



Val d'Azergues, du 1<sup>er</sup> janvier 2014 au 31 décembre 2014 **N° 48**

**BULLETIN de la SECTION PALEONTOLOGIE  
du C.E. de l'Usine de Val d'Azergues**

*29<sup>ème</sup> année de parution de la Spirale de V.Z.*  
**35<sup>ème</sup> Anniversaire (1979 - 2014)**



*imprimé par nos soins*

---

---

## **Édito**

---

---

Il va nous falloir nous y habituer : la Spirale a gagné en qualité au fil des années. La faute en incombe entre autres au système de retraites français. C'est ainsi que cette année le retraité Marcel Falque (un habitué) fait découvrir Lantignié à beaucoup d'entre nous. Le retraité Jacques Gastineau (dont les compétences sont grandes dans le domaine de la photographie autant que dans celui de la minéralogie) nous fait partager ses lumières sur les météorites. Le retraité Louis Rulleau (le plus ancien, le plus actif et le plus paléontologiquement compétent des collaborateurs de la Spirale) ne se lassera jamais de nous faire partager le champ de plus en plus large de ses connaissances. La quadruple participation du retraité Jean Arbault (géologue émérite ainsi qu'indispensable animateur de la Section) témoigne de son activité retrouvée après les soucis de santé auxquels il a su faire face. Le retraité Marc Dupoizat nous photographie tellement que nous sommes condamnés à faire un choix drastique dans l'abondance de portraits et autres images de groupes qu'il nous propose. Les retraités et futurs retraités papivores, experts en extraction, découpent la presse avec des ciseaux aussi aiguisés que ceux qu'ils utilisent pour dégager les fossiles...

Cerise (ou plutôt potiron, étant donné son format) sur le gâteau, un supplément vient cette année accompagner la Spirale, et quel supplément ! Quand Marcel Falque, fort d'une très longue fréquentation des lieux étayée par de nombreuses lectures d'anciens textes sur le sujet, nous présente la presque île de Crozon et la rade de Brest, nous ne pouvons que lui manifester reconnaissance et respect (de sa personne et aussi des sites qu'il évoque, dont certains sont à présent interdits de fouille. En cas de visite, il faut absolument s'informer sur place.)

On voit ainsi à quel point sont dans l'erreur les jeunes inconscients qui traitent et retraitent les retraités de fossiles. Cela dit, la Spirale est ouverte à tous, même à ceux qui se disent « actifs ». La Section montre cette année l'importance qu'elle accorde aux travaux de ses membres. Merci aussi à notre Trésorier Thierry Fuentes (un trésorier ne voit jamais avec plaisir s'amincir sa bourse) et à notre éditeur François Ové qui nous consent un prix d'ami sans lequel nous ne pourrions pas être aussi ambitieux. Les publications de François Ové (Dédale Editions), consacrées à la Paléontologie avec de remarquables fac-simile d'ouvrages anciens, méritent aussi de retenir toute notre attention.

**Jean-Pierre PRANDINI**

## Sommaire de ce numéro 48 (dimanche 26 janvier 2014)

### Approche de la sous-famille des *Phymatoceratinae*, ammonites du Toarcien moyen et supérieur

Louis RULLEAU ..... page 5

### Ammonites anormales

par Louis RULLEAU ..... page 10

### Les Météorites, messagères de l'espace.

par Jacques GASTINEAU ..... page 21

### Il était une fois...vers Beaujeu ... les minéraux de Lantignié

par Marcel FALQUE ..... page 59

### Glissement de terrain survenu le 4 juin 2014

par Jean ARBAULT ..... page 73

### Bilan 2014 de la Section Géo-Paléo

par Jean ARBAULT ..... page 77

### Célébration des 35 ans de la Section Géo-Paléo

par Jean ARBAULT ..... page 79

### L'espace Pierre Folles en 2014 et en 2015

par Fanette CHAVASSE-RIONDET ..... page 83

### *In Memoriam*

..... page 85

### Revue de presse

..... page 86

### Dédale Éditions

..... page 93

**Photos et illustrations :** Marcel Falque, Louis Rulleau, Jacques Igolen, Michel Gouttenoire, Gilles Guty, Pierre Ferruit, Odile et Patrice Allibert, Tonino Contucci, Marc Dupoizat...



*Tête d'ichtyosaure découverte il y a trois ans et préparée à Montpellier.*

---

# **Approche de la sous-famille des Phymatoceratinae, ammonites du Toarcien moyen et supérieur**

---

## **Introduction**

Au sein de la famille des Hildoceratidae, il s'agit d'un groupe de transition entre les Hildoceratinae et les Grammoceratinae, aussi bien dans la province NW européenne que dans la province méditerranéenne, avec des évolutions partiellement parallèles.

En dehors de *Haugia variabilis*, utilisée de longue date comme indice de zone, les Phymatoceratinae restent assez méconnus, parmi les faunes ammonitiques abondantes du Toarcien moyen et supérieur. À cela, plusieurs raisons : les recherches se sont davantage focalisées sur des sous-familles permettant un repérage aisé des terrains, en raison de leur abondance et de leur évolution plus facile à suivre, comme les Hildoceratinae et les Dactylioceratinae. Ensuite, en dehors toujours de *Haugia variabilis*, les Phymatoceratinae présentent une fréquence assez faible dans la plupart des niveaux et des régions. Cependant, ils sont tous inféodés à des niveaux stratigraphiques précis et une bonne connaissance de ces genres peut faciliter la datation des terrains en dehors de la présence d'autres marqueurs. Environ 15 genres et 95 espèces ont été décrits. L'étude de leur évolution et de leur répartition est aussi d'un grand intérêt paléogéographique.

## **Présentation de la sous-famille**

Les Phymatoceratinae présentent un certain nombre de caractères communs : ce sont des ammonites généralement assez comprimées, évoluées ou moyennement involuées, pourvues d'une carène parfois encadrées de sillons. Les côtes peuvent être rigides ou moyennement flexueuses et parfois rétroversées. Des tubercules plus ou moins réguliers sont toujours présents sur le pourtour ombilical. La ligne de suture est relativement simple. Des formes macroconques (*Phymatoceras*, *Haugia*) qui peuvent atteindre une grande taille sont accompagnées par les microconques correspondants, *Paronyhoceras* et *Brodieia*.

## **Répartition paléogéographique**

Les Phymatoceratinae sont présents dans plusieurs domaines paléogéographiques : les genres *Phymatoceras*, *Denckmannia*, *Haugia* et *Mouterdeiceras* sont strictement NW européens et se rencontrent donc dans toute l'Europe occidentale (France, Allemagne, Angleterre, Espagne du Nord...).

Le genre *Furloceras* les remplace dans le secteur méditerranéen (Italie, Grèce, Espagne méridionale, Hongrie...). D'autres espèces, décrites sous les mêmes noms de genres, mais qui mériteraient d'être distinguées génériquement accompagnent le genre *Yakounia* dans le domaine Circum-Pacifique.

## **Position stratigraphique des différents genres de Phymatoceratinae**

Apparus au sommet du Toarcien inférieur en province méditerranéenne, les Phymatoceratinae sont ensuite présents durant tout le Toarcien moyen et perdurent jusqu'au sommet de la zone à Thouarsense. Cette évolution est résumée dans le tableau ci-joint.

TOARCIEN INFÉRIEUR	TOARCIEN MOYEN		TOARCIEN SUPÉRIEUR
Zone à serpentinum	Zone à Bifrons	Zone à Variabilis	Zone à Thouarsense
Hildaites	Phymatoceras	Denckemania	
		Brodieia	
	Sphingoceras		Mouterdeiceras
		Furloceras	
		Yakounia	

Position stratigraphique des différents genres

## Systematique

Famille des Hildoceratidae HYATT, 1867  
Sous-famille Phymatoceratinae HYATT, 1867

En 1867, Hyatt avait proposé le nom de Phymatoidae pour ce groupe d'ammonites auquel il adjoignait les *Hammatoceras*. L'orthographe originale de la sous-famille a été corrigée en Phymatoceratinae par Spath en 1936, nom validé par Arkell en 1957.

Ces ammonites se démarquent des Hammatoceratidae, eux aussi pourvus de tubercules et parfois réunis dans la même famille (Hammatoceratidae ou Phymatoceratidae, suivant les auteurs), par la simplicité de leur ligne de suture qui permet de les ranger dans la famille des Hildoceratidae. Nous avons retenu les genres suivants :

### *Phymatoceras* HYATT, 1867 (pl. 1, fig. 1 et 3)

Genre strictement localisé dans la zone à Bifrons et plus particulièrement dans la sous-zone du même nom. Évolutive et moyennement comprimé, il est caractérisé par une costulation régulière et rétroversée, ainsi que par des tubercules réguliers disposés près de l'ombilic.

L'espèce la plus représentative est *P. narbonense* que nous avons interprétée très largement car, tous les *Phymatoceras* se trouvant au même niveau, il est difficile, malgré la grande variabilité du groupe, de les interpréter comme des espèces différentes.

Son équivalent microconque serait, d'après Guex, le genre *Paronychoceras*.

***Denckmannia*** BUCKMAN, 1898 (pl. 1, fig. 4)

Genre dérivé des *Phymatoceras* dont les tours internes en sont assez proches. Cependant, les tubercules sont beaucoup plus développés et irréguliers et les premières *Denckmannia* (*D. malagma*) acquièrent très vite une section ogivale, les rapprochant des *Haugia*. D'autres espèces, plus tardives, sont en revanche très épaisses (*D. robusta*, *D. rudis*, *D. tumefacta*...).

Les *Denckmannia* se trouvent depuis le tout début de la zone à Variabilis, jusqu'à la base de la zone à Thouarsense.

***Haugia*** BICKMAN, 1888 (pl. 1, fig. 2 et 5; pl. 2, fig. 3)

L'évolution de ce genre, auquel nous avons réuni le sous-genre *Haugiella* GABILLY, va de formes très évoluées (*Haugia evoluta*) à des formes involuées (*H. illustris*). Parallèlement, les tubercules disparaissent peu à peu des tours internes pour ne subsister que sur la chambre d'habitation.

Comme les *Denckmannia*, les *Haugia* apparaissent à la base de la zone à Variabilis et persistent, avec les *Haugiella*, jusqu'au sommet de cette zone.

Le sous-genre (ou genre) *Brodieia* réunit les microconques des *Haugia*, mais peut-être aussi des *Denckmannia*.

***Mouterdeiceras*** ELMI & RULLEAU, 1995 (pl. 2, fig. 1)

Ce sont les derniers représentants des Phymatoceratinae en France (zone à Thouarsense). Ce sont des ammonites évoluées, de section rectangulaire, avec une carène bordée de deux sillons. Les côtes sont rigides, souvent rétroversées et très peu tuberculées.

***Furloceras*** ELMI & RULLEAU, 1995 (pl. 2, fig. 5)

Ce genre typiquement méditerranéen réunit un très grand nombre d'espèces présentant une large variété de formes. Il existe depuis la zone à Bifrons jusqu'au sommet de la zone à Gradata (= zone à Variabilis).

***Sphingoceras*** SASSAROLI & VENTURI (pl. 2, fig. 4)

Les *Phymatoceras* de la zone à Bifrons de la province NW européenne ont été précédés dans la province méditerranéenne par des espèces relativement mal connues, le plus souvent citées sous le nom de « *Phymatoceras* » *elegans* (MERLA). Ils dérivent probablement des *Hildaites*, si l'on en juge par leur stade initial non tuberculé, et sont ainsi à la souche des Phymatoceratinae. Ces formes du groupe *elegans* méritent d'être séparées des *Furloceras*, leur étude par les auteurs italiens Sassaroli et Venturi, étant en attente de publication.

***Yakounia*** JAKOBS, 1996 (pl. 2, fig. 2)

Ce genre, décrit en Amérique du Nord, se retrouve apparemment dans tout le domaine Circum-Pacifique, mais ne se rencontre pas en Europe. Son appartenance aux Phymatoceratinae est d'ailleurs discutée et son niveau stratigraphique, imprécis.

## Conclusion

L'étude de la sous-famille des Phymatoceratinae, entreprise par Elmi & Rulleau en 1995, a été reprise d'une façon plus détaillée par Rulleau et Lacroix, dont l'ouvrage sur ce sujet devrait paraître en 2015 chez Dédale Éditions, comme les précédents ouvrages de ces auteurs.

**Louis RULLEAU**



1a



1b



2a



2b



3a



3b



4a



4b



5a



5b



5c

Planche 1

1a-b : *Phymatoceras* (coll. FSL, x 0,5) – 2a-b : *Brodieia* (coll. P. Lacroix, x 1,5) – 3a-b : *Paronychoceras* (coll. J. Guex, x 3)  
4a-b : *Denckmannia* (coll. M. Bécaud, x 0,7) – 5a-c : *Haugia* (coll. P. Lacroix, x 0,7)



1a



1b



2a



2b



3a



3b



4a



4b



5a



5b

Planche 2

1a-b : Mouterdeiceras (coll. M.F. Lenoir, x 0,7) – 2a-b : Yakounia (coll. Jakobs, x 0,6) – 3a-b : Haugia (Haugiella) (coll. FSL, x 1)  
4a-b : Eophymatoceras (coll. P. Lacroix, x 1) – 5a-b : Furloceras (coll. P. Lacroix, x 1)

---

# ***Ammonites anormales***

---

## ***Introduction***

Dès le début du XIX<sup>e</sup> siècle, des paléontologues ont remarqué que certaines ammonites présentaient des traits morphologiques surprenants. Ils ont alors fréquemment interprété ces ammonites comme des espèces nouvelles, avant que ces anomalies soient correctement attribuées à des blessures ou des maladies affectant des espèces préexistantes. En France, de nombreux cas ont été décrits en particulier dans les faunes de Normandie et des Causses, mais ils sont également fréquents dans la région lyonnaise où le genre *Hammatoceras* semble être le plus fréquemment affecté. Les causes de ces atteintes à l'intégrité de la coquille des ammonites semblent être diverses et se traduisent par des réactions de défense, elles aussi très variées.

## ***Historique***

1/ Au XIX<sup>e</sup> siècle, les premiers auteurs à avoir figuré des ammonites tératologiques les ont interprétées comme des variétés nouvelles et leur ont donc attribué des noms spécifiques. C'est par exemple le cas pour :

*Ammonites paradoxus* Zieten (1831-1833)

*Ammonites erratum* Simpson (1843)

*Ammonites goslarensis* Schloenbach (1865), dont un autre exemplaire est figuré sous le même nom par Denckmann (1887)

*Ammonites norma* Dumortier (1874)

D'autres auteurs ont cependant attribué à ces ammonites des noms d'espèces existantes ; c'est le cas pour :

*Ammonites margaritatus* (d'Orbigny 1844)

*Ammonites masseanus* et *A. amaltheus* figurées par Quenstedt (1886)

2/ Lorsque le terme « *Ammonites* » fait place à de nouveaux noms génériques, de nouvelles espèces sont créées à l'intérieur de ces genres, par exemple :

*Graphoceras* sp. Buckman (1887-1892)

*Polymorphites senescens* Buckman (1892)

*Grammoceras* (?) *boyeri* Ressouche (1913)

*Tmetoceras welshi* Monestier, in Roman et Boyer (1923)

Le *Dactylioceras obliquecostatum* Maubeuge (1957; pl. 15, fig. 36), très différent de toutes les formes connues de ce genre est sans doute également une forme anormale.

3/ Certaines de ces formes ont même donné lieu à la création de genres nouveaux. Le genre le plus souvent cité est le genre *Monestieria* créé par Cossmann (1922) pour des formes montrant des côtes traversant la région ventrale qui, non carénée, présente une section arrondie.

L'Abbé Ressouche avait déjà découvert en 1913 dans la Lozère une ammonite particulière à laquelle il avait donné le nom de *Grammoceras* (?) *boyeri* n. sp. Au cours d'une excursion en commun près de Rivière (Aveyron) avec Monestier, il en trouva une autre, assez proche de la première semble-t-il, qu'il offrit à son collègue.

Monestier (1921) la baptisa *Lapparentia* n. gen. *ressouchei* n. sp. et la figura avec deux autres exemplaires de l'Aveyron (pl. 2, fig. 19-21). Le caractère morphologique le plus frappant de ces

ammonites est le passage des côtes sans interruption d'un flanc à l'autre. Ce fait conduisit Monestier à inclure dans le même genre *l'Ammonites goslariensis* de Schlotheim.

Cossmann (1922) fit alors remarquer que le nom *Lapparentia* avait été pré-employé et le remplaça par le nom de *Monestieria*.

Ce genre fut adopté par de nombreux auteurs postérieurs à Monestier jusqu'au début de la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle :

Arkell (in Moore 1957) a conservé, avec doute, le genre *Monestieria*, de même que le genre *Praehaploceras* Monestier, en les rangeant dans les Hildoceratidae. Il désigna alors le type du genre *Monestieria* : *M. ressouchei* Monestier sans plus de précisions. Howarth (1962) a aussi conservé le genre *Monestieria* pour *l'Ammonites errata* Simpson, bien que dès 1920 Buckman l'ait attribuée au genre *Pseudolioceras*.

4/ On doit à Sapunov (1965) la création d'une sous-famille nouvelle : les Monestierinae, pour séparer ces formes des autres Hildoceratidae qui possèdent tous une carène, avec ou sans sillons péricaréniaux. Cette sous-famille comprend donc, pour cet auteur, les genres *Monestieria* et *Praehaploceras*, tous deux dus à Monestier et caractérisés par l'absence de carène.

Cependant, Maubeuge 1949 avait déjà reconnu que *P. senescens* Buckman était une forme anormale de *Pleydellia* ou de *Cotteswoldia* et que les *L. ressouchei* Monestier étaient une malformation de différents Grammocerotinae. Mais, paradoxalement, il créa, pour une autre forme anormale, le genre *Phenakocerites* Maubeuge, 1950 (= *Phenakoceras* Maubeuge, 1949) avec l'espèce *P. phenax* Maubeuge, 1949.

Dans une étude détaillée, Guex (1967) établit définitivement que les *Monestieria* étaient des ammonites anormales, blessées dans la région ventrale et ayant résorbé leur blessure.

Schlegelmilch, 1976 (pl. 2, fig. 6), qui a figuré une *Monestieria* sp., correspondant probablement à une *Dumortieria* anormale, est sans doute le dernier auteur à utiliser ce nom de genre.

Pour Donovan *et al* (1980), dans leur révision du « Treatise on invertebrate paleontology » (Moore, 1957) et pour Howarth (1992), la disparition de la carène est une anomalie récurrente chez quelques Hildoceratidae. Cette anomalie est difficile à reconnaître, car elle ne s'accompagne pas d'une dissymétrie ou d'une déformation, telles que le déplacement de la carène sur un des côtés, anomalie également fréquente. Ces ammonites sont par ailleurs identiques à d'autres du même niveau stratigraphique dont elles sont des exemplaires aberrants. La sous-famille des Monestieriinae et les genres qu'elle regroupe sont donc inutiles.

Donc, actuellement, tous ces spécimens sont définitivement rapportés à des espèces ou pour le moins à des genres existants dont elles constituent des formes anormales.

Remarque : il ne faut pas confondre ces anomalies paléopathologiques avec une quelconque déformation mécanique (v. ci-dessous pl. 5, fig 10), les ammonites sans carène (Dactylioceratidae, Lytoceratidae, Stephanoceratidae...), les formes naines (influence du milieu), les microconques, chez lesquels le dernier tour est souvent partiellement déroulé, ou les ammonites hétéromorphes (déroulées). Cependant dans ce dernier cas, certains auteurs (Guex, 1967 ; Thomel, 1980) estiment que les *Nipponites* sont des formes totalement aberrantes.

### **Fréquence de ces anomalies :**

Les cas de paléopathologie ne sont pas des cas isolés et les exemples de déformation pathologique des coquilles d'ammonites sont relativement nombreux. Présents à tous les niveaux stratigraphiques, leur fréquence varie en fonction des groupes étudiés. Pour Bayer (1970), qui figure un grand nombre d'exemples d'anomalies chez des ammonites de l'Aalénien et du Bajocien inférieur, les pourcentages différents d'anomalies dans les genres étudiés proviennent de leur mode de vie, les exposant plus ou moins à l'action des prédateurs.

Une étude d'un lot important (plus de 5 000 ammonites) du Callovien-Oxfordien de Villers-sur-mer (Normandie) par L. et P. Hüne dans la revue « L'écho des falaises » (n°10, 2006), révèle un pourcentage de 4,2%, soit 215 individus présentant une anomalie. Ce pourcentage est un

peu supérieur à celui observé par Guex sur un lot de 8 000 ammonites toarciennes des Causses dans lequel il a trouvé 160 individus anormaux (soit 2%). En 1983, Morton a étudié un lot d'ammonites de l'Aalénien supérieur qui présentaient des déformations les rattachant toutes au groupe 4 de Guex, dans lequel le plan de symétrie est affecté (9,7% du lot). Ici, la cause ne semblait pas devoir être attribuée à des blessures qui se traduisent par de nombreux effets différents, car toutes les déformations constatées sont du même type et s'installent graduellement sans trace de traumatisme. Il paraît donc probable qu'il faut en rechercher la cause dans le parasitisme ou la maladie.

Dans la carrière Lafarge, un assez grand nombre de cas ont été observés, mais aucune étude statistique n'a été conduite. Le genre *Hammatoceras* du Toarcien supérieur paraît cependant être le plus souvent affecté par des anomalies.

### **Les causes de ces anomalies :**

Lehman (1977) avait défini le terme « tératologie » comme « une difformité résultant d'une blessure ou d'une maladie ». Mais Hengsbach (1990), a précisé que ce terme, selon sa définition originelle, ne peut s'appliquer qu'aux malformations ontogénétiques et a recommandé l'emploi du terme paléopathologie pour toute condition anormale, quelle qu'en soit l'origine.

L'étude des céphalopodes actuels offre peu d'explications à ces difformités et les tentatives d'explication font donc appel à plusieurs causes possibles :

#### **A – mutations et causes biologiques**

Maubeuge (1949), après avoir examiné un lot d'échantillons « caractérisés par le fait d'une non-interruption des côtes sur la région siphonale, donc ne présentant pas de carène », émit l'hypothèse d'un cas de mutation chez ces ammonites qu'il pensait dérivées d'espèces contemporaines. Il rejetait l'hypothèse d'un dimorphisme sexuel ou d'une hybridation pour ne retenir que celle d'une mutation. Morton (1983) a cependant estimé que la possibilité de causes génétiques aux anomalies de croissance était hautement improbable puisque les tours internes ne sont pas affectés.

