très nombreuses espèces du Lutétien du bassin de Paris. L'objectif des observations faites sous lumière UV n'est donc pas de réaliser une étude exhaustive des motifs colorés résiduels des gastéropodes et bivalves badéniens mais de démontrer leur présence fréquente sur ce type de matériel et le potentiel de valorisation d'exemplaires déposés dans les collections de nombreux musées d'Europe.

2. MATÉRIEL EXAMINÉ ET PROVENANCE

Les fossiles utilisés ont été récoltés lors d'une campagne de fouilles menée en Roumanie, sur les gisements badéniens de Lăpugiu de Sus (Fig. 1) et de Coșteiu de Sus (Fig. 2).

Nous avons pu collecter de nombreux spécimens dans les niveaux sablo-conglomératiques de Lăpugiu de Sus, correspondant à un paléoenvironnement de type infralittoral, péri-récifal, et dans les marnes de Coșteiu de Sus, correspondant à un paléoenvironnement de type à circalittoral. Le matériel étudié représente un



▲ **FIGURE 1.** Gisement fossilifère de Lăpugiu de Sus.



◀ **FIGURE 2.** Gisement fossilifère de Coșteiu de Sus.

total de 16 espèces de gastéropodes et bivalves et une centaine de spécimens. Ce matériel a été sélectionné en prenant en compte, dans la mesure du possible, la présence de motifs colorés chez les plus proches parents actuels, et selon l'état de préservation des spécimens.

3. MÉTHODES

3.1. Protocole expérimental

Les motifs colorés disparus des coquilles cénozoïques peuvent être révélés par un bain d'hypochlorite de sodium suivi d'une exposition sous lumière Ultraviolet (Vokes & Vokes 1968 ; Dockery 1980 ; Swann & Kelley 1985 ; Kase *et al.* 2008 ; Caze *et al.* 2010). Dans un premier temps, les échantillons sont placés dans de l'hypochlorite de sodium concentré pendant une durée de 24 heures (Fig. 3). Ils sont ensuite méthodiquement lavés à l'eau puis, dans un second temps, disposés sous une lampe émettant une lumière UV à ondes longues (longueur d'onde de 3600 Å ; Fig. 3).

L'hypochlorite de sodium entraîne une oxydation des résidus de pigments qui permet, sous lumière UV, de rendre fluorescents les motifs colorés masqués en lumière naturelle (Dockery 1980 ; Fig. 4). Les échantillons doivent être soigneusement lavés à l'eau avant d'être séchés pour éviter la formation de dépôts de sodium à la surface de la coquille.

Le protocole utilisé, défini par Merle *et al.* (2008) est non destructif pour les coquilles fossiles. Aucune précaution particulière n'est donc nécessaire pour les préserver. Seules les fossiles fracturés et ne devant leur cohésion qu'aux sédiments, potentiellement solubles dans l'eau, qu'ils contiennent sont inexploitable dans ce type d'étude.

3.2. Prises de vue et traitement informatique

Pour les prises de vue sous lumière UV, les spécimens sont disposés à l'intersection de deux radiations émises par des lampes placées face à face. Si cela est nécessaire, les prises de vue ainsi obtenues sont ensuite traitées à l'aide de logiciels informatiques pour obtenir les meilleures images possibles. Les deux opérations réalisées lors de ce traitement sont l'ajustement de la luminosité et l'accentuation des contrastes.

Il faut rappeler que les parties de coquilles ou éléments géométriques fluorescents sous lumière UV correspondent aux parties ou éléments qui étaient pigmentés du vivant de l'animal alors que les zones sombres représentent des zones qui n'étaient pas pigmentées (Figs 5-6).



FIGURE 3. La révélation des motifs colorés résiduels. **1.** Échantillon de divers gastéropodes fossiles dans un bain d'hypochlorite de sodium. **2.** Observation de spécimens fossiles sous lampe à Ultraviolet.

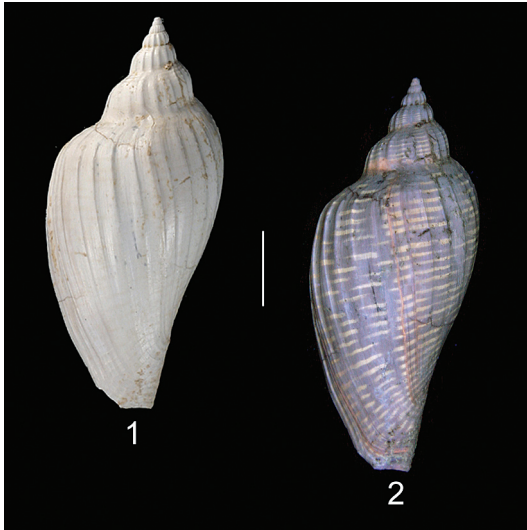


FIGURE 4. Spécimen de *Athleta (Neoathleta) lyra* (Lamarck, 1802) vu en lumière naturelle (**1**) et sous lumière UV (**2**) avec le motif coloré résiduel. Vue dorsale, MNHN A25031, Monts, Oise. Échelle : 10 mm.

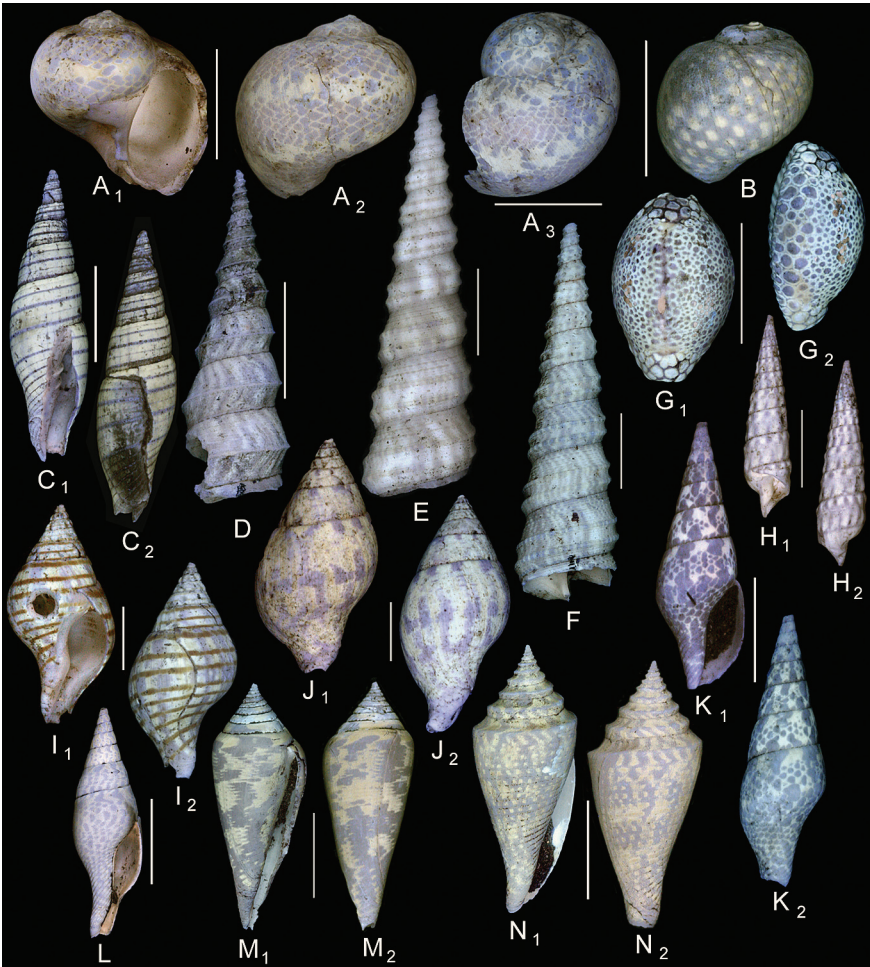


FIGURE 5. Motifs colorés résiduels chez divers gastéropodes du Badénien (Langhien-Serravalien) de Roumanie sous lumière UV. **A-B, Naticidae Guilding, 1834.** **A,** *Natica* sp. (A₁, vue ventrale, A₂, vue dorsale, A₃, vue apico-labrale), MNHN A31069, Lăpugiu de Sus, Hunedoara ; **B,** *Natica millepunctata* Lamarck, 1822, vue dorsale, MNHN A31070, Lăpugiu de Sus ; **C, Mitridae Swainson, 1829,** *Mitra (Tiara) scrobiculata* (Brocchi, 1814) (C₁, vue ventrale, C₂, vue dorsale), MNHN A31647, Lăpugiu de Sus ; **D-F, Turritellidae Lovén, 1847.** **D,** *Turritella (Zaria) subacutangula* (d'Orbigny, 1852), vue labrale, MNHN A31708, Lăpugiu de Sus ; **E,** *Turritella (Archimediella) archimedis* (Brongniart, 1823), vue dorsale, MNHN A31707, Lăpugiu de Sus ; **F,** *Turritella (Archimediella) archimedis* (Brongniart, 1823), vue dorsale, MNHN A31706, Lăpugiu de Sus ; **G, Ovulidae Fleming, 1822,** *Pustularia duclosiana* (Basterot, 1825) (G₁, vue dorsale, G₂, vue abaperturale), MNHN A31711, Lăpugiu de Sus ; **H, Terebridae Mörch 1852,** *Terebra (Strioterebrum) basteroti* Nyst, 1843 (H₁, vue ventrale, H₂, vue abaperturale), MNHN A31925, Lăpugiu de Sus ; **I-J, Buccinidae Rafinesque 1815.** **I,** *Euthria (Euthria) fuscocingulata* (Hoernes in Hoernes & Auinger, 1890) (I₁, vue ventrale, I₂, vue dorsale), MNHN A31710, Lăpugiu de Sus ; **J,** *Euthria (Euthria)* sp. (J₁, vue ventrale, J₂, vue dorsale), MNHN A31925, Lăpugiu de Sus ; **K-L, Columbellidae Swainson, 1840,** *Columbella* sp., (K₁, vue ventrale, K₂, vue dorsale), MNHN A31709, Coșteiu de Sus, Hunedoara ; **L,** *Mitrella (Macrurella) nassoides* (Grateloup, 1827), vue ventrale, MNHN A31806, Coșteiu de Sus ; **M-N, Conidae Fleming, 1822.** **M,** *Conus (Chelyconus)* sp. (M₁, vue ventrale, M₂, vue dorsale), MNHN A31836, Coșteiu de Sus ; **N,** *Conus (Conolithus) dujardini* (Deshayes, 1845) (N₁, vue ventro-abaperturale, N₂, vue dorsale), MNHN A31837, Coșteiu de Sus. Échelle : 10 mm, 5 mm (H-K).