#### **B – attaques de prédateurs**

C'est l'hypothèse la plus souvent invoquée.

Pour Arkell (in Moore 1957, p. L 123), les anomalies sont causées par des attaques de prédateurs : « Les blessures causées par des prédateurs (reptiles, poissons, crustacés) durant la vie de l'ammonite sont nombreuses et entraînent souvent des anomalies. Quand elles se produisent avant la maturité de l'ammonite, une importante partie de la coquille peut montrer des modèles variés de distorsion de la forme, de l'ornementation et de la suture avec, communément, un déplacement du siphon et de la carène, entraînant une nette dissymétrie. Ces anomalies peuvent persister jusqu'à la fin de la coquille mature ou disparaître subitement, avec un complet retour à la normale. Lorsque le traumatisme se produit tôt, la coquille entière peut montrer des caractères entièrement différents sur les deux faces, donnant l'impression d'avoir à faire à deux espèces différentes ».

Guex (1967 et 1968) est l'auteur de l'étude en langue française la plus approfondie sur la question, à partir d'un lot important d'ammonites du Toarcien des Causses. Pour lui, « les blessures du manteau sont à l'origine certaine de la quasi totalité des anomalies dont sont affectées les ammonites de cette collection ». Guex s'est donc borné à l'étude de ces blessures et en a déterminé quatre types provoquant des réactions différentes :

1/ blessures ne provoquant pas de réactions postvulnéraires : légère déchirure du manteau se traduisant sur la coquille par une cicatrice : strie plus ou moins large, aire lisse ou arrêt momentané de la construction de la coquille, parfois accompagné d'une constriction.

2/ altération du manteau provoquant une réaction postvulnéraire caractérisée par la perte d'une partie du « potentiel ornemental du manteau » : disparition de caractères ornementaux, remplacés par d'autres.

3/ destruction d'une partie de la coquille dans une région de la loge d'habitation située en arrière de l'ouverture. La fracture est résorbée par construction d'une plaque non ornée et assez mal ajustée au reste de la coquille, précédée et suivie d'une ornementation normale. La fracture peut aussi donner lieu à la création d'une boursoflure.

4/ les blessures ayant atteint non seulement le manteau mais aussi les centres d'équilibre de l'ammonite provoquent une rupture de son plan de symétrie..

Le déplacement de la carène vers le flanc blessé, accompagné de l'ornementation du côté indemne est dû, selon Guex, au fait que la blessure est suffisamment grave pour entraîner un phénomène de compensation ornementale. Un traumatisme de la partie ventrale peut entraîner la disparition des sillons et de la carène, remplacés après une période anarchique par une ornementation faite de côtes régulières passant sans interruption sur la région ventrale, l'ammonite étant alors de nouveau parfaitement symétrique (c'est le cas des « *Monestieria* »).

Pour Lehman (1981), chez les ammonites, les blessures visibles concernent la chambre d'habitation, les dommages causés au phragmocône entraînant l'entrée de l'eau dans les chambres et une mort plus ou moins rapide. La cause de toutes les anomalies est un dysfonctionnement du manteau, responsable de la sécrétion de la coquille, soit par une influence extérieure, soit en raison de quelque maladie.



*Placenticerus* du Crétacé supérieur du Canada, portant la trace d'une morsure d'ichtyosaure

Selon Morard (2002), l'aspect de l'anomalie dépend de l'emplacement de la blessure et de sa gravité. Les lésions affectant les parties molles ne sont évidemment pas discernables. Les paléopathologies les plus fréquentes et les plus complexes sont dues à des lésions survenues au niveau du péristome. Suivant la gravité des cas, la réparation intervient plus ou moins vite, depuis des cicatrices locales jusqu'à une réorganisation de l'ornementation.

### C – Maladies et parasitisme

Ce domaine est mal connu chez les céphalopodes actuels et à plus forte raison chez les formes fossiles. Cependant des attaques microbiennes sont sans doute par exemple la cause d'un accroissement de volume de l'épithélium se traduisant par une ou plusieurs bosses sur la coquille. Mais, contrairement à Guex, Lehman attribue à des maladies le déplacement de la carène sur un flanc, ou la disparition de la carène et des sillons.

### D – Epizoaires

La fixation d'un organisme étranger sur la coquille, du vivant de l'ammonite, peut entraîner une pliure de la spirale.

Plusieurs chercheurs allemands (Hölder, Lehman, Hengsbach et Keupp en particulier) ont étudié toutes ces déformations et élaboré une nomenclature spéciale pour les désigner. Ainsi, Hölder (1956) a présenté une synthèse sur les anomalies affectant les ammonites jurassiques et a introduit une classification de celles-ci, en les regroupant dans des « formes-types » dont les noms commencent par « aegra » et dont actuellement plus de 25 ont été dénombrées. L'emploi de ces catégories est assez délicat quant il s'agit de les attribuer à une des causes possibles : lésions mécaniques, parasitose, origine génétique ou environnement. Par ailleurs, Guex (1968) critique l'emploi du terme « aegra » qui, selon lui, vient de *aeger* qui signifie maladie et n'est donc pas valable dans les cas de traumatismes.

Quelle que soit leur origine exacte, il apparaît que les anomalies les plus fréquentes (ou les plus facilement observables) sont celles entraînant une profonde modification de l'aspect de l'ammonite :

- Brusque changement d'ornementation ou interruption provisoire de l'ornementation originelle.
- Disparition de la carène (et des sillons) remplacés par des côtes annulaires.
- Déplacement de la carène sur un des flancs, entraînant une dissymétrie de la coquille.
- Aspect totalement dissemblable des deux faces, donnant l'impression d'avoir à faire à deux espèces différentes. Comment interpréter ce phénomène particulièrement spectaculaire : faut-il y voir une préfiguration de formes ultérieures ou une redistribution des caractères de base avec réapparition de caractères ancestraux ?
- Plus rarement, trace de morsure d'ichtyosaure marquée par les cavités régulières laissées par les dents.

### Conclusion

Bien que de nombreux chercheurs se soient intéressés aux phénomènes de paléopathologie des ammonites, il reste encore beaucoup à faire dans ce domaine. Pour les collectionneurs, la première démarche consiste à reconnaître que l'on se trouve en présence d'une forme anormale. L'interprétation en est ensuite beaucoup plus délicate.

## **Remerciements**

Cet article a été motivé par la découverte d'une ammonite exceptionnelle dans les sédiments toarciens de la carrière Lafarge (voir planche 3, fig. 1a et b). Son découvreur, Denis Murienne, a bien voulu la mettre à ma disposition pour étude, imité en cela par d'autres membres du club Géo-paléo Lafarge (N. Bonnot, H. Darmaillacq, M. Dupoizat, J. M. Dupuis, T. Fuentes, J. Gastineau, D. Lagardette, J. Lenoir...), ainsi que Pierre Lacroix et Denis Fuselier qui a su réunir une série impressionnante de ces ammonites anormales. Tous ces spécimens sont venus s'ajouter à ceux que j'avais moi-même collectés et à d'autres provenant d'autres régions (Causse, Centre-Ouest...), l'ensemble du matériel restant principalement daté du Toarcien.

## **Indications bibliographiques**

- Arkell W.J., Kummel B. & Wright C.W. 1957 – Mesozoic Ammonoidea, in Moore R.C. : Treatise on Invertebrate Paleontology, Mollusca 4, Cephalopoda: 80-465. *Kansas University Press*.
- Guex J. 1967 – Contribution à l'étude des blessures chez les ammonites. *Bulletin du Laboratoire de Géologie de l'Université de Lausanne*, **165** : 16 p., 7 pl.
- Guex J. 1968 – Sur deux conséquences particulières des traumatismes du manteau des ammonites. *Bulletin du Laboratoire de Géologie de l'Université de Lausanne*, **175** : 127-147.
- Lebrun P. 1997 – Ammonites. *Minéraux et Fossiles*, **H.S. 6, fasc. 2**: 165-167.
- Monestier J. 1921 – Ammonites rares ou peu connues et ammonites nouvelles du Toarcien supérieur du Sud-Est de l'Aveyron. *Mémoires de la Société Géologique de France*, **15** : 70 p.
- Morard A. 2002 – Post-pathological keel-loss compensation in ammonoid growth. *Lethaia*, **35**: 21-31, Oslo.
- Morton N. 1983 – Pathologically deformed *Graphoceras* from the Jurassic of Skye, Scotland. *Palaeontology*, **26**: 443-453.

**Louis RULLEAU**

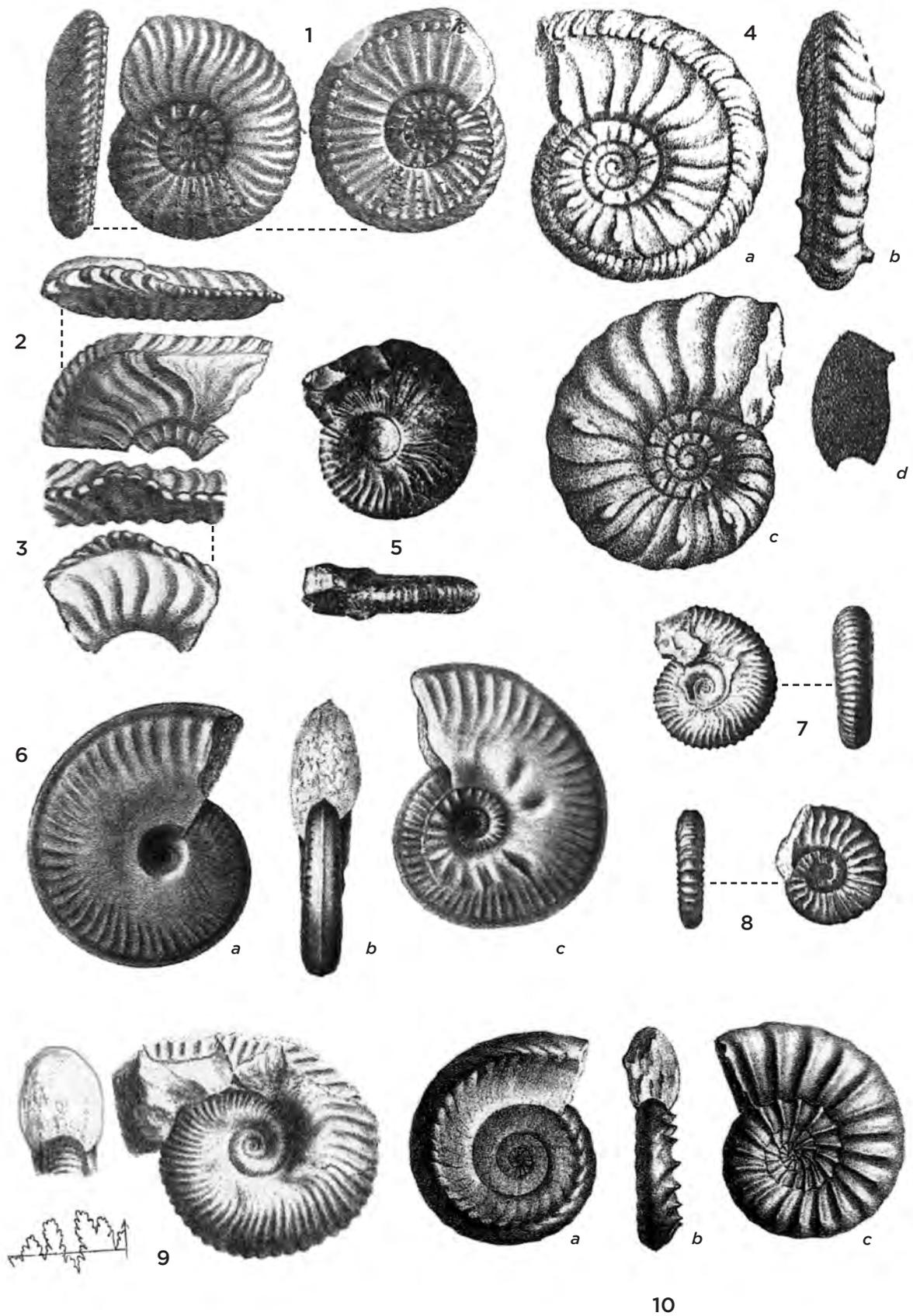


Planche 1

Quelques-unes des ammonites anormales figurées par les anciens auteurs.

- 1-3 : Ammonites Amaltheus paradoxus (Quenstedt 1886 ; pl. 41, fig. 10-12). – 4a-d : Ammonites paradoxus (Zieten 1831-1833 ; pl. 11, fig. 6a-d).  
 5 : Ammonites erratus Simpson 1843 (figurée par Buckman 1920 ; pl. 188). – 6a-c : Graphoceras sp. (Buckman 1887-1892 ; pl. 9, fig. 8-10). –  
 7 : Ammonites goslarensis Schloenbach ; exemplaire figuré par Denckmann (1887 ; pl. 1, fig. 3).  
 8 : Polymorphites senescens Buckman 1892 ; pl. 48, fig. 13-15). – 9 : Ammonites goslarensis (Schloenbach 1865 ; pl. 25, fig. 7-8).  
 10 : Ammonites margaritatus (d'Orbigny 1844 ; pl. 68, fig. 6-8).

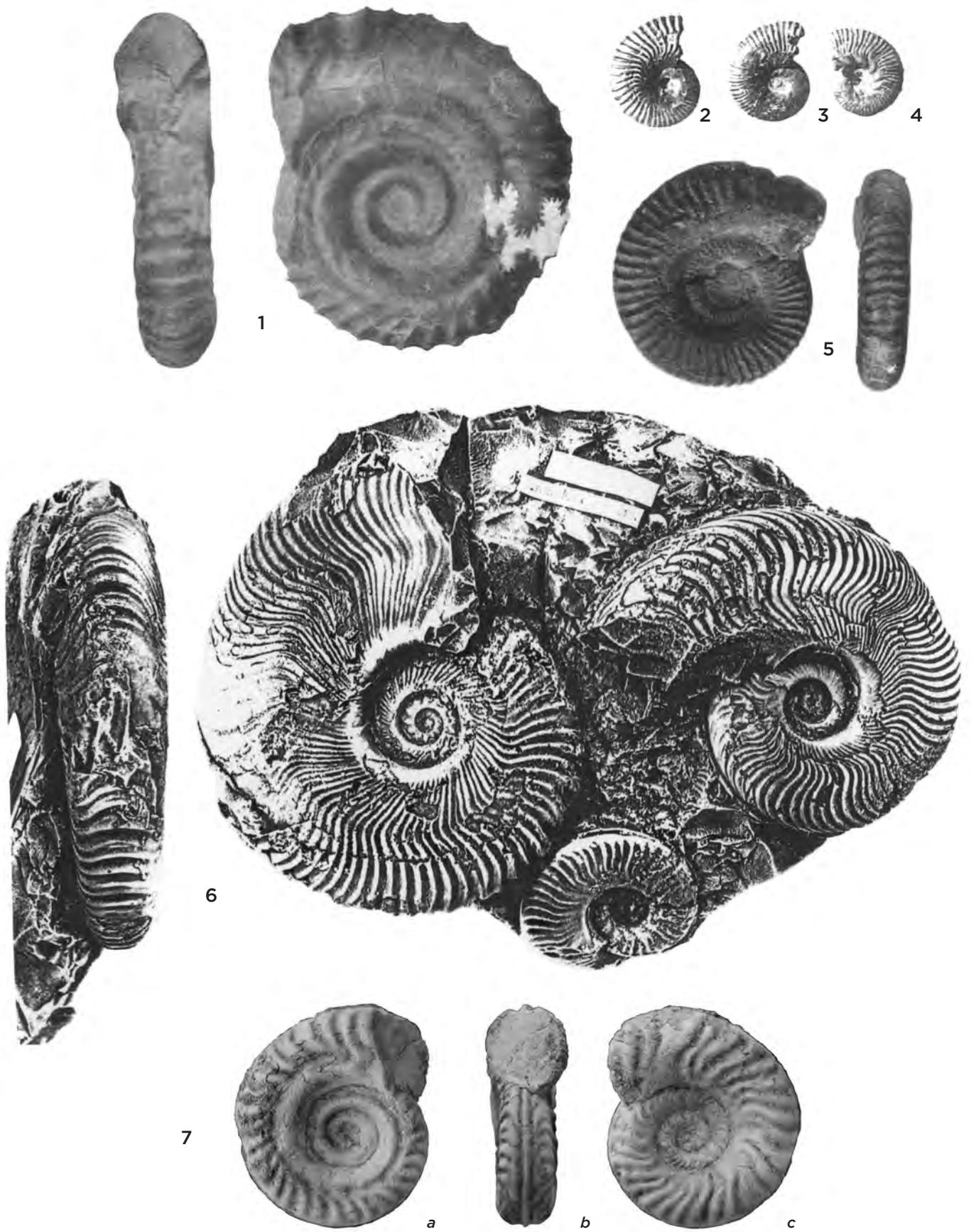


Planche 2

- 1 : *Hildoceras bifrons* (Buckman 1918; pl. 94 B). – 2-4 : *Lapparentia* (= *Monestieria*) *ressouchei* (Monestier 1921; pl. 2, fig. 19-21).  
 5 : *Monestieria* sp. (Schlegelmilch 1976; pl. 52, fig. 6). – 6 : *Cleviceras exaratum* (Howarth 1992; pl. fig. 1).  
 7 : *Hildoceras bifrons* (coll. D. Guillet, photo G. Beaulieu), Cures (Sarthe), D=28mm.



1a



1b

### Planche 3

**Photo 1a-b :** *Pseudogrammoceras doerntense* (coll. D. Muriene), zone à Thouarsense, Belmont (Rhône), D max : 140 mm.

Cette ammonite est conforme au type de l'espèce sur sa première face et sur les 2 premiers tours de la seconde.

Le traumatisme subi alors entraîne une ornementation aberrante, absolument inédite, combinant des côtes simples fortes et irrégulières avec une paroi ombilicale abrupte et très élevée.

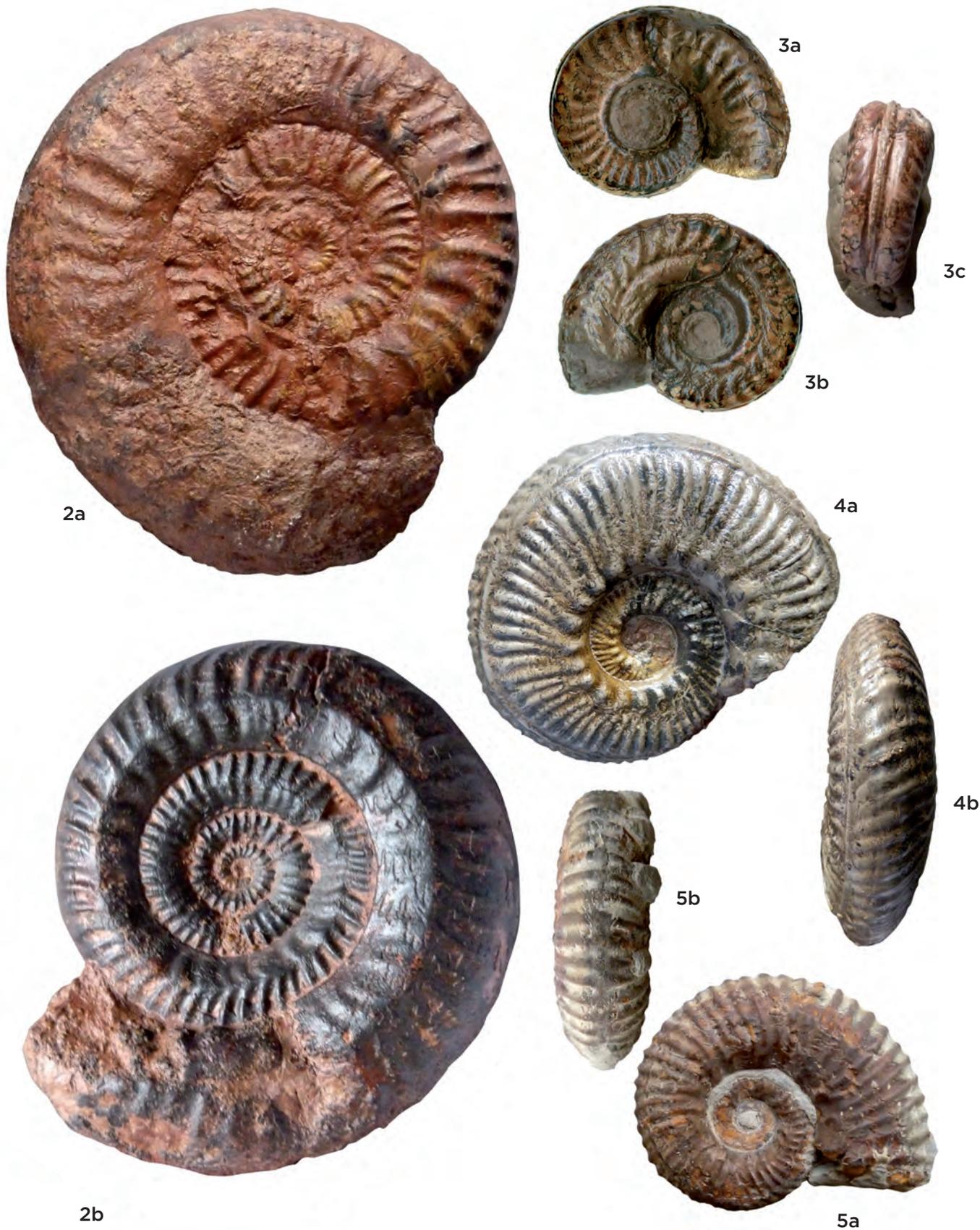


Planche 4

**Photos 2a-b :** *Pseudogrammoceras rotundum* (coll. T. Fuentes), zone à Thouarsense, Belmont (Rhône), D max. : 100 mm. Ammonite d'ornementation conforme à celle du type sur la première face et dans les trois premiers tours de la seconde. Le traumatisme subi alors entraîne une rupture de pente sur le flanc, désormais séparé en deux parties bien distinctes.

**Photos 3a-c :** *Hildoceras bifrons* (coll. J. Gastineau), sous-zone à Bifrons, Belmont (Rhône), D max : 30 mm. La première face et l'aspect de la région ventrale correspondent bien au type de l'espèce ; sur la seconde, en revanche, le sillon latéral a disparu et l'ornementation traduit un retour à un stade ancestral (*Hildoceras sublevisoni*).