4. DESCRIPTIONS DES MOTIFS COLORÉS RÉSIDUELS

4.1. Gastropoda

Naticidae Guilding, 1834

Natica sp. (Fig. 5A)

Le motif est composé de taches sombres sur un fond clair et fluorescent. Les taches sont de forme losangique et de taille légèrement variable. Elles sont regroupées sur le tour au niveau de quatre zones plus ou moins distinctes et où elles forment un réseau ou treillis : la zone basale (Fig. 5A₂), la zone abapicale (Fig. 5A₂), la zone adapicale (Fig. 5A₂) et la zone sous-suturale (Fig. 5A₃).

Natica millepunctata Lamarck, 1822 (Fig. 5B)

Le motif montre des taches claires et fluorescentes sur un fond sombre. Les taches sont de forme subcirculaire et sont plus grande sur la partie médiane du tour (Fig. 5B). Elles sont réparties en quinconce et de manière régulière à la surface de la coquille (Fig. 5B).

Mitridae Swainson, 1829

Mitra (Tiara) scrobiculata (Brocchi, 1814) (Fig. 5C)

Le motif présente des bandes spirales claires et fluorescentes sur un fond sombre. Les bandes sont rectilignes et resserrées. Elles sont plus épaisses sur la partie médiane du tour et très fines au niveau du canal siphonal (Fig. 5C₁).

Turritellidae Lovén, 1847

Turritella (Zaria) subacutangula (d'Orbigny, 1852) (Fig. 5D)

Le motif est composé de bandes axiales claires et fluorescentes sur un fond sombre. Les bandes sont opisthocyrtes, d'épaisseur subégale et à peu près équidistantes à l'échelle du tour.

Turritella (Archimediella) archimedis (Brongniart, 1823) (Fig. 5E-F)

Le motif montre des bandes axiales claires et fluorescentes sur un fond sombre. Les bandes sont opisthocyrtes, d'épaisseur variable et plus ou moins resserrées. Elles peuvent être parfois coalescentes et former des bandes plus épaisses (Fig. 5E).