**Photos 4a-b :** *Hammatoceras speciosum* (coll. J. Lenoir), zone à Dispansum, Belmont (Rhône), D max : 80 mm. Le traumatisme subi par cette ammonite, à un stade probablement très jeune, a entraîné un déplacement de la carène sur le flanc opposé, cette face prenant alors un faux-air d'*Haugia*.

**Photos 5a-b :** *Haugia* sp. (coll. L. Rulleau), zone à Variabilis, Aveyron, D. max : 40 mm. Exemplaire dont la carène a disparu, remplacée par des côtes annulaires et une région ventrale arrondie, conforme aux espèces du « genre » *Monestieria*.



Planche 5

**Photo 6a-b** : *Hammatoceras* gr. *insigne* (coll. T. Fuentes), zone à Dispansum, Belmont (Rhône), D max. : 100 mm.

Le traumatisme probablement d'origine microbienne a entraîné après un étranglement, un épaississement du dernier tour et une modification de l'ornementation affectant les deux faces de l'ammonite – **Photo 7** : *Catacoeloceras raquinianum* (coll. N. Bonnot), sommet zone à Bifrons, Saône et Loire), D max. : 80 mm.

La blessure, sans doute peu importante, n'a affecté qu'une petite partie de la coquille qui a très vite retrouvé son ornementation naturelle.

**Photo 8** : *Pseudogrammoceras struckmanni* (coll. D. Fuselier), base zone à Thouarsense, Belmont (Rhône), D max. : 110 mm.

La blessure a provoqué l'effacement temporaire de la costulation qui a cependant repris très rapidement son aspect initial, perturbé à nouveau un peu plus loin.

**Photo 9** : *Hammatoceras speciosum* (coll. M. Dupoizat), zone à Dispansum, Belmont (Rhône), D max. : 120 mm.

Modification spectaculaire de l'ornementation sur une seule face de cette ammonite : les tubercules sont remplacés par des côtes primaires fortement rétroversées et séparées par un sillon des côtes secondaires projetées vers l'avant. – **Photo 10** : *Catacoeloceras* déformé au cours de la fossilisation. D max. : 30 mm.

**Photo 11** : *Cottewoldia* (?) sp. (coll. L. Rulleau), Toarcien supérieur, Belmont (Rhône), D max. : 40 mm.

Autre exemple de « *Monestieria* » : la carène a disparu et les côtes annulaires traversent sans interruption la région ventrale arrondie. – **Photo 12** : *Dumortieria* sp. (coll. H. Darmaillacq), zone à Pseudoradiosa, Belmont (Rhône), D max. : 60 mm. Le traumatisme survenu à un stade juvénile a provoqué un déplacement de la carène sur un des flancs, les côtes du flanc opposé recouvrant partiellement la région ventrale.

---

# ***Les Météorites, messagères de l'espace***

---

## ***Comètes, astéroïdes, météoroïdes, météorites***

Les étoiles filantes sont des micrométéoroïdes, tout au plus de la grosseur d'une tête d'épingle. En tombant sur terre elles s'échauffent au point de fondre, à cause du frottement de l'air, puis se vaporisent dans l'atmosphère en le traversant. On ne perçoit alors que la trace lumineuse de son passage bref. Tous les ans au mois d'août le Terre traverse l'orbite d'une zone remplie de ces petits corps célestes.

Pour les plus grosses météorites métalliques, même de plusieurs tonnes, la masse se fracture à cause de la chaleur. Plus de 90% de l'objet se vaporise en traversant l'atmosphère sans toucher le sol. Proportionnellement, une très faible quantité de matière arrive au sol. Pour les météorites pierreuses cette quantité est encore plus faible.

## ***Quelques définitions***

Une **comète** est un astre constitué principalement de roche, de poussière et de glace qui tourne autour du Soleil. Lorsque la comète s'approche du Soleil, la glace se vaporise et forme ainsi une chevelure gazeuse s'étirant dans la direction opposée au Soleil en une queue lumineuse pouvant atteindre plusieurs millions de kilomètres. Cependant, la taille de la comète nue, sans sa chevelure ni sa queue, est comprise entre quelques centaines de mètres et quelques dizaines de kilomètres.

Un **astéroïde** est un « petit corps du système solaire » d'au moins quelques dizaines de mètres mais n'excédant pas 1 000 kilomètres, bien qu'il existe de rares exceptions dépassant cette taille maximale. Ces astéroïdes sont composés principalement d'un corps rocheux et métallique et se situent pour la plupart entre les orbites de Mars et Jupiter, dans ce que l'on appelle la ceinture d'astéroïdes.

Un **météoroïde** est également un « petit corps du système solaire », mais nettement plus petit qu'un astéroïde, car il n'en est qu'un fragment. Il mesure quelques centimètres à quelques mètres.

Lorsqu'un météoroïde entre dans l'atmosphère et laisse une traînée lumineuse résultant du frottement de l'air et de la matière, on parle d'étoile filante. Sa masse est très faible (de l'ordre du gramme). Si la masse de ce météoroïde est plus élevée (de l'ordre du kilo), on parle de **météore**. Si elle dépasse les 500 kilos, on parle de **bolide**. Plus la masse est grande, plus la lumière émise lors du passage dans l'atmosphère est intense et persistante.

Une **météorite** est simplement un météoroïde ayant touché le sol.

Un **atrobène** est un cratère météoritique fossile dont l'érosion a partiellement détruit la trace.

## ***La classification des météorites comprend deux grandes catégories***

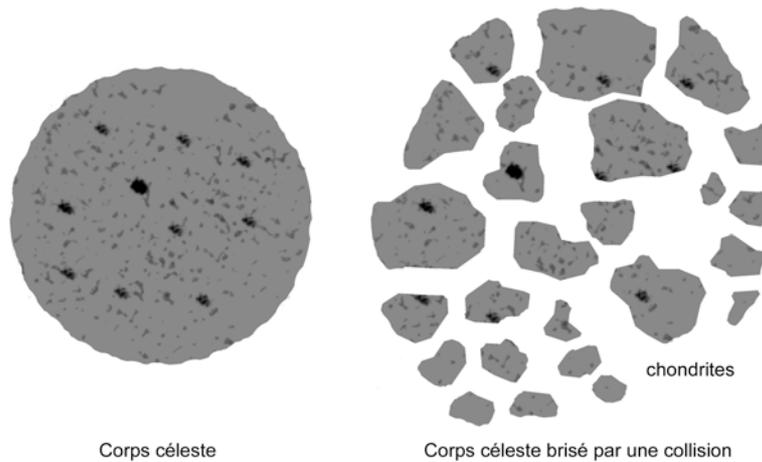
Les **météorites non-différenciées** dont la composition est proche de la matière primitive en cours de condensation. Les corps d'où proviennent ces météorites avaient une taille trop petite pour voir leur matière s'échauffer et fondre sous l'effet de la pression, la matière restant ainsi homogène.

Les *chondrites* sont des météorites pierreuses non-différenciées.

Elles représentent 93% des chutes de météorites pierreuses et doivent leur nom aux petites sphérules silicatées qui les constituent : les chondres (du grec *chondrion* = granule). Ces chondres, qui renferment des silicates (olivine et pyroxène), du verre et du sulfure de fer, proviennent directement de l'agglomération de matière constituant la nébuleuse pré-solaire. Cela fait des chondrites les plus anciennes roches qu'il est possible de trouver dans le système solaire.

Les *chondrites carbonées* :

Ces météorites sont les plus primitives. Elles contiennent de l'olivine, du pyroxène, du plagioclase et une proportion notable de carbone (... pas du charbon), parfois sous la forme de composés organiques. Le fer qu'elles contiennent n'est présent que sous forme d'oxydes.

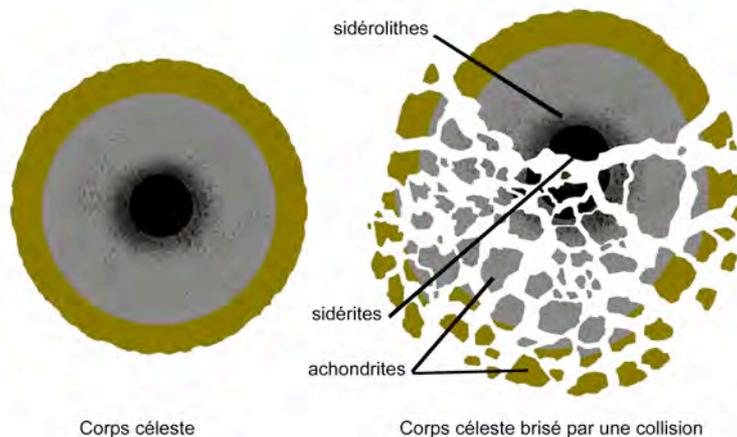


*Origine des météorites non-différenciées.*

Les *météorites différenciées* proviennent des corps célestes dont la matière primitive s'est condensée. Les corps d'où proviennent ces météorites avaient une taille suffisante pour voir leur matière s'échauffer et fondre sous l'effet de la pression. Ils ont subi un phénomène de différenciation (migration des éléments les plus lourds vers le centre). Ils voient donc apparaître en leur sein trois phases :

- une phase ferreuse au centre.
- une phase intermédiaire où roche et phase ferreuse sont plus ou moins mêlées.
- une phase rocheuse à l'extérieur.

C'est exactement cette configuration que nous retrouvons dans la composition de la Terre.



*Origine des météorites différenciées.*

On a longtemps classé les météorites en trois grands groupes selon leur morphologie :

*Les achondrites* sont des *météorites pierreuses* différenciées (5 % des chutes), constituées majoritairement de silicates, qui ne contiennent par conséquent pas de chondre. Ce sont des météorites pauvres en métal qui sont classées en fonction de leur teneur en calcium (contenu dans des composants fondamentaux tels le pyroxène, l'augite et le plagioclase).

*Les météorites métalliques* (ou sidérites, ou encore « fers », 27 % des chutes), sont un mélange principalement de fer et de nickel.

*Les météorites mixtes ou sidérolithes*, (3 % des chutes), sont constituées d'un mélange de métal (fer-nickel) et de matière minérale (silicates).

Deux groupes de météorites mixtes se distinguent :

*Les pallasites* (PAL), qui sont constituées de cristaux d'olivine pris dans une matrice d'alliage fer-nickel.

*Les mésosidérites* (MES), constituées d'un mélange à parties sensiblement égales d'alliage fer-nickel et de pyroxène/plagioclase.

Ce classement des météorites a été simplifié pour un plus grand confort de lecture.

Il est en effet beaucoup plus complexe, détaillé et adapté aux divers fragments selon les résultats d'analyses.

### ***D'abord des croyances anciennes puis enfin des explications scientifiques.***

Il fallut attendre la chute de la météorite de Salles, Rhône en 1798 pour en savoir un peu plus. En effet c'est la première météorite dont la chute ait été signalée et étudiée immédiatement par un minéralogiste et de nombreux chimistes. Cette chute remet en question toutes les croyances anciennes plus ou moins fondées et on commence à admettre la possibilité que ces roches soient d'origine extraterrestre.

L'origine de la vie sur terre serait la conséquence de l'arrivée de météorites sur notre planète. Cette idée est maintenant de plus en plus partagée par le milieu scientifique.

### ***Risques liés aux chutes de météorites.***

Les risques, qu'un humain se fasse frapper par une météorite, sont infimes mais cela peut arriver. Des véhicules, des habitations, des animaux ont reçu des météorites. Quelques personnes ont été blessées lors de la chute de ces objets célestes. D'autres, mais beaucoup plus rarement, sont décédées à la suite de ces chutes, soit frappées directement, soit de crise cardiaque suite à une frayeur due à l'impact.

Il n'est pas possible, pour l'instant, de prévoir la chute d'une météorite ni de se défendre de son impact.

Une météorite d'une taille de 10 mètres provoque en général peu de dégâts, puisque sa désintégration dans l'atmosphère est presque complète.

Un objet de 1 à 2 kilomètres peut provoquer un cratère jusqu'à 20 kilomètres de diamètre et anéantir toute vie dans un rayon de 200 kilomètres.

Si l'objet est énorme cela peut aller jusqu'à une refonte partielle de la croûte terrestre. Il s'est passé ce genre de phénomène qui est à l'origine de la Lune. On imagine alors que toute vie disparaîtrait sur le globe.

## *Les Chutes.*

Elles sont permanentes. Selon les estimations de la N.A.S.A., la Terre reçoit :

- chaque jour 250 tonnes sous forme de poussières.
- chaque années 900 météorites de plus de 1 kg.
- chaque années 100 météorites de plus de 100 kg.

La fréquence des chutes est inversement proportionnelle à la taille des météorites. Nombreuses sont les chutes de petites météorites mais rares celles des très grosses.

Elle peut être pronostiquée selon le tableau suivant :

<b>Taille de la météorite</b>	<b>Fréquence</b>
5 à 10 mètres .....	environ 8 fois par an.
10 à 50 mètres .....	1 fois par siècle.
50 à 100 mètres .....	1 fois tous les 1 000 à 10 000 ans.
150 à 1000 mètres .....	1 fois tous les 10 000 à 200 000 ans.
plus de 1 kilomètre .....	tous les 300 000 ans à 1 million d'années.
plus de 5 kilomètres .....	1 fois tous les 10 à 30 millions d'années.
5 à 10 kilomètres .....	1 fois tous les 100 millions d'années.

Nous allons passer en revue quelques chutes intéressantes ou historiques.

Les fragments de météorites françaises présentés dans ce document sont très petits à cause de leur rareté et de leur prix.

## *Classement dans l'ordre alphabétique.*

Al Haggounia ( <i>Maroc</i> )	Luponnas ( <b>France</b> )
Australites ( <i>Australie</i> )	Météor crater ( <i>USA</i> )
Autriche ( <i>émission d'un timbre</i> )	Moldavite ( <i>République Tchèque</i> )
Bendl ( <i>USA</i> )	Mont-Dieu ( <b>France</b> )
Beuste ( <b>France</b> )	Monturaqui ( <i>Chili</i> )
Bouvante ( <b>France</b> )	Nantan ( <i>Chine</i> )
Campo del Cielo ( <i>Argentine</i> )	Orgueil ( <b>France</b> )
Chelyabinsk ( <i>Sibérie</i> )	Peekskill ( <i>USA</i> )
Draveil ( <b>France</b> )	Pultusk ( <i>Pologne</i> )
Ensisheim ( <b>France</b> )	Rochechouart ( <b>France</b> )
Esquel ( <i>Argentine</i> )	Salles ( <b>France</b> )
Gibeon ( <i>Namibie</i> )	Sikhote-Alin ( <i>Sibérie</i> )
Jilin ( <i>Chine</i> )	Tectites ( <i>Asie</i> )
Juvinas ( <b>France</b> )	Tungunaska ( <i>Sibérie</i> )
Lancé ( <b>France</b> )	verre libyque ( <i>Égypte-Lybie</i> )
L'Arbresle ( <b>France</b> )	Vouillé ( <b>France</b> )

Extrait de l'exposition « Trésor du Beaujolais »  
présentée à Salles-Arbuissonnas, Rhône, du 14 mai au 31 août 2014.

Tous les objets, documents et photos sont de la collection : Jacques Gastineau, sauf spécifications particulières.

## Al Haggounia, Maroc

Al Haggounia, situé au sud d'Agadir au Maroc, est un site à météorites découvert en 2006. Environ 3 tonnes de fragments ont été récoltés sur une surface de 40 km<sup>2</sup>. Leur taille varie de 50 kg à quelques grammes. Il est impossible d'évaluer la quantité dispersée par la météorite originelle. Sa date de chute est inconnue. C'est une achondrite (aubrite), donc une météorite pierreuse.



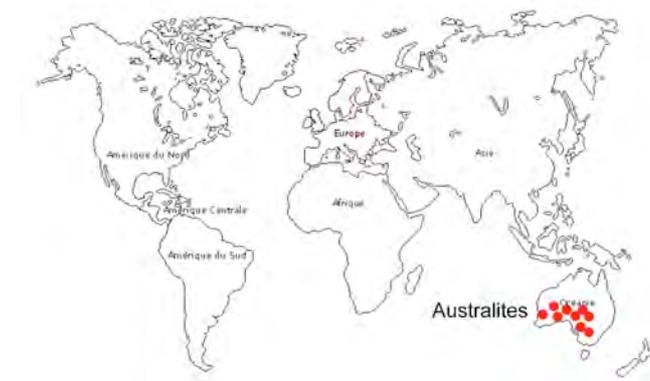
*Météorite pierreuse, 50 x 40 mm ;  
28,5 grammes, sciée.*

## Australites, Australie

Les australites sont des tectites trouvées en Australie. Elles ont pour la plupart une couleur foncée ou noire et une forme de disque ou de bol que l'on ne retrouve pas dans les autres tectites. La NASA a utilisé leur forme dans la conception de modules de rentrée de l'espace pour le programme Apollo des années 1960.

Des Aborigènes appelaient les australites Ooga (« les yeux fixes ») et les utilisaient comme des objets sacrés ou comme outils de coupe. Les Européens ont découvert les australites en 1857.

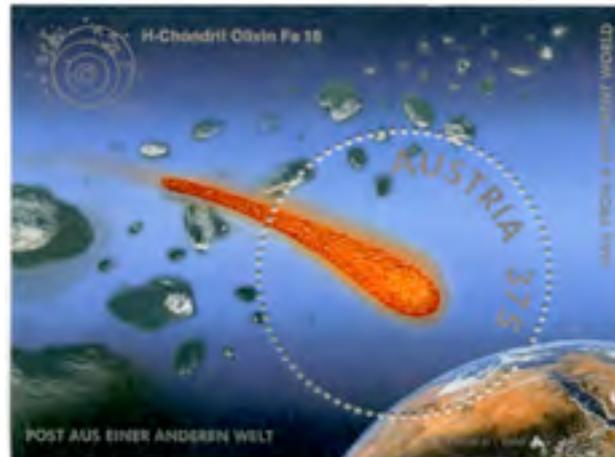
La plupart des australites se trouvent en Australie-Méridionale, en dessous du 25<sup>ème</sup> degré de latitude. Leur origine serait un énorme impact situé en dessous de la calotte glaciaire de l'Antarctique. Cet impact aurait pu être d'une force suffisante pour éjecter des myriades de petits morceaux de roches en fusion à partir du site initial jusqu'en Australie, où elles sont entrées dans l'atmosphère. On estime la date de l'impact à 790 000 ans sur la base de l'analyse des australites.



*Australites, 12 à 15 mm, poids total 5,5 grammes les 4 tectites.*

## Autriche, timbre

La Poste autrichienne a émis un timbre le 24 mars 2006. Imprimé à 600 000 exemplaires, il contient 0,03 gramme de poussière céleste. Cette poudre provient d'une météorite de 19 kg, broyée pour cette édition. Elle a été découverte au Maroc en 2004. C'était une météorite pierreuse (chondrite).



## Bend, Illinois, USA

Une météorite de 1,700 kg est tombée le 29 septembre 1938 sur un garage, puis a traversé le toit du bâtiment et celui d'une automobile garée à l'intérieur. L'objet s'est enfoncé dans le siège arrière du véhicule.



*Photo particulière.*

## Beuste, Pyrénées-Atlantiques, France

En mai 1859, dans l'après-midi, une météorite tombe à Beuste, près de Pau dans les Pyrénées Atlantiques. Deux morceaux d'environ 1,400 kg et 0,420 kg ont été trouvés à 700 mètres l'un de l'autre. Il s'agit d'une météorite pierreuse, de type chondrite à olivine et hypersthène L5.



Collection Française  
Nom : BEUSTE  
Pays : France  
Chute de mai 1859  
Type : Chondrite L5



Fragment de météorite en gros plan  
avec sa croûte de fusion à gauche  
6,5 x 3 mm ; 0,10 gramme.

*Fragment de la météorite de  
Beuste dans son coffret*

## Bouvante, Drôme, France

Le 30 juillet 1978, à Bouvante-le-Haut, Drôme, un habitant de la région eut son attention attirée par une trouée de 25 cm, dans une prairie à proximité, dont l'herbe était brûlée autour. Au centre du trou de 50 à 60 cm de profond, il y avait un caillou de 8,300 kg aux formes arrondies avec une carapace noire brillante. C'était une météorite.

Elle fut acquise par le Muséum National d'Histoire Naturelle en janvier 1980.

Un seul témoignage signale un phénomène lumineux le 22 juillet 1978 observé à 22 heures dans cette direction.

Cette météorite pierreuse est classée dans les achondrites riches en calcium (eucrite).



Collection Française  
Nom : BOUVANTE  
Pays : France  
Trouvée le 30 juillet 1978  
Type : Achondrite Eucrite



Fragment de météorite en gros plan  
19 x 9 mm ; 0,76 gramme.

*Fragment de la météorite de  
Bouvante dans son coffret*

## Campo del Cielo, Argentine

La météorite dite « Campo del Cielo » est tombée dans la province actuelle du Gran Chaco en Argentine, il y a 4 000 à 5 000 ans. Les débris pulvérisés se sont dispersés sur plus de 300 km<sup>2</sup>. À ce jour, plus de 100 tonnes de fragments ont été récupérés. Le plus grand morceau connu est estimé à 37 tonnes environ.

Les Indiens pré-colombiens s'en servaient comme source de fer pour leurs armes et leurs outils. L'étude moderne de cette météorite commence en 1576.

C'est une météorite métallique de type sidérite.

Composition chimique : 92,6% de fer + 6,7% de nickel + 0,4% de cobalt et des traces de : phosphore, gallium, germanium et iridium.



*Timbre.*



*Médaille commémorative.*



*Météorite métallique, 125 x 90 x 60 mm ; 2,200 kg.*

## Chelyabinsk, Sibérie

D'un diamètre de 15 à 17 mètres avec une masse de 7 000 à 10 000 tonnes, le bolide s'est en partie désintégré au dessus de la ville de Chelyabinsk dans le sud de l'Oural. Au matin du 15 février 2013 à 9 h 20 des milliers de personnes ont été témoins de la chute. Certains l'ont filmée et photographiée, on a eu l'occasion de voir des reportages à la télévision. Dans sa chute près d'un million d'habitants ont été blessés par des éclats de verre soufflés par l'explosion de l'objet.

Les scientifiques estiment que seulement moins de 0,05% de la masse totale est tombé au sol sous forme de météorites rocheuses (chondrite ordinaire). Les fragments sont en général de petite taille. La plus grosse masse, d'environ 570 kg, a été récupérée dans le lac Chebarkul en octobre 2013 après son dégel.