Haustator (Archimediella) cf. turris (Basterot, 1825)

Le motif est composé de taches sombres sur un fond clair et fluorescent. Les taches sont petites et de taille homogène. Elles sont alignées spiralement au niveau des cordons spiraux et sont équidistantes.

Ovulidae Fleming, 1822

Pustularia duclosiana (Basterot, 1825) (Fig. 5G)

Le motif présente deux composantes distinctes : une montrant des taches claires et fluorescentes sur un fond sombre, au niveau de l'apex et de la base de la coquille, et une montrant des taches sombres sur un fond clair, sur la partie médiane (Fig. 5G). Sur les extrémités apicale et basale, les taches sont resserrées, de forme plus ou moins hexagonale et de taille homogène. Sur la partie médiane, les taches sont de forme subcirculaire et sont petites sur la partie dorsale et bien plus grandes à proximité de l'ouverture (Fig. 5G₂). Elles sont parfois coalescentes au niveau du sillon médian dorsal (Fig. 5G₂).

Terebridae Mörch 1852

Terebra (Strioterebrum) basteroti Nyst, 1843 (Fig. 5H)

Le motif montre des taches sombres sur un fond clair et fluorescent (Fig. 5H). Les taches sont petites, légèrement allongées axialement et forment deux alignements spiraux au niveau de la zone sous-suturale et sur la partie médiane du tour (Fig. 5H). Elles sont équidistantes, de taille homogène et sont situées entre les nodosités.

Buccinidae Rafinesque 1815

Euthria (Euthria) fuscocingulata (Hoernes in Hoernes & Auinger, 1890) (Fig. 5I)

Le motif est constitué de deux composantes : des bandes spirales sombres de couleur marron qui se superposent à des taches claires et fluorescentes sur un fond sombre (Fig. 5I). Les bandes spirales sont fines, d'épaisseur égale et sont réparties régulièrement à la surface du tour. Les taches sous jacentes sont de forme et d'épaisseur variables mais sont allongées axialement et joignent le plus souvent la suture et la base du tour (Fig. 5I). Elles sont plus ou moins espacées les unes des autres.

Remarques : Les bandes spirales marron sont nettement distinguables en lumière naturelle. Ce sont des éléments pigmentés qui ne sont pas fluorescents sous lumière UV. Ce cas de figure correspond à un type de préservation exceptionnel pour lequel les pigments sont probablement peu dégradés et apparaissent tels qu'on les observe chez les représentants actuels.

Euthria (Euthria) sp. (Fig. 5J)

Le motif montre des taches sombres sur un fond clair et fluorescent (Fig. 5J). Les taches sont petites et de taille homogène. Elles sont alignées spiralement au niveau de la zone sous suturale, sur la partie médiane du tour et juste au dessus du cou.

Columbellidae Swainson, 1840

Columbella sp. (Fig. 5K)

Le motif présente des taches sombres sur un fond clair et fluorescent (Fig. 5K). Les taches sont de forme subtriangulaire et sont de taille variable. Elles sont grandes au niveau de la zone sous suturale et sur la partie médiane, et petites sur le reste de la surface du tour (Fig. 5K). Elles sont très rapprochées les unes des autres et sont fréquemment coalescentes.

Mitrella (Macrurella) nassoides (Grateloup, 1827) (Fig. 5L)

Le motif est composé de taches sombres sur un fond clair et fluorescent (Fig. 5L). Les taches sont de forme et de taille variables et sont alignées spiralement notamment sur la partie abapicale du tour où elles sont disposées entre les sillons spiraux. Elles sont très rapprochées les unes des autres et sont fréquemment coalescentes.

Conidae Fleming, 1822

Conus (Chelyconus) sp. (Fig. 5M)

Le motif présente des taches claires et fluorescentes sur un fond sombre (Fig. 5M). Les taches sont grandes, de forme irrégulière et sont plus ou moins coalescentes les unes avec les autres. Elles sont souvent allongées axialement et présentent des bordures en dent de scie (Fig. 5M).

Conus (Conolithus) dujardini (Deshayes, 1845) (Fig. 5N)

Le motif est constitué de deux composantes : des petites taches fluorescentes qui se superposent à de grandes taches moins fluorescentes et diffuses sur un fond sombre (Fig. 5N). Les petites taches sont subcirculaires et de taille homogène. Elles forment des alignements spiraux resserrés. L'alignement situé au niveau de l'épaule est composé de taches plus grandes et très allongées axialement, formant parfois des chevrons (Fig. 5N). Les grandes taches sous jacentes sont de forme et de taille très variables.