### *Extraits d'une série de cartes postales publiées en 2013*



*La dernière photo montre le trou causé par la chute de la météorite d'environ 570 kg, dans un lac gelé (photos particulières).*



*Médaille commémorative*



*Timbre*



*Météorites pierreuses, à gauche, une petite récolte, à droite, 46 x 33 mm ; 85,8 grammes.*

### **Draveil, Essonne, France**

Au sud de Paris, une pluie de météorites s'est abattue le 13 juillet 2011 sur plusieurs localités dont Draveil. Le ciel étant couvert, les chutes n'ont pas toutes été observées, 6 fragments seulement sont connus pour un poids total de 7,5 kg.

A Draveil, l'un des fragments est tombé sur une habitation en cassant une tuile.

Cette météorite est une chondrite ordinaire H 5 (météorite pierreuse) qui contient un peu de fer.



*Boîte présentoir, avec un petit fragment de météorite et de tuile.*



*Autre fragment de météorite, de 4 x 2,5 mm et de tuile.*

### **Ensisheim, Haut-Rhin, France**

Actuellement visible au musée du palais de la Régence à Ensisheim, la météorite d'Ensisheim ne pèse plus que 55 kg car elle a été fragmentée et répartie dans plusieurs musées du monde.

Lors de sa chute du 7 novembre 1492 entre 11 h et midi, elle pesait 135 kg !

Un jeune garçon la vit s'abattre, avec grand vacarme, dans un champ de blé sans blesser l'enfant.

C'est une météorite rocheuse (chondrite à olivine et hypersthène LL6, avec des traces d'alliage fer-nickel et d'autres minéraux).

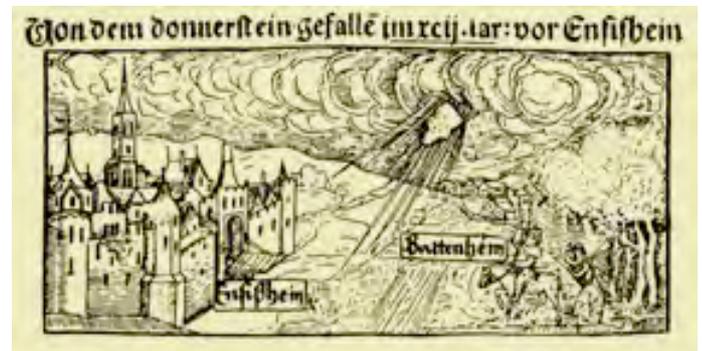
La Confrérie Saint-Georges des Gardiens de la météorite veille sur l'objet céleste.



*Météorite pierreuse d'Ensisheim, 55 kg, 36 x 28 cm. Musée d'Ensisheim.*



*Enluminure.  
Photo particulière.*



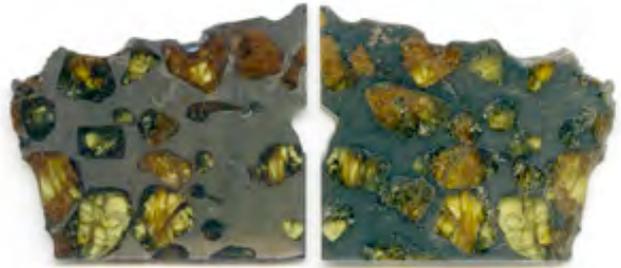
*La gravure de la lettre de Sébastien Brant en 1492, à été reproduite de nombreuses fois. On la retrouve sur des bouteilles de vin d'Alsace. Photo particulière.*



*Bouteille de vin d'Alsace et son étiquette. Collection et photo Jacques Gastineau.*

## Esquel, Argentine

Cette météorite a été trouvée en 1951 dans la province de Chabut en Argentine. Elle provient d'un gros astéroïde qui comme la terre avait un noyau en fer. D'une masse unique d'environ 700 kg elle a été débitée en plaques polies. C'est la plus belle des météorites. Les cristaux jaune-vert sont de l'olivine, noyés dans une masse de fer et de nickel.



*Météorite mixte métallique et pierreuse (pallasite ou sidérolithe), 49 x 43 mm ; 15,5 grammes, vue recto-verso.*

## Gibeon, Namibie

La météorite de Gibeon s'est désintégrée en de nombreux fragments avant son impact près de la ville de Gibeon en Namibie. Sa masse totale connue est de 26 tonnes. Le champ d'éparpillement des fragments recouvre une zone elliptique de 275 km sur 100 km. Les fragments sont connus depuis plusieurs siècles par les Namaquas, peuple de pasteurs d'Afrique australe, qui s'en servent pour fabriquer des flèches et d'autres outils. En 1836, le capitaine britannique J. E. Alexander en recueille quelques échantillons, puis les expédie à Londres pour faire des analyses qui confirment l'origine extraterrestre. La chute de l'objet est beaucoup plus ancienne. La météorite de Gibeon est métallique, de type sidérite, constituée d'un alliage de fer-nickel et contient également du cobalt et du phosphore. Sa structure cristalline est un exemple d'octaédrite. La belle structure de ses figures de Widmanstätten est visible sur la coupe présentée.



*Timbre.*



*Météorite métallique, à gauche 87 x 57 x 44 mm ; 798 grammes, à droite, 79 x 54 x 22 mm ; 319 grammes, sciée, avec figures de Widmanstätten.*

## Jilin, Chine

Le 8 mars 1976 à 15 h une météorite a explosé dans la banlieue nord de la ville de Jilin en Chine. Le champ d'éparpillement des débris atteint une superficie de 500 km<sup>2</sup>. Le plus gros fragment récupéré pèse 1770 kg. Cette météorite est rocheuse (chondrite) avec une teneur en fer de 28%. D'autres espèces minérales, au nombre de 17, ont été détectées par analyses.



*Timbres.*



*Médaille commémorative.*



*Météorite rocheuse, diamètre 27 mm ;  
5,9 grammes.*

## Juvinas, Ardèche, France

Vendredi 15 juin 1821 vers 15 h, une météorite tombe dans un champ de pomme de terre sur la commune de Juvinas en Ardèche. À l'époque, les connaissances scientifiques sur les « pierres tombées du ciel » sont récentes, peu diffusées et le phénomène passe pour surnaturel :

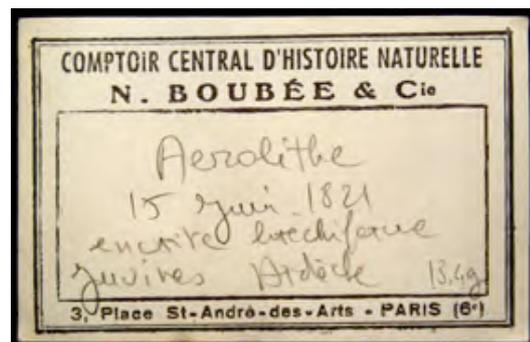
« Une détonation épouvantable, que l'on peut comparer à un coup de canon, mais beaucoup plus fort, fut suivie d'un roulement qui se prolongea environ 3 minutes et qui semblait parcourir et remplir les vallons voisins, ce qui faisait croire à nos paysans que le monde touchait à sa fin et que notre globe s'enfonçait peu à peu. Tous étaient remplis de frayeur et d'étonnement » (M. Fraysse, curé de Juvinas).

La météorite, retrouvée sous environ 1,60 m de terre au creux d'un cratère d'environ un mètre de diamètre, était trop lourde pour être extraite telle quelle. D'un poids initial de 92 kg, elle fut donc cassée en deux gros blocs d'un peu plus de 40 kg chacun et d'une multitude de petits fragments depuis répartis dans le monde entier.

C'est une météorite pierreuse (achondrite, eucrite).



*Météorite pierreuse, 16 x 14 mm ; 0,8 gramme.*



*Météorite pierreuse, 33 x 28 x 17 mm d'épaisseur ; 13,4 grammes,  
vue sous trois angles différents,  
et son étiquette d'origine provenant d'une collection ancienne.*

## L'Arbresle, Rhône, France

Une légende bien ancrée perdure encore à L'Arbresle.

Un bolide, aérolithe ou météorite, est visible près du château, pour preuve une série de cartes postales éditées vers 1900. Bien évidemment il ne s'agit pas d'une météorite mais d'une boule de granit d'environ 1 m de diamètre. Cette forme sphérique est typique de l'érosion dite « en boule » du granit. Ce bloc aurait été trouvé lors des travaux du percement des tunnels de la ligne ferroviaire au XIX<sup>e</sup> siècle, près de L'Arbresle.

Dans une ancienne carrière, située sur la commune d'Ancy, on retrouve le même type de boule en place dans le granit. L'éditeur des cartes postales de l'époque, sans se donner la peine de vérifier l'authenticité de l'objet, n'a pas hésité à qualifier de « bolide » le rocher en question, dans la légende de ses cartes. Cette anecdote était amusante à signaler. L'Arbresle n'est pas la seule localité dans ce cas en France.



*Ancienne carte postale vers 1900.  
La légende spécifie bien un « bolide trouvé dans les environs ».*



*À gauche, la pseudo-météorite de l'Arbresle est en fait une boule de granit.  
À droite, dans une ancienne carrière située sur la commune d'Ancy, on retrouve ce type de boule en place dans le granit. Deux sont visibles côte à côte sur la photo : diamètre environ 0,50 m et 1 m.*

### Lancé, Loir-et-Cher, France

Le 23 juillet 1872 à 17 h 20, à Lancé, dans le Loir-et-Cher et à l'ouest d'Orléans, une pluie de pierres tomba après le passage d'une boule de feu et des détonations.

Six fragments ont été retrouvés, d'un poids total d'environ 52 kg, le plus gros atteignant 47 kg. Ce fragment est au musée de Vienne (Autriche). Le Muséum de Paris n'en a conservé que 1,780 kg.

Cette météorite pierreuse est une chondrite carbonatée, type III Co3.



*Fragment de la météorite de Lancé dans son coffret*



*Fragment de météorite en gros plan avec sa croute de fusion en haut  
4 x 1,5 mm ; 0,03 gramme.*

### Luponnas, Ain, France

Le 8 septembre 1753, vers une heure de l'après midi, par un temps chaud et serein et sans aucune apparence de nuage, on entendit, dans la Bresse au sud-est de Mâcon, un grand bruit semblable à celui de deux ou trois coups de canon qui dura très peu, mais qui était assez fort pour retentir à 40 km à la ronde. Ce fut aux environs de Pont-de-Vesle que le bruit était le plus considérable ; on entendit même à Luponnas un sifflement semblable à celui d'une fusée. Le même jour on trouva dans ces deux localités deux masses noirâtres presque rondes, mais fort inégales, qui étaient tombées dans des terres labourées où elles s'étaient enfoncées par leur propre poids de 15 cm en terre. L'une des deux pesait environ 9 kg à Luponnas et l'autre 5 kg à Pont-de-Veyle. Elles furent cassées à l'époque.

Cette météorite est une chondrite H3-5 (météorite pierreuse) qui contient un peu de fer.

Quelques fragments sont visibles à Paris (66 grammes) au Muséum National d'Histoire Naturelle et à Vienne, Autriche (84 grammes) au Naturhistorisches Museum Wien.



*Un fragment recto-verso de la météorite pierreuse de Luponnas.  
Poids 84 grammes, dimensions inconnues.  
Collection et photos Naturhistorisches Museum Wien.*

### **Meteor Crater (ou Canyon Diabolo), Arizona, USA**

Le Meteor Crater (astroblème) mesure environ 1400 mètres de diamètre et 190 de profond. Il est dû à l'impact d'une météorite métallique il y a environ 49 000 ans. C'est le cratère météoritique le mieux conservé du monde, car situé dans un désert : l'Arizona.

Un berger, en 1886, ramassa pour la première fois un fragment de fer. Il est composé de 92% de fer et de 7% de nickel, avec des traces de cobalt, de platine et d'iridium.

On a tenté, à partir de 1902, d'exploiter le fer que l'on croyait enfoui au fond du cratère. Actuellement c'est un haut lieu touristique.



*Vue aérienne dans les années 1950.  
Photo particulière.*



*Certificat d'actions de la compagnie minière du Meteor Crater.  
La société a été créée pour réaliser un puits de 487 mètres de profondeur  
près du centre du cratère dans une tentative de localiser  
la masse principale de la météorite.  
Malheureusement cette tentative est restée vaine.*



*Médaille commémorative.*



*Météorite métallique, 32 x 28 mm ; 19,1 grammes, vue recto-verso.*

## Moldavite

La moldavite est une tectite résultant de l'impact violent d'une grosse météorite.

Le nom ne vient pas de celui de la Moldavie mais du nom germanique *Moldautein* donné à la ville Tyn nad Vltavou, localité tchèque dans la partie sud de la Bohême où la moldavite est particulièrement abondante.

Le point d'impact, situé entre 250 et 400 km à l'ouest, serait le cratère du Ries, de 24 km de diamètre, qui se trouve à Nördlingen en Allemagne. Il est du même âge que les moldavites, soit : 14,7 millions d'années.

Composition chimique : environ 80% de silice + des impuretés telles que  $K_2O$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Na_2O$ . Taillée, elle est une gemme de collection très appréciée.



*Moldavite.*

*A gauche en recto verso, 32 x 24 x 9 mm ; 6,3 grammes.*

*A droite, 61 x 20 x 20 x mm ; 19 grammes.*



*Pendentif en moldavite  
35 x 19 mm*



*Moldavite sculptée  
42 x 32 mm*



*Moldavite taillée  
17,5 x 15 mm  
15,95 carats (3,1 grammes).*

## Mont-Dieu, Ardennes, France

Mont-Dieu, Ardennes, est la deuxième météorite métallique trouvée en France et c'est la plus importante en poids dans notre pays. Elle a été trouvée en 1994 mais sa date de chute n'est pas connue. Plusieurs fragments, ont été récupérés dont un de 435 kg exposé à Bruxelles. Un autre de 364 kg a encore été trouvé plus tard.

Cette météorite est une métallique ferreuse (sidérite octaédrite classée IIE).



*Météorite métallique sciée,  
100 x 55 mm ; 173,7 grammes, vue recto-verso.*

## Monturaqui, Chili

Le cratère de Monturaqui se trouve au nord du Chili dans la seconde région de la province d'Autofagasta.

Il est situé au sud du Salar d'Atacama à une altitude de 3 000 m.

L'âge de ce cratère est mal connu. La documentation existante fournit une estimation entre 100 000 ans et 1 million d'années. Il a un diamètre d'environ 460 m et une profondeur variant de 16 à 48 m.

La première exploration du cratère date de 1965. Une excavation fut réalisée en 1973 à mi-pente sud-sud est. Il subsiste de ces travaux un puits profond et un amoncellement de gravats. Le cratère a probablement été formé par l'impact d'une météorite ferreuse d'un diamètre moyen estimé à 24 m. Cet impact s'est produit sur un terrain granitique recouvert par un tuf volcanique (ignimbrite).

Des impactites ont été trouvées ainsi que des fragments de magnétite, notamment à proximité de la crête nord et sud-ouest du cratère.





*Vue panoramique du cratère de Monturaqui.  
Photo particulière.*



*Impactites, en moyenne 25 x 15 mm, poids total 11,2 grammes les 4 échantillons.*

### **Nantan, Chine**

La météorite métallique de Nantan est tombée en 1516 puis découverte près de Lihu, dans la province de Guangxi en Chine. Les fragments ont été récupérés à partir des années 1950. La météorite a éclaté lors de son passage dans l'atmosphère. Les morceaux ont été éparpillés sur 28 km de long et 8 km de large.

Sa composition chimique est la suivante : fer (Fe) 92,35%, nickel (Ni) 6,96%, appartenant au type III CD de la sidérite. De nombreux autres éléments ont été détectés à l'état de traces.





*Médaille commémorative.*



*Météorites métalliques, 30 x 30 x 20 mm et  
40 x 30 x 20 mm, total 81 grammes.*

### **Orgueil, Tarn-et-Garonne, France**

Le 14 mai 1864, à 20 heures, la chute a été vue par des milliers de personnes depuis le nord de la France jusqu'au nord de l'Espagne.

Le point d'entrée dans l'atmosphère a été évalué à 70 km de hauteur et sa vitesse estimée à 20 km seconde. Sa masse est de 14 kg.

Cette météorite est d'une extrême rareté. Sept de cette nature sont connues, celle d'Orgueil est la plus grosse.

Cette météorite est une chondrite carbonée type CI1 (météorite pierreuse).

Un fragment de 11 kg est visible à Paris.



*Fragments de météorite dans un flacon de 4,5 cm de long.*

## Peekskill, USA

La météorite de Peekskill, dans l'état de New York, est tombée le 9 octobre 1992. Dans sa chute, elle s'est fragmentée en plusieurs morceaux. L'un des fragments de 12,500 kg a traversé le coffre d'une automobile garée devant le pavillon du propriétaire du véhicule.

Cette météorite est une chondrite (météorite pierreuse). Elle a une croûte épaisse de 3 mm due à une longue traversée de l'atmosphère.

L'automobile détériorée est devenue depuis une rareté et a pris de la valeur. Elle a été exposée dans de nombreux pays.



*Photographie de la chute à 19 h 48. Photo particulière.*



*Dégâts sur l'automobile Chevrolet.*



*Le responsable des dégâts avec des traces rouges de peinture de l'automobile.  
Photos et collection particulières.*

## Pultusk, Pologne

Cette météorite a été observée par des milliers de personnes qui ont vu une grosse boule de feu suivie d'une explosion le 30 janvier 1868. Une pluie de fragments s'est abattue sur la glace, la terre et les maisons sur une zone de près de 13 km<sup>2</sup>. Leur nombre, est estimé à environ 70 000, pour un poids variant de un demi-gramme à 9 kg. La masse globale est évaluée à 9 tonnes.

C'est une météorite pierreuse (chondrite ordinaire).

Composition chimique : Les éléments chimiques et la quantité respective trouvée dans les météorites de Pultusk ont été décrits en tant que : silice 36,44%, nickel, 1,61%, titane 0,18%, alumine 1,88%, chrome 0,37% et de nombreux autres éléments.



*Illustrations de la chute de la météorite de Pultusk,  
(interprétations artistiques et collections particulières).  
Visuel utilisé sur une médaille commémorative.*



*Médailles commémoratives.*



*Météorite pierreuse de Pultusk, 30 x 20 x 20 mm ; 24 grammes, avec son étiquette de collection ancienne.*

## Astroblème de Rochechouart, France

À la limite des départements de la Haute-Vienne et de la Charente, l'astroblème de Rochechouart mesure 21,600 km de diamètre. Dans le cadre actuel des connaissances (2009), il est dû à l'impact d'une énorme météorite pierreuse il y a 214 millions d'années. La composition chimique était d'une très forte proportion de silicates et d'un alliage à 75% de fer, 17% de nickel et 8% de chrome. Le diamètre de l'objet est évalué à 1,5 km pour une masse de 6 milliards de tonnes, sa vitesse de chute était de 20 km/seconde.

Toute vie a été anéantie dans un rayon de 200 km après sa chute. Des vents très chauds atteignant 220 km/h ont soufflé jusque dans la région lyonnaise. Si l'espèce humaine avait existé à cette époque, près de Lyon un grand nombre de personnes auraient subi des brûlures au 2<sup>ème</sup> degré.

Aucun fragment de la météorite n'a survécu au choc. Les seuls témoins de ce phénomène sont les brèches formées lors de l'impact. Les roches de la région de Rochechouart ont la particularité d'être fracturées et d'avoir subi d'énormes pressions suite au choc violent de l'impact.

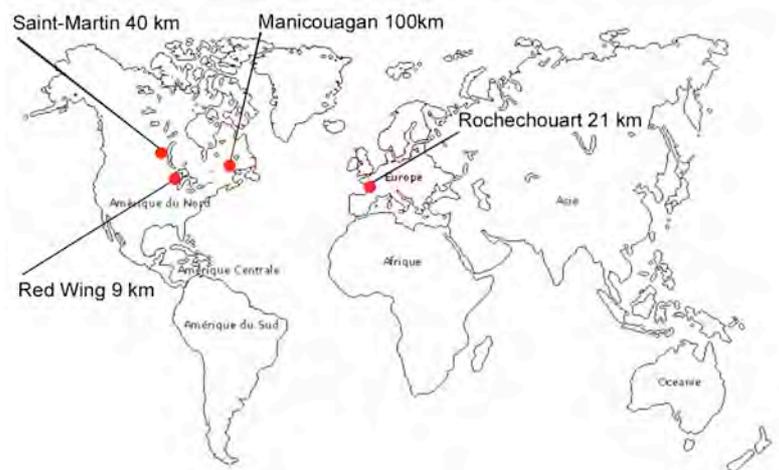
Au centre de l'impact les roches présentent des cônes de percussion sur leurs clivages et des cristaux de quartz choqués.

Une anomalie de gravité, partant du centre du cratère, indique que le socle a subi une importante fracturation.

L'érosion a considérablement modifié la dépression initiale.



Selon une hypothèse émise en 1998, une rafale d'astéroïdes sur la même trajectoire, serait entrée en collision avec la Terre à quelques heures d'intervalles. Ces cratères ont le même âge. Il y en a quatre : celui de Rochechouart, deux au Canada et un aux Etats-Unis. Leur taille varie de 9 à 100 kilomètres de diamètre.



*Rafale d'astéroïdes, il y a 214 millions d'années (hypothèse).  
Noms des cratères et leurs diamètres respectifs.*



*Le Roc du Bœuf où affleurent les brèches de type Rochechouart.  
Photo antérieure à 1908 montrant la colline déboisée.*



*Château de Rochechouart.  
Le fond du cratère en pointillé jaune,  
A, brèches de retombées,  
B, brèches de dislocation des gneiss.*



*Diversité de la couleur des brèches d'impact.  
A gauche, église de Rochechouart,  
en haut à droite, un mur de l'église de Biennac,  
en bas à droite, porche de l'église de Chassenon.*



*Brèche d'impact type Rochechouart, Haute-Vienne, 16 x 6 cm.*

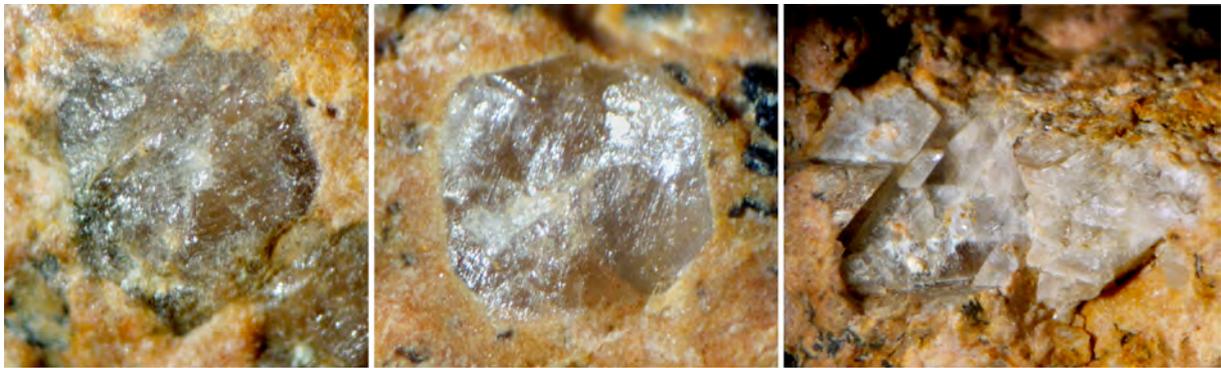


*Brèche d'impact type Montoûme, Haute-Vienne, 12 x 10 cm.*



*Cône de percussion 9 x 6 cm.*

*Le sommet des cônes étant dirigé généralement vers le haut, en direction du choc de l'impact.  
Ce phénomène a provoqué des clivages artificiels de cette nature dans le gneiss de la Judie, Charente, tout près  
du centre du cratère.*



**1**

**2**

**3**

*Grains de Quartz du gneiss de la Judie, Charente.*

- 1 - un quartz normal, diamètre 2 mm.*
- 2 - un quartz choqué, diamètre 1,8 mm,  
caractérisé par la présence de plans de dislocation très fins  
et très rapprochés (striures parallèles).*
- 3 - un autre quartz choqué, 5 x 2,5 mm, en partie disloqué.*

### Salles-Arbuissonnas, Rhône, France

Entre 7 et 8 heures du soir, le 12 mars 1798 (la date exacte a fait l'objet de nombreuses controverses), une pierre de 10 à 12 kg est tombée en sifflant fortement. On la trouva le lendemain dans un trou de 1,20 m de profond, à l'ouest du village de Salles dans le Beaujolais. Elle était noire, ovoïde et fendue en plusieurs sens.

C'est la première météorite dont la chute ait été signalée et étudiée par un minéralogiste et de nombreux chimistes. Cette chute remettait en question toutes les croyances précédentes plus ou moins fondées et on commença à admettre la possibilité que ces roches soient d'origine extraterrestre.

Elle est pierreuse, c'est une chondrite à olivine et bronzite H6.

Le Muséum de Paris possède dans ses collections, un morceau de 1,550 kg réparti en trois fragments.



*Deux fragments de la météorite de Salles.  
Collection de météorites - Muséum National d'Histoire Naturelle.  
À gauche, 55 x 35 x 25 mm ; 74,6 grammes, avec croûte de fusion.  
À droite, 45 x 30 x 24 mm ; 41,2 grammes.  
Photos Jacques Gastineau.*

### Sikhote-Alin, Sibérie

La météorite métallique de Sikhote-Alin tomba le 12 février 1947 à 10 h 38 sur les monts de Sikhote-Alin en Russie orientale dans les territoires maritimes. Des dizaines de milliers de fragments ont littéralement haché la forêt. Cette chute est unique dans l'histoire des météorites, compte tenu des 70 tonnes qui auraient survécu à son passage embrasé dans l'atmosphère terrestre.

Les témoins observèrent un corps plus brillant que le soleil, en provenance du nord et descendant sous un angle de 41°. Entrant dans l'atmosphère à une vitesse de 14 km/s, la météorite commença à se désintégrer à une hauteur de 5,600 km. La plus importante masse semblait s'éclater avec violence.

Il y a deux types de ces météorites : un premier groupe, de forme classique, celles qui ont traversé l'atmosphère individuellement et un second groupe, de forme éclatée ou « shrapnel », qui résultent de l'explosion de gros blocs de métal en arrivant près du sol.

L'éclair vif et le choc assourdissant de la chute furent observables dans un rayon de 300 km autour du point d'impact. Une traînée de fumée, sur une longueur estimée à 32 km resta dans le ciel pendant plusieurs heures.

Le spectacle est capté dans un tableau par P.J. Medvedev, un artiste soviétique qui ébaucha un croquis lors de la chute. Le 20 novembre 1957, une décennie plus tard, l'union soviétique émit un timbre avec cette image.

Composition chimique : 93% de fer + 5,9% de Nickel + 0,46% de phosphore + 0,42% de cobalt + 0,28% de soufre.



Tableau de Medvedev (collection particulière) et timbre émis en 1957.



Médailles commémoratives.



*Météorites métalliques.*

*A gauche, 81 x 53 x 24 mm ; 227,3 grammes, type « shrapnel ».*

*A droite, 25 x 25 x 40 mm ; 55 grammes, de forme classique.*

## **Tectites**

Les tectites sont des fragments de roche terrestre fondus lors de l'impact d'une grosse météorite. Le choc est si violent que la météorite fond et se mélange au sol également vitrifié. Une partie de cette fusion est projetée loin du lieu d'impact, parfois à plusieurs centaines de kilomètres. Ces « éclaboussures » prennent toutes une variété de formes lorsqu'elles refroidissent et retombent sur terre. On les retrouve avec l'aspect de boules, de disques ou de bâtonnets.

Les fragments de roche fondue restés aux abords immédiats du cratère d'impact se nomment : impactites et les éclaboussures : tectites.

Composition chimique : 75% de silice + 15% d'alumine + de faibles quantités d'oxyde de fer, de magnésium, de calcium, de soude, de potassium.





*Tectites*

*1, Vietnam (sans plus de précision), 30 à 55 mm, poids total 158 grammes,*

*2, Chanthaburi, 65 x 61 x 16 mm ; 76 grammes.*

*3, Bao-Loc, 130 x 28 mm ; 56 grammes.*

*4, Luzon, diamètre 60 mm ; 240 grammes, type « rhizalithe » beaucoup plus rare.*

### **Tungunaska, Sibérie**

Le 30 juin 1908 les rares habitants de la région remarquaient une lueur extraordinairement brillante dans le ciel, accompagnée d'un bruit assourdissant.

La chute se produisit à 800 km au nord du lac Baïkal dans une zone boisée marécageuse sans faire de victimes. Les habitants les plus proches demeuraient à 40 ou 50 km.

La première expédition scientifique, dirigée par Leonid Kulik, s'est rendue sur place en 1927 dans cette zone où les arbres étaient couchés et brûlés dans un rayon de 30 km. Aucune trace de cratère ni débris de météorite n'ont été trouvés. À l'époque de nombreux rennes et autres animaux furent également brûlés.

Encore aujourd'hui le mystère demeure, sans explication satisfaisante.





*Forêt dévastée, photo de l'expédition Kulik en 1927.      Portrait de Leonid Kulik (expédition de 1927).*



*Мédaille commémorative et timbre à l'effigie du minéralogiste Leonid Kulik.*

## Verre Libyque

Les impactites sont répandues sur une surface de 3 500 km<sup>2</sup> dans la partie égyptienne du désert de Lybie.

Les plus grosses atteignent 20 kg. Leur âge est de 28 à 29 millions d'année. Les traces du cratère et celle de la météorite n'ont pas été retrouvées.

C'est une comète qui est entrée dans l'atmosphère. En explosant elle a fait fondre le sable vers 2 000° C.

Le verre libyque a été utilisé depuis la préhistoire pour fabriquer des outils. Les Pharaons l'employaient pour réaliser des bijoux et autres objets décoratifs, dont le pectoral de Toutankhamon garni d'un scarabée.

Composition chimique : 98% de silice, 2% d'alumine + traces : d'oxyde de fer, de titane, de zirconium.

Taillé, c'est une gemme de collection très appréciée.



*Verre Libyque (impactite), 150 x 80 mm ; 771 grammes.*



*Outils préhistoriques du Néolithique, 9000 à 3000 avant J.C.,  
lames en verre Libyque, 76 et 69 mm.*



*Scarabée Egyptien sculpté dans le verre Libyque, 30 x 20 mm.  
Façonné au XXI<sup>e</sup> siècle. Vu sous deux angles différents.*



*Verre Libyque taillé, 19,5 x 15,2 mm, 15,95 carats (3,1 grammes).  
Façonné au XXI<sup>e</sup> siècle.*

## Vouillé, Vienne, France

Dans la nuit du 13 au 14 mai 1831, une boule lumineuse apparut dans le ciel près de Poitiers, suivant une trajectoire se dirigeant du Sud au Nord, trois explosions se produisirent. Le lendemain à Vouillé, dans la Vienne, un cultivateur trouva dans ses vignes une masse rocheuse d'environ 20 kg. Il remarqua alors une excavation récente de 60 cm de diamètre et 40 cm de profondeur. De la terre fut éjectée du cratère et les roches brisées autour. La météorite avait rebondi et était à quelques pas du point d'impact.

La masse principale est au Muséum de Paris (14,278 kg).

C'est une météorite pierreuse, de type chondrite à olivine et hypersthène L6.



*Fragment de la  
météorite de Vouillé  
dans son coffret.*



*Fragment de météorite en gros plan  
14 x 10 mm ; 0,70 gramme.*

**Jacques GASTINEAU**

---

## ***Il était une fois... vers Beaujeu... Les minéraux de Lantignié***

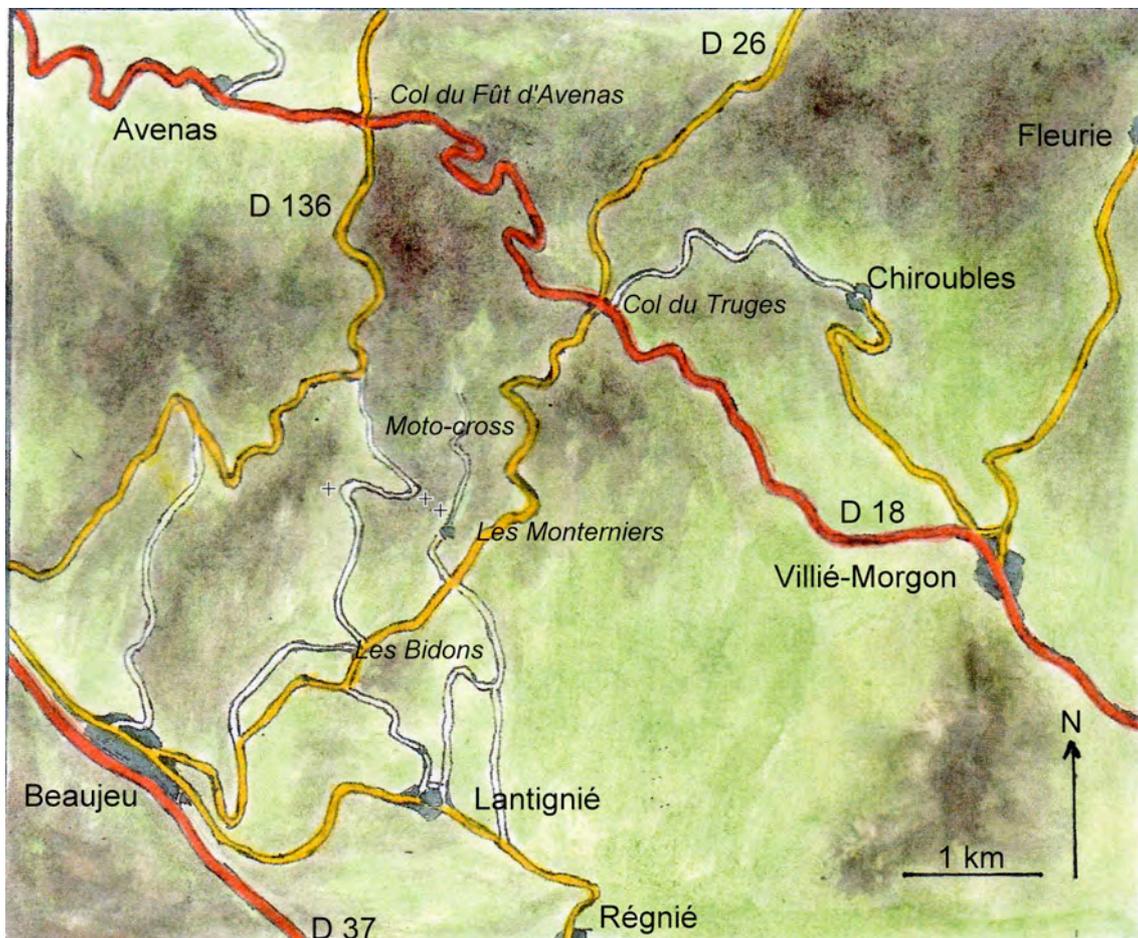
---

D'accord !... Quand on dit Beaujeu, on pense aussitôt aux vignes, aux caveaux, aux dégustations et aux routes « sinueuses » dues peut-être à la boisson et sûrement au relief, restes de montagnes primaires qui devaient être fort accidentées...

Mais, pour les chercheurs de minéraux, un nom rappelle de bonnes trouvailles et de bons souvenirs. Avec ses galeries d'accès assez facile, avec ses tranchées à ciel ouvert, Lantignié et ses mines de fluorite ont accueilli beaucoup d'amateurs.

Par « Les Monterniers », quelques centaines de mètres en direction du moto-cross amènent juste en-dessous de l'ouverture des galeries. Exploitées d'une façon semi-industrielle au début du XX<sup>e</sup> siècle, abandonnées depuis longtemps, sans haldes visibles, elles ont reçu la visite d'explorateurs plus ou moins bien équipés. C'est sombre, une galerie, et une vulgaire lampe de poche dans les années soixante... c'est un peu juste !... Et les trous recouverts par l'eau n'indiquent pas leur profondeur...

Au Col du Fût d'Avenas, une route étroite et sinueuse se dirige vers Beaujeu. En la prenant pendant environ 2 km, on aperçoit sur sa gauche une bifurcation qui conduit au-dessus du gisement... et à ce qui reste des tranchées !!! Très peu maintenant, hélas, car c'était l'endroit favori de nombreux chercheurs. Et là, au calme, avec vue très dégagée sur la nature environnante, et dans les tranchées à l'abri du vent qui souffle parfois assez violemment et froidement, très tranquillement on pouvait « casser du caillou »...



Que cherchait-on à Lantignié ? Essentiellement de la fluorite. Mais, au fait, qu'est-ce que c'est ? Comment la reconnaître ? Et à quoi sert-elle ?

La fluorite, fluorure de calcium, minéral tendre contenant fluor et calcium, cristallise dans le système cubique. À Lantignié, elle se présente soit sous forme massive et compacte, soit en cubes très nets, simples, accolés les uns aux autres. Elle peut être unicolore, mais très fréquemment des couleurs variées s'entremêlent ou se côtoient, et ce voisinage offre, au regard, un aspect bien plus plaisant.



La fluorite, tout le monde le sait car la publicité nous l'a abondamment seriné, entre dans la fabrication des dentifrices... Mais, même avec une population mondiale importante, les quelques grammes de fluor que l'on utilise personnellement chaque année sont loin d'épuiser la production mondiale !

Si elle est de bonne qualité, il est possible de la travailler, de la sculpter, de la tailler. Ainsi, autrefois, les Grecs fabriquaient avec elle des vases et récipients précieux. Elle peut devenir bijoux, ornements divers comme pierre décorative avec facettes et cabochons. Mais... attention : elle est fragile et se fend facilement...

Actuellement, on l'emploie en métallurgie, chimie, optique... Elle est soluble dans l'acide sulfurique avec dégagement d'acide fluorhydrique indispensable dans l'industrie de la céramique. Elle permet aussi le traitement de la bauxite, minerai d'aluminium. Et, de cristaux parfaitement limpides, naissent parfois des lentilles optiques.



Quand de nombreux chercheurs prospectaient ce gisement, comment se présentait-il ?

En bas, vers « Les Monterniers », des sorties de galeries s'ouvraient à peu de distance du chemin. Accès facile, mais ensuite, c'est une autre histoire !... Les rails rouillés sur lesquels les wagonnets avaient circulé ne présentaient pas toujours une sécurité rassurante pour franchir un trou d'eau dont on ignorait la profondeur !...

Sur les pentes, les filons remontant vers le haut affleuraient fréquemment, présentant des signes intéressants, d'où des traces de travaux ponctuels plus ou moins poussés. Egalement, de vrais trous, assurant la communication entre surface et galeries, obligeaient les chercheurs à regarder l'endroit où ils posaient leurs pieds...

Tout en haut, près d'un tir aux pigeons d'argile, se trouvait une vaste tranchée à ciel ouvert, fort agréable... Et aussi une descenderie ou un puits abandonné servant surtout à entreposer les objets encombrants et indésirables : vieilles cuisinières, landaus, carcasses de voitures.... Profond, et aussi dangereux, car non signalé et non protégé, la municipalité l'a rapidement fait combler et recouvrir.

Enfin, en suivant la route qui, du haut du gîte, descend au bourg de Lantignié en passant par « Les Bidons », une tranchée sur la droite de cette route livrait une fluorite zonée, blanche et violette, d'un violet très sombre, presque noir. Maintenant un lotissement la recouvre...



Et un jour, la municipalité, faisant effectuer des travaux à proximité et ayant des déchets à éliminer, a chargé un conducteur d'engin de boucher les « trous » sur les pentes. Sans bien préciser lesquels... Et c'est ainsi que la tranchée à ciel ouvert, sans danger, a été comblée... et les trous des puits, profonds et dangereux, sont restés dans le même état !

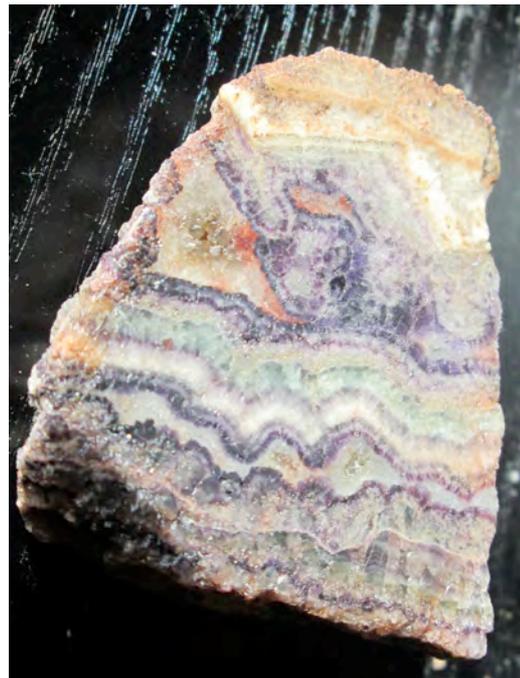


Alors, qu'en reste-t-il à présent ? Le souvenir de nombreuses sorties en groupes, très, très agréables, au calme, avant que le moto-cross ne vienne troubler le silence de la campagne. Et, dans les collections, des échantillons plus ou moins gros, variés, et embellis par la présence de minéraux annexes. Sans rechercher les très gros éléments car la fragile fluorite y est souvent cassée, ébréchée, hélas... Les pièces de 5 à 10 cm procurent, souvent, plus de satisfaction.

La tranchée à ciel ouvert, au sommet du gisement, recevait de nombreux visiteurs. Tout en discutant, on cognait, on cognait avec ardeur !... C'était surtout une fluorite massive, verte, assez jolie d'ailleurs, avec des taches rosâtres de barytine. De temps en temps, dedans, s'ouvraient des géodes tapissées de cubes... Là, le rythme ralentissait... et les efforts pour obtenir quelque chose d'intact augmentaient. Les cristaux chatoyaient au soleil, mais chose curieuse, si pour la fluorite massive la couleur verte dominait nettement, qui a trouvé des cristaux verts ?...



La couleur n'était pas uniforme et des dégradés de vert présentaient des « zones » plus ou moins foncées se succédant et se renouvelant. C'était déjà assez plaisant, mais ce le devenait encore plus avec des teintes différentes s'interpénétrant, se côtoyant. L'aspect brut est intéressant. Et que dire, après sciage et polissage !



Trouver, ici, tant de variétés de couleurs, quel plaisir pour le chercheur ! Et on ne ménageait pas sa peine !... Certes, des teintes dominaient, souvent un peu neutres, mais, en dehors d'elles, de petits cristaux, dans de petites pièces, charmaient le regard. On n'avait pas, quand même, toutes les couleurs de l'arc-en-ciel... mais...

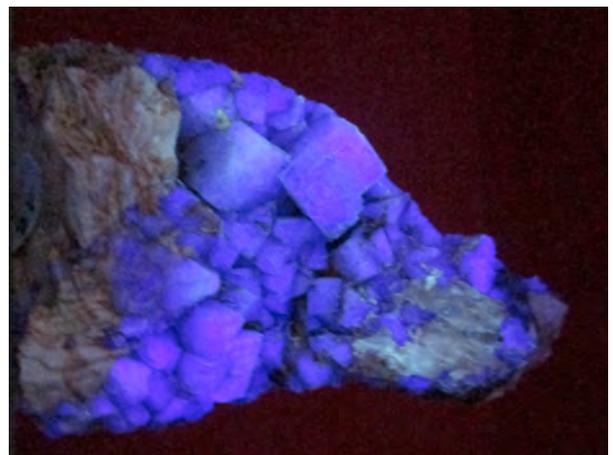




En regardant attentivement des échantillons de Lantignié, il n'est pas rare d'apercevoir, côte à côte, des cubes de teintes très différentes, de petite taille mais de bonne qualité. Quel plaisir pour notre regard !... Et, en plus, d'autres minéraux, assez souvent, viennent les enjoliver. Beaucoup d'associations variées existent à Lantignié, et là, alors, c'est une autre histoire !...



Enfin, il ne faut pas négliger les cubes ternes, sans éclat, abandonnés sur le terrain car personne n'a daigné les recueillir. Ils réservent aux ultra-violets de très agréables surprises...



Un autre minéral l'accompagnait fréquemment : la barytine. Sulfate de baryum, avec des cristaux appartenant au système orthorhombique, comme le quartz, elle n'était pas recherchée spécialement, mais on a dû en retirer quelques tonnes, car elle pèse lourd : 4,5 kg par  $\text{dm}^3$ ...

Économiquement, c'est un minéral important. Utilisé comme pigment dans la préparation des peintures, comme charge pour papier et tissu, il sert à la fabrication de « boues » barytées. Celles-ci, injectées dans les forages profonds de pétrole, réduisent l'usure des trépan, leur assurant ainsi un meilleur fonctionnement.