4.2. Bivalvia

Carditidae Fleming, 1828

Cardita (Cardiocardita) partschi Goldfuss, 1840 (Fig. 6A)

Le motif montre des taches claires et fluorescentes sur un fond sombre (Fig. 6A). Les taches sont petites et de taille homogène pour un stade de croissance donné. Elles sont plus ou moins rapprochées les unes des autres et forment des alignements radiaires situés sur les côtes (Fig. 6A).

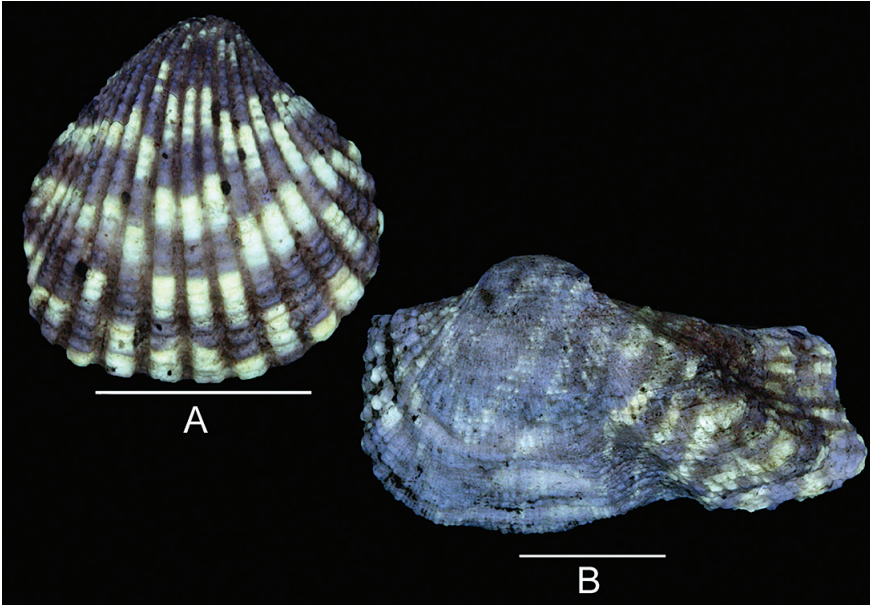


FIGURE 6. Motifs colorés résiduels chez deux espèces de bivalves du Badénien (Langhien-Serravalien) de Roumanie sous lumière UV. **A, Carditidae Fleming, 1828**, *Cardita (Cardiocardita) partschi* Goldfuss, 1840, MNHN A31071, Lăpugiu de Sus, Hunedoara ; **B, Arcidae Lamarck, 1809**, *Arca noae* Linnaeus, 1758, MNHN A31072, Lăpugiu de Sus, Hunedoara. Échelle : 10 mm.

Arcidae Lamarck, 1809

Arca noae Linnaeus, 1758 (Fig. 6B)

Le motif présente des bandes concentriques claires et fluorescentes sur un fond sombre (Fig. 6B). Les bandes sont sinueuses et parallèles. Elles s'épaississent et s'écartent légèrement avec la croissance.

DISCUSSION

Les 16 espèces étudiées provenant des deux sites de Lăpugiu de Sus et de Coșteiu de Sus ont montré des motifs colorés résiduels sous lumière UV (Figs 5-6). Les spécimens figurés arborent des motifs résiduels variés composés de bandes parallèles (Fig. 5C, I) ou perpendiculaires à la direction de croissance (Fig. 5D-F), d'alignements de taches parallèles à la direction de croissance (Fig. 5N), de taches réparties irrégulièrement sur la coquille (Figs. 5B, G et 6A) ou encore de bandes sinueuses (Fig. 6B).