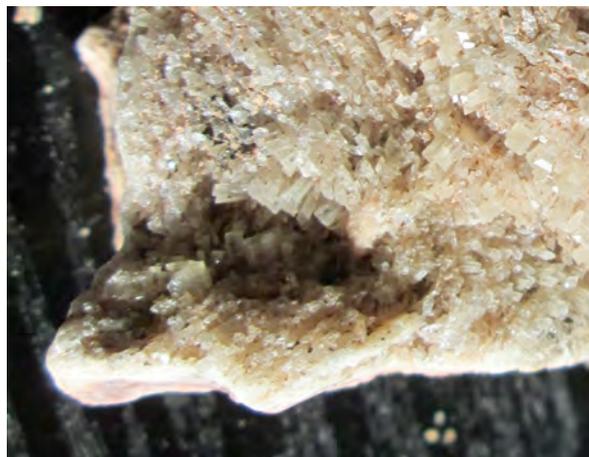
Massive, elle servait de support à la fluorite. À Lantignié, elle se cristallisait surtout en « crêtes » très souvent accolées et nombreuses. Là, se trouvaient des pièces de bonne taille, d'une longueur dépassant fréquemment 20 cm. Et pas vraiment très légères... Parfois, ces « crêtes » s'assemblaient pour former des « roses » qui, posées sur de la fluorite, donnaient un ensemble que l'œil appréciait. Toutefois, il fallait choisir, car plus fragiles encore que le minéral exploité ici, sur elles, cassures, défauts, écrasements, sont fréquents... Rarement, des cubes de fluorite reposaient sur elles.



Le quartz n'était pas loin, coloré, massif, donnant dureté à la roche encaissante. Parfois, avec des cristaux bien formés, n'ayant pas l'élégance et la transparence de leurs cousins alpins ! Aussi, sur le terrain, à proximité des travaux de recherches, des blocs, plus ou moins importants, attendaient qu'une main charitable vienne les recueillir... Présentant un aspect trapu, avec des têtes pointues, ils n'étaient pas des merveilles !... Mais, quand on prospecte un gisement, établir une liste complète de ses richesses paraît une nécessité évidente.



Parfois, le quartz recouvrait ces « crêtes » de barytine, leur apportant une allure particulière, pas désagréable à regarder. Attention à une confusion possible : exceptionnellement, la barytine en se cristallisant donne naissance à des « sifflets » limpides. Cela ressemble à du quartz, c'est blanc comme du quartz, mais ce n'est pas du quartz !...



Enfin, sur la barytine, viennent se fixer des cristaux plus ou moins transparents de minéraux contenant du plomb, formant ainsi de très belles associations.

Mimétite et pyromorphite, appartenant au système hexagonal, sont des arsénio-phosphates de plomb. Pour les différencier, on admet, en général, que l'arsenic colore en jaune la mimétite et que le phosphore donne à la pyromorphite une teinte verte. Malgré cela, la différence entre un jaune-vert et un vert-jaune manque d'évidence ! Et, seule, une analyse scientifique peut permettre de distinguer nettement l'une de l'autre... Peu d'importance, d'ailleurs, pour les amateurs, toutes les deux présentant de belles cristallisations très appréciées des collectionneurs. À Lantignié, ces cristaux de petite taille, dépassant rarement 5 mm, embellissent barytine et fluorite.

La mimétite, isolée, peu fréquente, se cachait dans les cavités d'une roche rouge assez dure, au bord des « trous » profonds situés sur les pentes, près du « tir aux pigeons ». Curiosité, mais beauté douteuse... Parfois, elle recouvrait, d'un dépôt jaunâtre, un ensemble de cubes de fluorite.



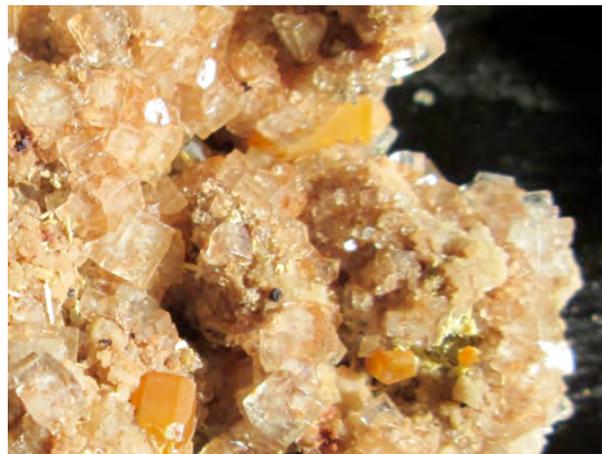
Bien plus fréquemment, des cristaux bien formés, certains transparents, reposaient sur fluorite, quartz et resplendissaient sur la barytine. Pas très gros, ces cristaux, mais le plaisir de les découvrir, lui, l'était !!!



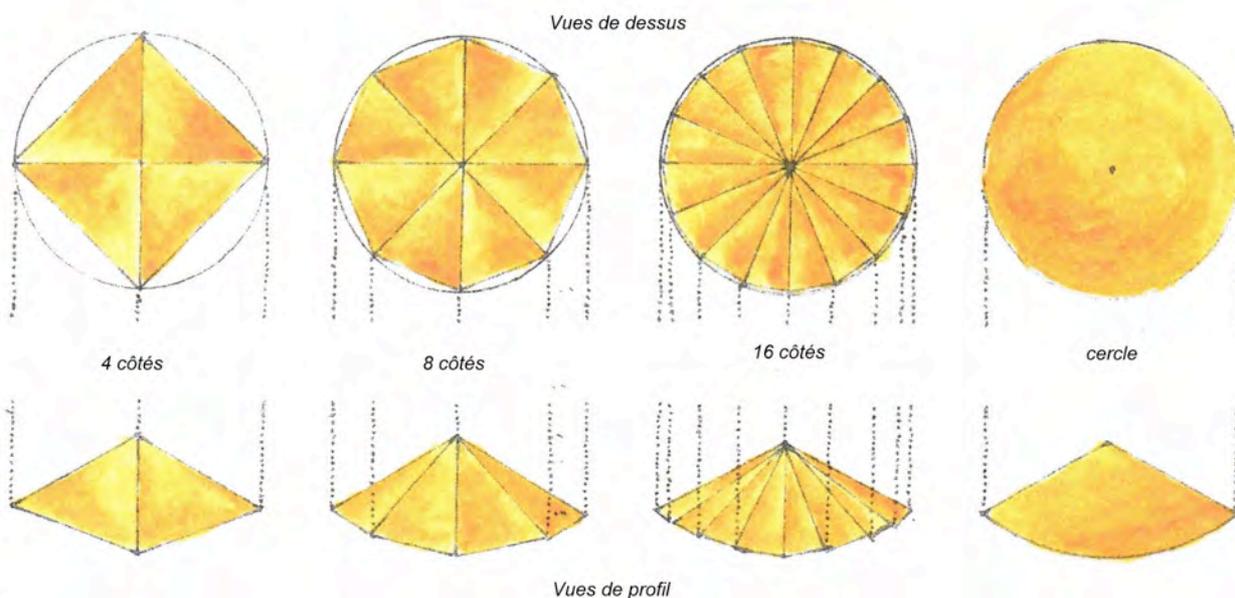
Et dans de rares nodules, mimétite et wulfénite voisinaient...



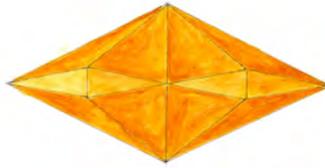
La wulfénite, molybdate de plomb, cristallisant dans le système cubique, montrait de beaux cristaux aux arêtes tronquées, jaunes ou orangés, avec parfois des zones de teintes différentes. Elle compensait sa rareté par sa qualité et par des formes peu courantes.



Du cube originel sont nés des cristaux allongés à section carrée, aux arêtes biseautées. Forme courante. En plus, l'autre forme fréquente du système cubique, l'octaèdre, que l'on connaît bien grâce aux cuprites de Chessy, apparaît, ici, sous des aspects particuliers. La base carrée des pyramides inférieures et supérieures se subdivise pour donner une base à 8 côtés, ou plus, et même un cercle... On arrive ainsi à des wulfénites « rondes », présentant 2 cônes aplatis juxtaposés.



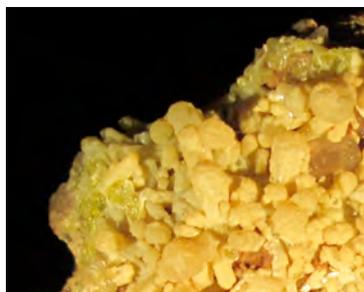
Quand cette base devient un octogone à 8 côtés, il arrive que, pour les pyramides, une arête sur deux soit plus courte. L'aspect du raccordement entre dessus et dessous présente, alors, non une ligne droite, mais des triangles, ou des trapèzes à petite base vraiment très petite, qui, accolés, ressemblent à des losanges. Et les faces de ces deux pyramides se bombent légèrement.



Enfin, quel plaisir de découvrir, bien cachées le plus souvent au fond de petites géodes, des wulfénites presque transparentes, d'une qualité assez remarquable !...



Tout ceci est bien petit... et bien joli... Des associations variées regroupent deux, trois, quatre minéraux ou plus. Formes différentes et couleurs variées, interpénétration entre wulfénite et pyromorphite ou mimétite, recouvrement des uns par une autre, que de surprises ! Et quel émerveillement !...





Il y a une vingtaine d'années encore, le moyen le plus utilisé pour observer tout cela était la binoculaire. Il fallait bien disposer le minuscule échantillon, souvent inférieur à un centimètre, l'éclairer avec un dispositif particulier, régler la distance pour obtenir une bonne vision... et ne pas éternuer au risque de tout déplacer ! Si amis ou curieux, eux aussi, voulaient voir, ils devaient se succéder un à un, sans déplacer quoi que ce soit, en réglant seulement la binoculaire à leur propre vue. La plupart du temps, ils ne voyaient rien... et le résultat n'était guère meilleur quand le découvreur voulait préciser l'endroit à regarder... Et il fallait faire cela pour chaque pièce ! Chaque fois !...

Actuellement, avec un bon appareil numérique et un ordinateur, les résultats sont bien plus faciles, visibles, attrayants et durables. Avoir une photo nette, même mal centrée, est nécessaire en évitant un éclairage trop intense produisant des reflets. Ne pas hésiter à photographier plusieurs fois le même objet en modifiant angle, éclairage... Et transférer sur l'ordinateur ensuite.

Sur celui-ci, un logiciel simple permet de travailler ces images pour les recadrer, les éclairer davantage, en préciser un détail, le grossir. Ensuite, entrer et classer la nouvelle image dans son dossier personnel où on la retrouvera facilement. Soit pour la travailler encore, trier, supprimer, la choisir pour l'intégrer à un texte. Soit pour la visualiser en famille, entre amis, avec un public plus ou moins averti. Et ceci, aussi souvent que l'on veut...

Alors, sans hésitation, mettez-vous au travail et faites-en profiter les autres !

Bon courage !



**Marcel FALQUE**



---

## **Glissement de terrain survenu le 4 juin 2014**

---

**Par Jean ARBAULT**

Un grand glissement de terrain est survenu le matin du 4 juin 2014 dans la partie ouest de la carrière au niveau des argiles du Toarcien.

### ***Contexte morphologique, géologique et hydrologique***

Le glissement s'est produit sur une cinquantaine de mètres de longueur au contact est de la faille orientée globalement nord/sud. Les marnes argileuses du Toarcien moyen et supérieur à l'est de la faille ont déjà été exploitées sur une grande surface et la dénivellation entre la crête et l'arase du terrassement est d'une petite dizaine de mètres.

À l'ouest de la faille orientée nord/sud, affleurent des calcaires blanc-jaunâtre du Bajocien moyen, en petits bancs qui présentent un pendage orienté vers l'est.

À l'est de la faille on trouve un compartiment où affleurent les calcaires de l'Aalénien inférieur et les marnes argileuses du Toarcien. Le pendage général de ces couches est également vers l'est.

Les calcaires du Bajocien qui forment le sommet de la butte qui domine la carrière renferment une petite nappe phréatique perchée alimentée par les pluies. Elle s'écoule selon le sens général du pendage, vers l'est, en direction de la faille nord/sud. L'écoulement des eaux vient butter contre les marnes Toarciennes beaucoup moins perméables. La majeure partie de cette nappe s'écoule dans la zone broyée au niveau de la faille ; on entend d'ailleurs nettement le bruit de « cascade » de cet écoulement sur place. L'autre partie s'infiltré très lentement dans les marnes en faisant chuter très rapidement ses caractéristiques mécaniques.

### ***Le glissement***

Sans rentrer dans la géotechnique et la mécanique des sols, il faut comprendre que lorsque l'eau s'infiltré dans un sol, elle prend la place qu'occupait l'air dans les interstices. L'eau étant plus lourde que l'air, le terrain se trouve surchargé, ce qui joue en faveur de la gravité au détriment de la cohésion. Ainsi, la consistance d'une masse initialement compacte et rigide se rapproche-t-elle d'une pâte. C'est exactement ce qui se passe en poterie quand on mouille la terre glaise pour la ramollir et parvenir à la modeler. Si on ajoute trop d'eau, elle peut se liquéfier et évoluer vers un liquide visqueux.

Ainsi, au contact de la zone faillée et du fait de ces nombreuses arrivées d'eau venant des calcaires Bajociens, les marnes changent de structure en perdant leur cohésion et deviennent très plastiques.

La perte de cohésion de ces marnes entraîne la formation d'une zone de discontinuité ou surface de cisaillement, de forme courbe, comparable à la trace laissée par une cuillère dans un flan. Il s'agit d'un glissement de type rotationnel ou cylindrique. Cette rupture cylindrique passe à proximité du pied de talus. Dans notre cas, il s'agit d'une rupture brutale avec départ

des matériaux vers le bas. Le matin du 4 juin à 8 heures, Thierry FUENTES a observé une simple fissure de rupture ; 2 heures plus tard, le décollement entre les 2 « lèvres » du glissement était de l'ordre de 2 mètres !

Au cours de la rupture, les marnes emportées viennent se déposer en contrebas et un nouvel équilibre se met en place. Compte tenu de ce nouvel équilibre, il ne faut surtout pas dégager la partie basse du glissement car il y aurait rupture de ce nouvel équilibre, et reprise du glissement. *A contrario*, il faut décharger la partie supérieure du glissement afin d'éviter une poursuite du glissement. C'est ce qu'a réalisé Thierry quelques jours après et c'est en partie ce qui figure en jaune clair sur la photo n°4.

Dans la partie située plus au nord de la carrière, là où les marnes du Toarcien n'ont pas été exploitées et où les calcaires de l'Aalénien sont toujours en place, le glissement ne s'est pas poursuivi. Début novembre, Thierry a commencé à terrasser la dalle de l'Aalénien inférieur dans cette zone et il a immédiatement constaté une amorce de fissure correspondant à une poursuite du glissement.

Les quelques coupes, photos et schémas ci-dessous vous permettront de mieux visualiser ce phénomène.



**Photo n° 1**

*Thierry devant le glissement le 4 juin à 11 heures (décalage entre les 2 lèvres du glissement de l'ordre de 2 mètres). Observez les stries de glissement sur les marnes oxydées couleur rouille 48 heures après le début du glissement, le décalage entre les deux lèvres du glissement était de l'ordre de 4 mètres et s'est stabilisé.*



**Photo n° 2** - *Les fissures dans la masse du glissement.*

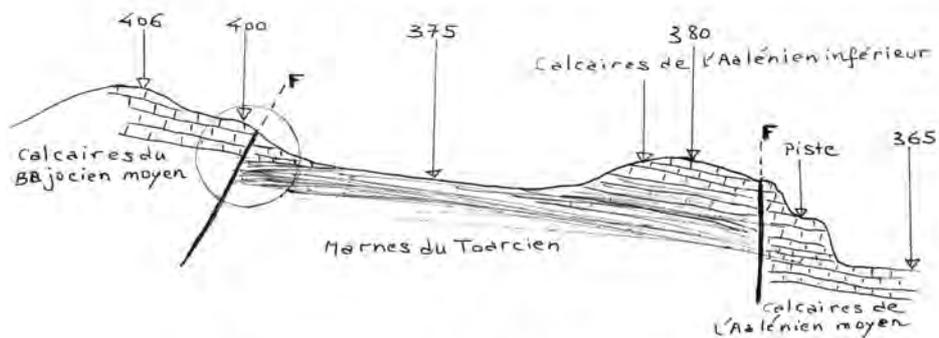


**Photo n°3**  
*L'extrémité du glissement côté nord.*  
*La faille se poursuit, mais les marnes du Toarcien n'ont pas été exploitées et sont encore protégées par les calcaires de l'Aalénien inférieur.*

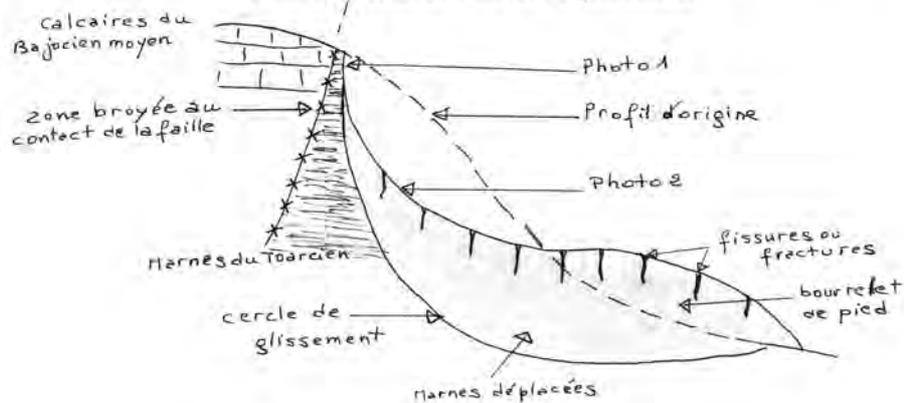


Photo n°4 - Vue d'ensemble de la carrière le 21 juin 2014.

#### Coupe transversale A-B



#### Détail de la zone de faille et de glissement



Les marnes du Toarcien de couleur bleu brunâtre à l'état naturel passent à la couleur rouge au contact et à proximité de la faille par transformation de l'oxyde ferreux ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  de couleur bleue) en oxyde ferrique ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$  de couleur rouge). Cette oxydation est due à l'apport d'oxygène par l'eau.

---

## **Bilan 2014 de la Section Géo-Paléo du CE de l'Usine Lafarge du Val d'Azergues**

---



L'année 2014 a débuté par l'Assemblée Générale le 26 janvier. Une participation un peu plus faible qu'en 2013, mais il est vrai qu'il n'y avait pas de repas après cette AG ! La tombola organisée pour remercier Jeannot SANTAILLER d'avoir donné ses réserves de « cailloux » à la Section a eu un grand succès et quasiment l'ensemble des 120 lots a été distribué. La somme récoltée a été remise à Jean et Odette qui ont vivement remercié les membres de la Section pour ce geste.

La première sortie de l'année s'est déroulée le 1<sup>er</sup> février avec un faible effectif, mais avec de bonnes conditions météo, ce qui est rare à cette période de l'année ! Par contre, la deuxième sortie, prévue le 15 février, fut annulée pour cause de pluies importantes rendant le terrain impraticable. Les sorties suivantes jusqu'à fin mai se sont déroulées sans incident majeur (sauf une lettre très désobligeante de la part d'invités à la sortie du 15 mars ; une réponse les excluant de carrière leur a été adressée !)

L'Interclubs, prévu les 14 et 15 juin était fin prêt quand un grand glissement de terrain est intervenu le 4 juin au matin. Devant l'ampleur de ce glissement, Thierry ne pouvait plus préparer le terrain pour accueillir 250 personnes, d'autant que la sécurité des fouilleurs pouvait être engagée. La décision d'annuler cet Interclubs a été prise immédiatement. Il a fallu informer les 23 clubs inscrits en leur expliquant les motifs d'annulation et leur renvoyer leur dossier d'inscription. Beaucoup de travail administratif pour rien !

Les causes de ce glissement sont fournies dans un article séparé. Il est à craindre que de nouveaux terrassements dans les calcaires de l'Aalénien fassent repartir ce glissement !

Le samedi 21 juin, nous avons fêté les 35 ans de la Section. Cette journée s'est déroulée sous un ciel parfaitement bleu, ce qui a largement contribué à la réussite de la manifestation.

Compte tenu du glissement de terrain, rapidement terrassé par Thierry, les journées de fouilles des 28 juin et 12 juillet ont été limitées sur un périmètre géographique réduit et sans invités. Les récoltes de fossiles n'en ont pas été affectées.

Du fait du glissement de terrain, la sortie FFAMP prévue le 13 septembre a été annulée en même temps que l'Interclubs.

Deux sorties au mois de septembre : le 13 avec invités et le 27 sans invités. Cette dernière sortie de l'année a connu un grand succès puisque plus de 40 membres étaient présents ; un apéritif très convivial a clos cette année 2014 de recherches en carrière.

Mise à part la traditionnelle sortie sur le terril de Chessy le 5 octobre à l'invitation de l'AMAC, une seule sortie « extérieure » a été organisée le dimanche 11 mai dans la carrière de gneiss et granites de Moulin Neuf à une dizaine de km à l'ouest de LUZY (58) ; cette carrière, exploitée par LAFARGE Granulats, est connue par les amateurs de minéralogie pour son filon d'origine hydrothermal riche en calcite aux cristallisations variées, en galène, blende, chalcoppyrite et autres minéraux qui ne sont malheureusement visibles qu'à la loupe ! Un grand merci au Directeur de cette exploitation qui nous a très bien reçus et a bien préparé le terrain pour nous permettre de chercher sans prendre de risque.



*Calcite rose de la carrière de Moulin Neuf à Luzy(58)*



Nous n'étions qu'une dizaine de participants et chacun a pu repartir avec des géodes de calcite de différentes couleurs avec des minéralisations associées. Si certains sont intéressés, nous pourrions organiser une nouvelle sortie au printemps prochain.

Le Comité d'Animation de la Section s'est réuni 2 fois en 2014 (le 5 juin et le 14 novembre). Au cours de ces Comités d'Animations sont prises les grandes orientations et les décisions concernant la Section, ce qui n'exclut pas une excellente convivialité !

**Jean ARBAULT**

---

## **Le 21 juin 2014 : les 35 ans de la Section Géo-Paléo**

---

Lors de nos différents Comité d'Animation de 2013 et de début 2014, nous nous étions interrogés sur le type de fête et d'activités à organiser pour marquer dignement les 35 ans de notre Section. Une seule idée faisait l'unanimité : un bon repas ! Soit, mais cela ne règle pas la question d'une activité ; et là, les suggestions étaient peu nombreuses ! Dans ma petite tête de Secrétaire, une idée un peu folle traînait depuis quelques temps : voir « notre » carrière en prenant de la hauteur c'est à dire en la survolant en hélicoptère. Cette idée, à défaut d'autres, a été validée par le Comité d'Animation et après quelques péripéties concernant le point de départ des hélicoptères, nous avons traité cette prestation avec la société Héliclub du Beaujolais, basée sur l'aérodrome de Villefranche-Tarare à Frontenas, situé à proximité de la carrière. La prestation d'une durée de 10 minutes, comprenait le survol de la carrière et de l'usine Lafarge.



La date du 21 juin fut retenue car c'était la seule date disponible pour la plupart d'entre nous.

Danièle, à partir des *désideratas* des 80 personnes inscrites pour le vol en hélicoptère (membres de la Section, représentants de la Direction et des membres du CE) et de leur lieu de résidence, a établi un planning précis de l'heure de passage des couples et trinômes. Nous disposions de 2 hélicoptères identiques mais, compte tenu des contraintes d'assurance, l'un pouvait prendre 2 passagers et l'autre 3 (16 rotations).

Les premiers vols ont décollé autour des 9 heures. Ils se sont ensuite parfaitement déroulés conformément au planning établi. Un seul bémol dans ce respect du planning, le couple TENDIL, prévu de passer en fin de matinée compte tenu de leur résidence au Teil en Ardèche ; ils pensaient que la fête avait lieu le lendemain ! Ils sont cependant arrivés à l'heure au restaurant tout en étant privés de vol !

De nombreux photographes ont assuré le reportage photographique. Chaque couple ou trinôme montant ou descendant des hélicoptères a été « mitraillé » par nombre d'appareils photo ou téléphones portables. Les photos sont visibles sur le site internet de la Section.

Nous avons bénéficié d'un temps splendide avec peu de vent ce qui a permis de bonnes conditions de vol. Tous les participants ont été enchantés de leur vol et étaient prêts à repartir pour un deuxième tour, plus long si possible.

Le restaurant retenu devait être à moins d'un quart d'heure de l'aérodrome et présenter un bon rapport qualité/prix. Nous avons été satisfaits de « La Table Médievale » à Civrieux d'Azergues lors du repas organisé pour remercier les membres de la Section de leur participation à la fête du cinquantenaire de l'usine Lafarge. Ce restaurant étant dans le périmètre défini, c'est celui qui a été choisi.



A 13 heures, conformément au planning, les 86 participants au repas se retrouvent à « La Table Médievale » et s'installent librement autour des tables. Nous avons choisi de déjeuner à l'intérieur, ne sachant pas le temps qu'il ferait ! C'était un bon choix car les salles étaient climatisées et il faisait très chaud à l'extérieur ! Seul bémol, nous étions répartis dans deux salles, ce qui nuisait à la convivialité. Après le traditionnel discours de bienvenue rappelant les 35 ans de la Section Géo-Paléo, le repas s'est déroulé dans la bonne humeur habituelle. Noël BONNOT nous avait préparé de délicieuses ammonites en chocolat noir ou blanc et chacun a pu repartir avec son ammonite, à consommer rapidement. Entre fromage et dessert, Michel MOULARD nous a fait chanter une de ses dernières compositions toujours aussi réussie, puis nous a joué quelques airs d'harmonica. Marc DUPOIZAT avait préparé, tant pour la société d'hélicoptères que pour les restaurateurs, de jolis paniers d'osier remplis d'ammonites de la carrière; ces paniers ont été très appréciés par tous.

Une coupe de champagne offerte par la Section venait clore ce déjeuner et les participants se sont séparés en souhaitant que ce soit encore mieux pour les 40 ans. Faites tourner vos boîtes à idées ! Tout est possible en s'y prenant dès maintenant !

**Jean ARBAULT**

## *Discours de bienvenue*

Tout d'abord un grand merci pour avoir répondu si nombreux à cette manifestation organisée pour célébrer les 35 ans de la Section Géo-Paléo. Nous sommes 86 à comparer aux 91 des 30 ans en 2009 !

Deux grands absents ce jour : Jacques IGOLEN et Paul CHAVEROT qui pour des raisons différentes ont annulé leur participation ; Jacques déménage dans sa future résidence bretonne et Paul dorlote son épouse qui vient de subir une opération ces derniers jours.

Lors de mon discours des 30 ans, j'avais rappelé les circonstances de la création de la Section en 1979 ; des initiateurs de cette Section, quelques « vétérans » sont encore parmi nous : Marc DUPOIZAT, fidèle parmi les fidèles, toujours disponible pour donner un coup de main, aussi bien pour la Section que pour l'Espace Pierres Folles ; encore aujourd'hui, il a préparé des petits paniers garnis de fossiles pour remettre aux pilotes des hélicoptères et pour le restaurateur !

Louis RULLEAU, chercheur et écrivain infatigable, qui avec son collègue Pierre LACROIX de RENNES, travaille sur un nouvel ouvrage sur les Phymatoceratidae et sur le stratotype du Toarcien ; il vient de passer quelques jours du côté de THOUARS avec P. LACROIX pour revisiter les sites et les collections du Toarcien local.

D'autres anciens sont toujours fidèles à la Section, Marcel FALQUE, qui s'était inscrit puis a finalement renoncé, Jean SANTAILLE, Paul DUFOUR, Jean REYMOND, éminent préhistorien, notre doyen en âge.

Depuis l'anniversaire des 30 ans dignement fêté les 12 et 13 septembre 2009, quoi de neuf à la Section ?

Pas grand chose vous diront certains, beaucoup de projets vous diront d'autres !

Pour ma part, l'image que je garderai de ces 5 dernières années, c'est la découverte d'un nouvel Ichtyosaure lors des fouilles de Paléorhodania en 2012. C'est un événement exceptionnel surtout que l'on suppose que la fossilisation est en 3D ! Aux dernières nouvelles, le passage au scanner du CEA de Cadarache n'a toujours pas été réalisé car la nouvelle machine est difficile à étalonner.

Pas de fouilles Paléorhodania en 2014, ce qui permettra aux membres dirigeants de cette association de faire le bilan de cinq années de fouilles. Bilan très positif et vous avez pu voir sur le site de la Section un crâne d'Ichtyosaure trouvé en 2010 et dégagé en quelques 3 mois de travail par une technicienne du labo de géologie de Montpellier !

A part cela, les traditionnelles sorties en carrière toujours minutieusement préparées par Thierry ; quelques sorties à l'extérieur, Lorraine en 2010, Auvergne en 2011, Provence en 2012. Une incursion en Bourgogne en 2013, ...

Deux Interclubs en 2010 et 2012 et malheureusement, le 20<sup>e</sup> Interclubs , celui de 2014, annulé 10 jours avant pour cause d'un grand (mais géotechniquement très intéressant !) glissement. Un article sur ce glissement sera présent dans le prochain n° de La Spirale du Val d'Azergues.

Ce grand glissement nous montre que nous devons toujours rester très prudents dans nos recherches en carrières, celle de Belmont ou d'ailleurs. A 8h le matin, quand Thierry a entrepris de terrasser l'Aalénien avec le « pousseur », il n'y avait rien ; quelques minutes plus tard après le début

du terrassement, il a constaté une fissure au sommet du déblais et 3 heures après, à 11h du matin, quand je suis monté constater le glissement, avec Thierry et Didier, la lèvre de glissement mesurait 3m de haut. Quelques jours plus tard, au plus haut, cette lèvre mesurait 7 mètres !

Lors de notre dernière sortie où nous avons plusieurs clubs amis invités, un membre de La Cadière d'Azur s'est envoyé un éclat (de métal ou de pierre ?) dans une veine du bras, d'où une hémorragie très importante qui a nécessité l'intervention des pompiers. Cette blessure impressionnante s'est révélée sans gravité et n'a pas nécessité d'hospitalisation; néanmoins, la direction de l'usine a souhaité que nous prenions des mesures de sécurité supplémentaires, mesures que vous pourrez lire dans un prochain courrier qui partira en début de semaine prochaine. N'oubliez pas que nous prospectons dans une carrière en activité avec comme Président de la Section, Didier qui est Chef de carrière et comme Trésorier, Thierry qui est son adjoint! De par leurs fonctions au sein de l'entreprise, ils sont contraints de nous faire respecter les mêmes règles de sécurité que celles de leur personnel. Personne ne souhaite que nos deux amis soient mis en cause si par malheur un accident survenait du fait du non respect des règles de sécurité.

Ces quelques mesures de sécurité supplémentaires, peu contraignantes, ne doivent pas vous empêcher d'être présents lors de notre prochaine sortie le 28 juin prochain. Un périmètre de fouilles sera délimité par des rubalises et comme d'habitude, nous vous demanderons de respecter ces limites.

Pour l'instant, nos prochaines sorties seront sans invité. Nous examinerons avec Thierry et Didier si une sortie en septembre peut recevoir des invités et vous en serez avisés en temps utile.

Enfin, pour clore ce bavardage, je tiens à remercier au nom de l'ensemble de la Section l'ensemble de l'encadrement de l'usine du Val d'Azergues qui durant ces 35 ans nous a permis d'assouvir notre passion ; des remerciements tout particuliers à Thierry qui depuis plus de deux décennies nous prépare nos sorties tout en veillant à la bonne santé des finances de notre Section ; je sais que cela va le faire rougir car il n'aime pas qu'on le mette en avant mais je vous demande de lui faire une « standing ovation ». Merci Thierry.

Je souhaite également adresser nos remerciements à Annick et Noël BONNOT qui nous ont préparé des Ammonites de la carrière, mais en chocolat ! Merci à eux pour ce travail d'artiste.

Bon anniversaire des 35 ans et rendez-vous en 2019 pour les 40 ans de notre Section.

Bon appétit et large soif (avec modération tout de même) à toutes et à tous.

**Jean ARBAULT**

---

## **Espace Pierres Folles en 2014 et en 2015**

---

L'année 2014 a été marquée par le changement de **présidence** de l'Association Espace Pierres Folles. **Pierre Prunet**, après 10 ans d'engagement en tant que président, a transmis les rênes à **Bernard Aimo**, présent dans l'association depuis sa création. Un grand merci à tous les deux pour leur implication forte dans la vie de l'Espace Pierres Folles !

Le **bilan de fréquentation** pour cette année est **positif**, avec plus de **15 000 visiteurs** ! Outre les collégiens venus encore nombreux cette année, on notera un engouement particulier pour des **événements** aujourd'hui connus et reconnus par le public tels que la **Nuit des Étoiles** au mois d'août ou les **Journées Européennes du Patrimoine** en septembre et bien sûr, les **Ateliers Fossiles des mardis et jeudis** à destination des enfants pendant les vacances scolaires. Une nouveauté sur cette année : l'accueil d'élèves de l'école de Belmont d'Azergues dans le cadre des **ateliers périscolaires**.



Les visiteurs ont également été nombreux à venir admirer les floraisons du **jardin botanique**, notamment lors des visites guidées proposées pour les *Rendez-Vous* aux Jardins au mois de juin.

L'augmentation générale de fréquentation par rapport à l'an dernier témoigne du **rayonnement de l'Espace Pierres Folles sur le paysage culturel beaujolais**.

Autre point particulier de l'année 2014, c'est l'implication d'Espace Pierres Folles dans la constitution et la réalisation du dossier de candidature à la **labellisation geopark** du Pays Beaujolais. Après quelques mois d'un intense travail de formalisation et de rédaction, le dossier a été officiellement déposé à l'UNESCO à la fin du mois de novembre dernier. Le

Beaujolais, avec toute la prudence requise, espère être labellisé dès le mois de septembre 2015. De par sa situation stratégique dans la construction et la promotion du geopark et dans la promotion, ancienne déjà, des géo-patrimoines régionaux, l'Espace Pierres Folles souhaite naturellement continuer à y jouer un rôle de premier plan et bénéficier des retours escomptés de la popularité et du tourisme associés à cette initiative dont l'opportunité culturelle et économique est élevée pour le territoire.

La fermeture annuelle du musée du 1<sup>er</sup> décembre 2014 au 28 février 2015, permettra à l'équipe de préparer la nouvelle saison avec une date à retenir d'ores et déjà, celle de l'**Assemblée Générale** de l'Espace Pierres Folles : le **vendredi 23 janvier 2015** à 18h au Domaine des Communes à Graves-sur-Anse. A l'issue de la réunion, à 19h30, nous aurons l'immense plaisir de recevoir le grand volcanologue français **Jacques-Marie Bardintzeff** qui nous



donnera une **conférence**, grand public et gratuite, sur les relations capitales existant entre les volcans et les hommes : ***Volcans nuisibles, volcans utiles.***

Dès le 1<sup>er</sup> mars 2015, vous pourrez découvrir la nouvelle **exposition temporaire** proposée au musée : **Regards croisés sur l'Azergues**. Les 18 clichés proposés par **Pierre Gadiolet et Pierre Marey** nous donnent à voir leur passion pour la nature, les milieux aquatiques et la photographie. Une invitation par les auteurs à « (re)découvrir les merveilles de la vallée verte et, ainsi, contribuer à la préservation de ce patrimoine unique, mélange subtil de nature et de culture ».

Calendrier des **rendez-vous de 2015** :

- **23 janvier** **Assemblée Générale** de l'Espace Pierres Folles suivie d'une **conférence** « Volcans nuisibles, volcans utiles ».
- **Vacances de Printemps** : **Ateliers** « Fossiles » des mardis et jeudis.
- Samedi **6** et Dimanche **7 juin** : **Rendez-Vous aux Jardins**, visites guidées
- **21 juin** : **Journée du Patrimoine de Pays**, visite guidée du jardin.
- **Vacances d'été** : **ateliers** « Fossiles » des mardis et jeudis de juillet et août.
- **7 août** : **Nuit des Etoiles**, conférences grand public et observations du ciel.
- **19-20 Septembre** : **Journées Européennes du Patrimoine**, visites guidées, ateliers « fossiles » et possible reconduction des navettes de visite de la carrière.
- **Vacances de la Toussaint** : **Ateliers** « Fossiles » des mardis et jeudis

*Pour rester informé sur les activités du musée et pour s'inscrire aux Ateliers :*

- Le musée : 04.78.43.69.20 - [contact@espace-pierres-folles.com](mailto:contact@espace-pierres-folles.com)  
116, chemin du Pinay – 69380 Saint-Jean-des-Vignes
- Le site Internet : [www.espace-pierres-folles.com](http://www.espace-pierres-folles.com)

**Fanette CHAVASSE-RIONDET**

---

## ***In memoriam***

---



- **M. Serge BONNOTTE, 75 ans**, le 15 mars 2014 à Saint Martin de Crau, ancien membre de la Section Géo-Paléo et ancien Président de L'association Minéralogique de Saint Martin de Crau.
- **M. Claude DE RUEDA**, le 24 novembre 2014 à La Cadière d'Azur.
- **M. René NESPOULET, 82 ans**, culte d'action de grâce le jeudi 4 décembre 2014 à Lyon Temple du Change. René NESPOULET a été président de l'espace Pierres Folles.

...et sans doute d'autres personnes nous ont quittés...

La section Géo-Paléo exprime sa fraternelle amitié à toutes les familles touchées par un deuil.

## La Revue de Presse

Par **Andrée Mermin, Paul Dufour, Jean Arbault, Geneviève Barbier, Marc Dupoizat...**

### BEAUJOLAIS

Rédaction : 15 allée des Cordeliers, 69400 Villefranche - 04 74 68 10 10 - lprvillefranche@leprogres.fr ; Publicité : 04 72 22 24 37 - lprpublicite@leprogres.fr

# Des blocs de pierres mystérieuses au beau milieu du Beaujolais

**Insolite.** C'est au cours des labours de l'automne dernier que ces pierres ont été découvertes à Régnié-Durette. Leurs origines et surtout les raisons de leur présence restent, aujourd'hui, encore inexplicables.

Amateur venu de la région parisienne, il découvre ces amoncellements de pierres disposées en ligne le long d'une terre labourée. D'où viennent-elles, pourquoi se retrouvent-elles ici à la « Tour Bourdon » sur cette ligne de crête ? Extraites d'une ancienne vigne, à l'occasion d'un minage, ces pierres sont insolites. Elles passionnent amateurs et géologues. 200 à 300 kilos pour les plus petites, 1 à 3 tonnes pour les plus grosses, ces pierres sont impressionnantes. Géologiquement complexe, le Beaujolais aiguise la curiosité du géologue, qui par principe, cherche à connaître la nature des sols et en expliquer la formation.

« Ces pierres impressionnent, non seulement pour leur taille, mais surtout par leur isolement dans une terre arable sans accompagnement de graviers ou galets, comme pourraient le

laisser supposer les hypothèses d'apport torrentiel ou glaciaire », indique toute de suite Bruno Rousselle, conservateur du musée des « Pierres Folles ». Un véritable mystère géologique saisi par l'Association itinéraires, paysages patrimoine (IPP) du Beaujolais, notamment afin de sensibiliser le propriétaire du terrain à la préservation de ces cailloux. « Et des pierres, aussi extraordinaires soient-elles ne sont pas vraiment les meilleures amies d'un viticulteur. Il a donc fallu user d'une grande force de persuasion pour faire comprendre au propriétaire que la meilleure solution était de laisser ces pierres sur place », rapporte les membres de l'association.

Des études sont, en effet, actuellement menées par Bruno Rousselle, sur place. À force d'études et d'observations, le géologue a échafaudé plusieurs théories. « Je ne souhaite pas les communiquer pour l'instant. Elles sont encore par trop parcellaires. J'ai bien sûr une petite idée de l'origine de ces pierres, mais il va falloir encore beaucoup de travail pour confirmer avec certitude mes premières hypothèses », avance prudemment le scientifique.

Volcaniques, granitiques ou autres, la réponse se trouve au cœur de ces cailloux. « Une chose est sûre, cependant, cela fait quelques millions d'années qu'elles sont là », affirme Bruno Rousselle. ■

**De notre correspondant local**  
**Jean-Pierre Duthéil**



■ Certaines de ces pierres peuvent atteindre jusqu'à deux tonnes. Photo Jean-Pierre Duthéil

## Le Beaujolais : un massif hercynien

Au pied d'un massif hercynien culminant originellement à 8 000 mètres, érodé et en partie recouvert par la mer, puis relevé lors de la surrection des Alpes, multi-faillé, le Beaujolais est géologiquement l'une des régions les plus complexes de France.

### Classement Géopark

Lieu unique, il a vocation au classement géopark. Mais le géopark, c'est avant tout une démarche culturelle qui établit des passerelles entre la roche mère et ses produits, entre le climat, les constructions, les habitants exploitants, avec leurs modes de vie, leurs coutumes. Ainsi défini et reconnu, le

Beaujolais pourra s'afficher et s'imposer comme une entité, originale et unique. Un point de départ pour donner à la région une attractivité économique et touristique.

### Un label fragile

Un emblème est alors nécessaire. Le mont Brouilly, de par sa situation et sa notoriété, est le géosite n° 1, au centre du Beaujolais. Il est identifiable de toutes les voies de passage régionales. Mais le classement géopark n'est pas définitif, il n'a pas pour but de figer. Il doit au contraire donner de l'élan pour le développement sous peine de se voir retirer ce label qualitatif.



■ Une énigme géologique. Photo Jean-Pierre Duthéil

### Pratique

#### Marche des cailloux

À Régnié-Durette, avec des incursions sur Avenas, Beaujeu, Chiroubles, Lantignié et Villié-Morgon, samedi 17 mai. Circuit commenté d'environ 1 h 30. Départ à 9 h 30 du parking du col du fût d'Avenas à 762 mètres. Pique-nique tiré des sacs vers 12 h 30 au calvaire de Roche Grès. A St-Joseph puis découverte du site religieux de la voie romaine.

Proposée par Itinéraires, Paysages et Patrimoines. Contact : 04 74 04 24 09 ou [ipp.regnie@gmail.com](mailto:ipp.regnie@gmail.com)

ARCHÉOLOGIE

## Des visages sculptés ont été mis au jour en Syrie

A Tell Qarassa, dans le sud de la Syrie, des archéologues franco-espagnols ont mis au jour un fragment d'os de bovidé de 5 cm sur lequel ont été sculptés deux visages aux yeux clos. Vieille de plus de 10 000 ans, la figurine est l'une des plus anciennes à représenter un visage humain, les hommes ayant eu, jusqu'alors, une préférence pour les animaux. Retrouvée près d'une tombe, elle pourrait figurer un saut conceptuel plus large : elle a probablement été utilisée lors de rites funéraires et pourrait représenter les ancêtres défunts. **C.H.**

✓ La figurine exhumée est vieille de plus de 10 000 ans.



la Croix

mardi 16 septembre 2014

## EN BREF

### PALÉONTOLOGIE

#### Un dinosaure aussi lourd que dix éléphants d'Afrique

*Dreadnoughtus schrani*, « dreadnought » signifiant « qui n'a peur de rien » en vieil anglais, figurera-t-il dans le « Guinness des records » ? Ce pourrait être possible tant il en impose : un cou



JENNIFER HALL

long de 26 m, un fémur de 1,80 m, un corps pesant 60 tonnes, équivalant à une dizaine d'éléphants ! Le « plus complet » des squelettes découverts jusqu'ici, ce dinosaure herbivore géant, appartenant à la famille des bien nommés titanosaures, date de 77 millions d'années (crétacé supérieur). Il a été découvert par un paléontologue de l'université Drexel (Philadelphie) dans le sud de la Patagonie (Argentine) et a fait l'objet de fouilles de 2005 à 2009.

# Quincieux : un site paléolithique exceptionnel

**Le chantier de la future A466 a mis au jour des vestiges préhistoriques. Des archéologues ont fait des découvertes intéressantes.**

La construction de l'A466, barreau reliant l'A6 à l'A46, ainsi que l'élargissement de cette dernière sur 4 km, impliquait l'abaissement de zones pour la réalisation de cette partie du réseau autoroutier, donnant lieu à un diagnostic préalable en 2012, des lieux concernés. Suite aux résultats positifs, trente arché-



Jean-François Pasty, archéologue qui dirige les fouilles.

Avec 2 300 km de réseau autoroutier, APRR et sa filiale AREA travaillent à sécuriser, accompagner et faciliter la mobilité des utilisateurs. Chaque aménagement nouveau est fait en partenariat



Mise à jour d'une corne de bison par l'un des archéologues.

logues de l'INRAP ont travaillé sur deux sites de février à septembre 2013.