La présence de motifs colorés résiduels chez toutes les espèces testées confirme l'exceptionnelle qualité de la préservation des fossiles dans les gisements testés et démontrent que des motifs colorés résiduels sont potentiellement obser-

vables chez toutes les espèces dont les plus proches parents actuels montrent des motifs colorés. Par conséquent, si les travaux sur les motifs colorés résiduels des mollusques fossiles et leur utilisation en Systématique n'en sont qu'aux prémises, ces résultats, s'ajoutant à ceux obtenus dans diverses études récentes (Merle et al. 2008 ; Caze et al. 2010), leur confèrent un potentiel considérable pour les recherches à venir sur l'évolution et la biodiversité des malacofaunes disparues. Au vu de ces résultats, il semble en effet désormais impossible de ne pas prendre en compte ces motifs résiduels dans les prochaines études portant sur les mollusques cénozoïques. De plus, l'observation fréquente de ces motifs résiduels ouvre de nombreuses perspectives dans des domaines variés allant de la phylogénie à la taphonomie, voire la géochimie des gisements fossilifères.

Dans cette optique, les riches collections des institutions roumaines (Université de Cluj par exemple), représentent non seulement une grande valeur patrimoniale, mais revêtent également un intérêt scientifique de premier ordre pour de futurs travaux de recherche inédits et novateurs. Ce constat également valable pour les sites fossilifères du Badénien met en exergue la nécessaire préservation d'un patrimoine *in situ* très riche mais fragile et soumis à diverses menaces allant du commerce des fossiles à l'abandon et l'enfouissement sous la végétation.

REMERCIEMENTS

Les travaux menés sur le matériel fossile du Badénien ont été grandement facilités par la visite des collections de l'Université de Cluj, dont était responsable Mirela Popa, et les conseils pour le terrain et la stratigraphie de Sorin Filipescu (Prof., Université de Cluj). Les campagnes de récolte ont été financées grâce au programme de recherche Bonus Qualité Recherche du MNHN « Héritage téthysien des mollusques cénozoïques » et au programme de recherche dans le cadre du Plan Pluri Formation du MNHN « Biodiversité des gisements d'invertébrés du Miocène moyen de Roumanie ».

RÉFÉRENCES

- BOUNIOL, P., 1982, L'ornementation pigmentaire des coquilles de Cerithidés actuels et fossiles (s.l) : Apport de la technique de l'Ultra-Violet. *Malacologia*, 22 (1-2), 313-317.
- CATE, J. M., 1972, On the occurrence of the volutid subgenus Eneata. *Tulane study in Geology and Paleontology*, 10 (1), 47-50.
- CAZE, B., MERLE, D., PACAUD, J.-M., SAINT MARTIN, J.-P., 2010, First systematic study using the variability of the residual colour patterns: the case of the Paleogene Seraphsidae (Gastropoda, Stromboidea). *Geodiversitas*, 32 (2).

- DOCKERY, D.T., 1980, Color patterns of some Eocene molluscs. *Mississippi Geology*, 1 (1), 3-7.
- HOERLE, S.E., 1976, The genus *Conus* (Mollusca: Gastropoda) from the Alum Bluff Group of northwestern Florida. *Tulane Studies in Geology and Paleontology*, 12, 1-32.
- KASE, T., FUMIMASA, K., MAAC AGUILAR, Y., KURIHARA, Y., PANDITA, H., 2008, Reconstruction of color markings in *Vicarya*, a Miocene potamidid gastropod (Mollusca) from SE Asia and Japan. *Paleontological Research*, 12 (4), 345-353.
- MERLE, D., PACAUD, J.-M., KRILOFF, A., LOUBRY, P., 2008, Les motifs colorés résiduels des coquilles lutétiennes du bassin de Paris In: Merle D. Stratotype Lutétien. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris. Biotope, Mèze, BRGM, Orléans, 182-227.
- OLSSON, A.A., 1967, Some Tertiary Mollusks from South Florida and the Caribbean. Paleontological Research Institution, Ithaca, New York, 61 pp.
- PITT, W. D., PITT, L.J. 1993, Ultra-violet light as a useful tool for identifying fossil molluscs, with examples from the Gatun formation, Panama. *Tulane Studies in Geology and Paleontology*, 26 (1), 1-13.
- SWANN, C.T., KELLEY P. H. 1985, Residual colour patterns in Molluscs from the Gosport sand (Eocene), Alabama. *Mississippi Geology*, 5 (3), 1-8.
- VOKES, H. E., VOKES, E.H., 1968, Variation in the genus *Orthaulax* (Mollusca: Gastropoda). *Tulane study in Geology and Paleontology*, 6 (2), 71-79.