Si le site de Grange Rouge à Quincieux a permis de mettre en évidence des installations humaines récurrentes depuis au moins trois millénaires, le site des Forgettes a été soumis à une prolongation des fouilles sur un hectare, jusqu'en septembre 2014, grâce à une découverte exceptionnelle de restes préhistoriques. En effet, dans le sol de cette butte dominant l'ancien lit de la Saône, les archéologues ont découvert trois niveaux, non contemporains, contenant une riche faune associée à des silex taillés : plusieurs centaines d'ossements de grands herbi-

avec le service régional de l'archéologie, la DRAC Rhône-Alpes. Déclarée d'utilité publique en 2009, l'A466 a été calée au plus près du terrain naturel pour éviter les effets de coupures du paysage.



Crâne d'ours.

vores (mammouth, rhinocéros laineux, cheval, bison) vivant dans ces steppes froides de l'époque.

Ce site est évalué au paléolithique moyen (entre 55 000 et 35 000 ans avant notre ère) et correspondant à la fin de l'homme de Néandertal, qui avait une alimentation exclusivement carnée. Avec la concentration d'ossements, le lieu fait penser à une sorte de "boucherie" où l'humain groupé, chassait, dépeçait et emportait les parties

découpées riches en viande, sur un site d'habitat (déficit d'os longs sur le lieu).

La découverte d'un crâne d'ours en parfaite conservation et les restes de quelques loups laissent supposer que ces animaux ont peut-être été déplacés. Tous les éléments prélevés sont répertoriés et les résultats de l'exploitation scientifique de ces fouilles seront mis à disposition auprès du public.

■ **Monique Mathieu**  
Correspondante locale de presse



△ Cet arthropode fossile avait un système vasculaire complexe (en rouge).

PALÉONTOLOGIE

## VOICI LE PLUS VIEUX SYSTÈME CARDIOVASCULAIRE CONNU

Chez les premiers arthropodes, on pensait que seul le système digestif résistait à la fossilisation. Eh bien, la découverte d'un ancêtre des crustacés dans l'actuel Yunnan (Chine) par une équipe internationale de chercheurs prouve le contraire. Appartenant à l'espèce *Fuxianhuia protensa*, une branche éteinte, le spécimen de plus de 7 cm de long qui

dormait dans des sédiments du Cambrien – 520 millions d'années – présente le plus vieux système cardiovasculaire connu chez un arthropode fossilisé. Et son anatomie est plutôt élaborée ! L'animal marin possède un large vaisseau sanguin dorsal qui court du thorax au cerveau. Il a aussi une sorte de cœur médian, à partir duquel s'étend un dense ré-

seau artériel qui irrigue ses organes, dont son cerveau, ses yeux et ses antennes. Ce système vasculaire serait même plus complexe que celui... de nombreux crustacés modernes ! Il s'agirait en fait d'un modèle de base à partir duquel auraient évolué, avec des variantes, les systèmes cardiovasculaires de divers groupes de crustacés.

L.Bo.

# La Caverne du Pont d'Arc se dévoile

Le gigantesque chantier de la Caverne du Pont d'Arc Ardèche est entré dans sa dernière ligne droite avec, en point de mire, l'inauguration prévue pour la fin avril 2015. Le fac-similé de la grotte Chauvet s'annonce d'ores et déjà comme une remarquable prouesse technologique et artistique. Visite de chantier.



Les sculpteurs-plasticiens de Phénomène ont réalisé un travail remarquable - photo SYCPA

La course contre la montre est entamée pour la Caverne du Pont d'Arc. L'ouverture est prévue pour la fin avril 2015 et il est hors de question de la repousser. Alors sur le chantier les entreprises mettent les bouchées doubles. « Durant l'été, il y a eu jusqu'à un mois de retard mais tout est rentré dans l'ordre, assure Pascal Terrasse, le président du Syndicat mixte de La Caverne du Pont d'Arc. Nous avons eu des soucis de conception sur la façade triangulée, mais nous avons trouvé des solutions. » Actuellement les 5 bâtiments (Accueil-billetterie-boutique, Espace d'exposition temporaire et pédagogique, Restaurant, centre de découverte, fac-similé) sont dans leur dernière phase de réalisation.

## Un défi technologique et artistique

Le fac-similé, c'est-à-dire la reproduction à l'identique de la grotte Chauvet, est une véritable prouesse artistique et technologique. Les 27 panneaux pariétaux (les répliques des peintures, ndr) ont été réalisés à Montignac et Toulouse par Arc et Os et Gilles Tosello. Ce dernier, préhistorien et plasticien de renom, a réalisé, à Toulouse, les dessins en s'inspirant de pratiques ancestrales. « Je travaille comme ces lointains ancêtres avec du charbon de bois et des pigments naturels. Mon travail consiste à reproduire les dessins mais aussi des grattages faits avec du silex, des traces de doigts, des signes abstraits... » révélait-il en mai dernier. Les 27 panneaux sont aujourd'hui installés sur le site, et une vingtaine sont même déjà



Les panneaux pariétaux ont été installés dans le fac-similé. Certains doivent encore être parfaitement intégrés aux décors - photo SYCPA



Peintres, sculpteurs, plasticiens... Dans le fac-similé, ce sont de véritables artistes qui sont

intervenues pour recréer la grotte Chauvet à l'identique - photo SYCPA

## Un livre pour découvrir la grotte Chauvet autrement

Associer les toutes dernières technologies et les plus vieilles images de l'humanité. C'est le pari que se sont lancés les auteurs du livre « Le premier chef d'œuvre de l'humanité révélée par la 3D ». Contrairement à ce que l'on pourrait penser, l'ensemble des photographies de l'ouvrage ne provient pas de la grotte Chauvet. « Ce sont des images réalisées en 3 dimensions sur ordinateur, explique Pedro Lima, l'un des auteurs. Guy Perazzo a réalisé un modèle 3D à partir de relevés très précis des volumes et des couleurs. Philippe Pasaila a ensuite pris les photos sur ordinateur. » Le résultat est bluffant car il permet de voir les œuvres pariétales, bien connues, de la grotte Chauvet sous un jour inédit.



Les outils informatiques ouvrent de nouvelles perspectives dans la compréhension des œuvres pariétales.

### Des détails révélés

« Très peu de personnes peuvent pénétrer dans la grotte et les photographes qui ont eu les autorisations doivent faire avec des contraintes de lumières très particulières. Plusieurs œuvres ne sont également pas visible à moins de 8 mètres, depuis une passerelle, poursuit Pedro Lima. La 3D permet de se rendre compte de la complexité des volumes. » Cette technique a permis de révéler des détails invisibles jusqu'alors comme 4 traits gravés devant le museau d'une représentation de cheval « qui symbolise sans doute le souffle de l'animal »

### Un livre numérique inédit

Autre innovation du livre, il est complété par un dispositif multimédia inédit. « Un site internet a été créé pour permettre d'aller plus loin dans la lecture, met en avant Pedro Lima. Pour les possesseurs de Smartphones, une application gratuite a vu le jour. En flashant des QR code (sortes de codes barre, ndr), on peut obtenir plein de précisions, des vidéos, d'autres photos... »

« Le premier chef d'œuvre de l'humanité révélée par la 3D », aux éditions Synops, 34, 90 euros, 210 pages. Le site internet dédié au livre : [www.lepremierchefoeuvre.com](http://www.lepremierchefoeuvre.com)

## Des artistes plasticiens au travail

Le décor global est lui aussi quasiment achevé puisque les plafonds sont terminés et environ 80 à 90 % des sols et des parois le sont également. Au total, la grotte reconstituée occupera un espace de 8 180 m<sup>2</sup>, créée et sculptée par les entreprises Freyssinet-Cofex-AAB. Mais, sans doute plus que dans n'importe quelle construction, c'est dans les détails et les finitions que le fac-similé émerveillera les observateurs. Les 27 panneaux seront ainsi parfaitement intégrés dans les éléments géologiques pour que les visiteurs se sentent véritablement à l'intérieur d'une grotte. Ce sont pas moins de 8 plasticiens-sculpteurs de la société « Phénomènes » qui œuvrent sur place



55

En millions d'euros, le coût du chantier. Un coût revu à la hausse d'environ 7 %. « Une augmentation très inférieure aux 60 % du Mucem de Marseille ou des 70 % du Musée du Louvre Lens, » rappelle Pascal Terrasse.

## L'ambitieux « centre de découverte »

La caverne du Pont d'Arc, ce n'est pas seulement une gigantesque reproduction. « D'ailleurs, dans le fac-similé, il n'y aura quasiment aucune explication pour faire la part belle à l'émotion, rappelle François Jacquart vice-président du syndicat mixte. Le 2<sup>e</sup> élément le plus important de l'espace de restitution, c'est le

centre de découverte. » Si la structure du bâtiment est quasiment terminée, la muséographie ne sera installée qu'en février ou mars prochain. « D'ores et déjà, promet François Jacquart, ce lieu prônera l'interactivité avec des choses innovantes. L'idée, c'est d'avoir un film d'entrée puis que chacun puisse « picorer » dans les ateliers ce qui l'intéresse : des explications sur l'art pariétal, la géologie, l'environnement de l'époque... La cible, ce sont les jeunes ! On espère pouvoir en accueillir 30 000 dès la première année, notamment grâce à des partenariats avec l'éducation nationale. » Même plusieurs mois avant son ouverture, la Caverne du Pont d'Arc Ardèche s'annonce très prometteuse!

NICOLAS LEMONNIER

## Des peintures plus vieilles qu'à Chauvet ?

Existe-t-il des peintures rupestres plus anciennes que celles de la grotte Chauvet ? Alors que les œuvres de Chauvet sont datées d'environ 33 000 ans, des paléontologues australiens et indonésiens affirment avoir découvert des peintures pariétales vieilles de 40 000 ans... en Indonésie ! Il s'agirait de douze empreintes de mains mais aussi de deux formes animales, dont un cochon cerf malais daté de 35 400 ans. Or justement, les dessins d'animaux de Chauvet étaient jusqu'alors considérés comme les plus anciens. Et si, finalement, l'origine de l'art, ne se trouvait pas en Ardèche comme si souvent assuré, mais en Indonésie ? Voilà de quoi, au moins, inciter à un peu de modestie...



www.cnrs.fr



COMMUNIQUÉ DE PRESSE NATIONAL | PARIS | 9 OCTOBRE 2014

## La forme des coquilles d'ammonites enfin expliquée... par la physique

**Les ammonites, un groupe de mollusques céphalopodes aujourd'hui éteint, possédaient des coquilles en forme de spirales ondulées à la diversité exceptionnelle et bien connues des amateurs de fossiles. Régis Chirat, chercheur au Laboratoire de géologie de Lyon : Terre, planètes et environnement (CNRS/Université Claude Bernard Lyon 1/ENS de Lyon), et deux collaborateurs de l'Institut de mathématiques de l'université d'Oxford ont développé le premier modèle biomécanique expliquant la formation et la diversité de ces coquilles. Leur approche ouvre de nouvelles perspectives pour interpréter l'évolution des ammonites et des nautilus, leurs « cousins » éloignés aux coquilles lisses, qui peuplent encore les eaux des océans Indien et Pacifique. Ces travaux viennent d'être publiés sur le site de la revue *Journal of Theoretical Biology*.**

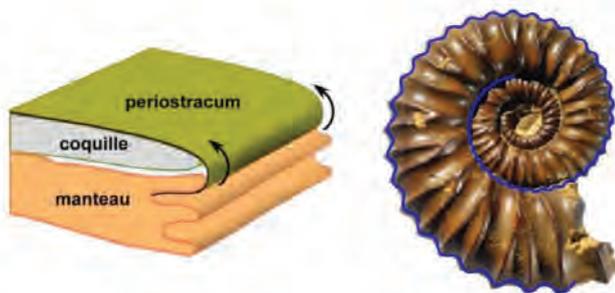
La forme des organismes vivants évolue au cours du temps et les interrogations suscitées par ces transformations ont favorisé l'émergence des théories de l'évolution. Pour comprendre comment les formes biologiques changent à l'échelle des temps géologiques, les chercheurs s'intéressent depuis peu de temps à la façon dont elles sont générées au cours du développement et de la croissance d'un individu : on parle de morphogénèse. Le groupe des ammonites, compte tenu de la diversité exceptionnelle de la forme des coquilles et des motifs (en particulier les côtes) qui les ornent, est très étudié d'un point de vue évolutif mais les mécanismes à l'origine de ces spirales ondulées étaient jusqu'ici inconnus. Les chercheurs tentaient donc de comprendre l'évolution de ces formes sans savoir comment elles avaient été générées.

Régis Chirat et ses collaborateurs ont développé un modèle qui explique la morphogénèse de ces coquilles. En décrivant par des équations mathématiques la façon dont la coquille est sécrétée par l'ammonite et croît, ils ont mis en évidence l'existence de forces mécaniques propres aux mollusques en cours de développement. Ces forces dépendent des propriétés physiques des tissus biologiques et de la géométrie de la coquille. Elles sont à l'origine d'oscillations mécaniques à l'extrémité de la coquille qui génèrent les côtes, sortes d'ondulations ornant la spirale.

En confrontant différents spécimens fossiles aux simulations produites par le modèle, les chercheurs ont observé que celui-ci peut prédire le nombre et la forme des côtes pour différentes ammonites. Le modèle montre que l'ornementation de la coquille évolue en fonction de variables telles que l'élasticité des tissus et le taux d'expansion de la coquille, taux auquel le diamètre de l'ouverture augmente à chaque tour de spire.

En offrant une explication biophysique à la formation de ces ornementations, cette approche théorique permet d'expliquer la diversité existante au sein des espèces et entre elles. Elle ouvre ainsi des perspectives nouvelles dans l'étude de l'évolution morphologique des ammonites, évolution qui apparaît fortement canalisée par des contraintes mécaniques et géométriques. Ce nouvel outil apporte d'ailleurs un éclairage sur une vieille énigme. Depuis près de 200 millions d'années, les coquilles des nautilus, « cousins » éloignés des ammonites, sont demeurées essentiellement lisses et sans ornementation distinctive. Le modèle montre que le maintien de cette forme de coquille ne traduit pas une absence d'évolution comme le suggère le qualificatif de « fossiles vivants » attribué aux nautilus actuels, mais est dû à un fort taux d'expansion qui conduit à la formation de coquilles lisses difficilement distinguables les unes des autres.

De façon plus générale, ces travaux soulignent l'intérêt de l'étude des bases physiques du développement biologique : en comprenant les « règles de construction » à l'origine de la diversité morphologique des organismes, l'évolution de leur forme devient en partie prédictible.



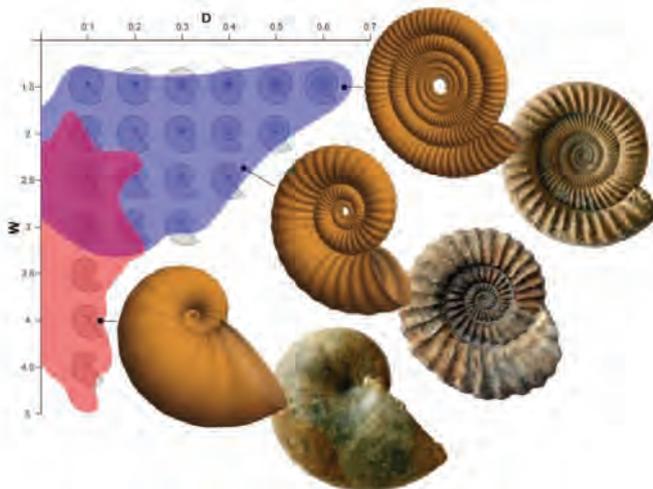
**A gauche :**

**Schéma représentant la zone de production de la coquille. Le manteau sécrète la coquille calcifiée et le periostracum, une couche organique qui vient recouvrir l'extérieur de la coquille. C'est au niveau de cette zone que des interactions mécaniques génèrent spontanément des oscillations qui produisent les côtes.**

**A droite :**

**Une prédiction théorique (ligne bleue) produite par le modèle est superposée sur une ammonite datant du jurassique.**

© Derek Moulton, Alain Goriely et Régis Chirat



**Le modèle mécanique prédit les corrélations observées entre fréquence et amplitude des côtes et forme générale de la coquille chez les ammonites (espace morphologique en bleu) et les nautilus (espace morphologique en rouge)**

**Les vues 3D produites par le modèle sont juxtaposées à des spécimens fossiles, ammonites et nautilus, présentant une forme similaire.**

**Les côtes tendent à disparaître pour les formes de coquilles largement ouvertes caractérisant les nautilus depuis près de 200 millions d'années.**

**W = taux d'expansion**

**D = degrés de recouvrement**

© Derek Moulton, Alain Goriely et Régis Chirat

## Bibliographie

**The morpho-mechanical basis of ammonite form** ; D.E. Moulton, A. Goriely, R. Chirat ; *Journal of Theoretical Biology* ; Vol. 364 ; 7 janvier 2015 (date de parution papier, article déjà disponible en ligne).  
DOI: 10.1016/j.jtbi.2014.09.021

## Contact

**Chercheur** | Régis Chirat | T 04 72 44 85 59 | [regis.chirat@univ-lyon1.fr](mailto:regis.chirat@univ-lyon1.fr)  
**Presses CNRS** | Lucie Debroux | T 01 44 96 43 09 | [lucie.debroux@cnrs-dir.fr](mailto:lucie.debroux@cnrs-dir.fr)

---

---

## **Les publications de Dédale Éditions**

---

---

### **Études Paléontologiques sur les dépôts jurassiques du Bassin du Rhône (4 tomes)**

EUGÈNE DUMORTIER, 1864-1874

Ouvrages de 1 544 pages (en 4 tomes),  
au format 16 x 24 cm avec 187 planches.

- Infra-Lias (260 p.) : ISBN 978-2-917151-99-0 (T1)
  - Lias inférieur (364 p.) : ISBN 978-2-917151-98-3 (T2)
  - Lias moyen (450 p.) : ISBN 978-2-917151-97-6 (T3)
  - Lias supérieur (470 p.) : ISBN 978-2-917151-96-9 (T4)
- 30,00 Euros par tome

### **Description des poissons fossiles provenant des gisements coraliens du Jura**

VICTOR THIOLLIÈRE, 1873

Porte-folio de 19 planches en couleur au format 30,5 x 46 cm  
ISBN 978-2-917151-06-8  
60,00 Euros

### **Note sur les terrains subordonnés aux gisements de poissons et de végétaux fossiles du Bas-Bugey**

A. FALSAN ET E. DUMORTIER, 1873

Ouvrage de 88 pages,  
au format 16 x 24 cm  
ISBN 978-2-917151-40-2 - 15,00 Euros

### **Manuel de conchyliologie et de paléontologie conchyliologique (3 tomes)**

PAUL HENRI FISCHER

Ouvrage de 1393 pages en 3 tomes,  
au format 16 x 24 cm avec 1 138 gravures.

- ISBN 978-2-917151-01-3 (T1)
  - ISBN 978-2-917151-02-0 (T2)
  - ISBN 978-2-917151-03-7 (T3)
- 30,00 Euros par tome

### **La Terre avant l'apparition de l'homme**

FERNAND PRIEM, ALFRED EDMUND BREHM, 1893

Ouvrage de 715 pages, au format 20 x 28 cm avec  
850 gravures.  
ISBN 978-2-917151-04-4  
60,00 Euros

### **Explication de la Carte Géologique de la France.**

#### **Fossiles principaux des terrains (2 tomes)**

EMILE BAYLE, 1878

Ouvrage de 700 pages, au format 21 x 29,7 cm avec  
176 gravures.

- ISBN 978-2-917151-09-9 (T1)
  - ISBN 978-2-917151-10-5 (T2)
- 60,00 Euros par tome

### **L'Oryctologie**

ANTOINE JOSEPH DEZALLIER D'ARGENVILLE, 1755

Ouvrage de 564 pages au format 21 x 29,7 cm avec  
19 planches.

- ISBN 978-2-917151-11-2  
100,00 Euros

### **Lethä Geognostica**

HEINRICH GEORG BRONN, 1837

*Ouvrage en allemand.*

Ouvrage de 112 pages, au format 21 x 29,7 cm avec  
47 planches.  
ISBN 978-2-917151-13-6  
35,00 Euros

### **Sui Fossili Degli Strati a Terebratula Aspasia**

GAETANO GIORGIO GEMMELLARO (1884) et

MARIANO GEMMELLARO (1911)

*Ouvrage en italien.*

Ouvrage de 132 pages, au format 21 x 29,7 cm avec  
10 planches.  
ISBN 978-2-917151-14-3  
25,00 Euros

### **Über die Cephalopoden aus dem Lias des Nordöstlichen Alpen**

FRANZ RITTER VON HAUER, 1856

*Ouvrage en allemand*

Ouvrage de 138 pages, au format 21 x 29,7 cm avec  
25 planches.

Révision critique par Jean-Louis Dommergues et  
Louis Rulleau  
ISBN 978-2-917151-12-9  
40,00 Euros

### **Monograph on the Lias Ammonites of the British Islands**

THOMAS WRIGHT, 1878 - *Ouvrage en anglais*

Ouvrage de 732 pages, au format 21 x 29,7 cm avec  
91 planches.

Révision critique par Jean-Louis Dommergues et  
Louis Rulleau  
ISBN 978-2-917151-17-4  
90,00 Euros

### **Über die fauna der oolithe von Cap S. Vigilio Studie über die obere Liasgrenze**

MICKAËL VACEK, 1886 - *Ouvrage en allemand*

Ouvrage de 258 pages, au format 21 x 29,7 cm avec  
20 planches.

Révision critique par Louis Rulleau avec la collaboration  
d'Yves Alméras et Alain Guiffroy.  
ISBN 978-2-917151-15-0  
30,00 Euros

### **Monographie des fossiles appartenant au calcaire rouge ammonitique de Lombardie et de l'Apennin de l'Italie centrale**

GUISEPPE MENEGHINI, 1867-1881 - *Ouvrage en français*

Ouvrage de 295 pages, au format  
21 x 29,7 cm avec 35 planches.

Révision critique des ammonites figurées par Louis Rulleau  
ISBN 978-2-917151-16-7  
60,00 Euros

### Monographie of the inferior oolithe series (2 tomes)

SYDNEY SAVORY BUCKMAN, 1887-1907

*Ouvrage en anglais*

Ouvrages totalisant 990 pages,  
au format 21 x 29,7 cm avec 124 planches.

ISBN 978-2-917151-38-9

90,00 Euros les deux tomes

### Éponges fossiles des sables du terrain crétacé supérieur des environs de Saumur

A. COURTILLIER, 1861

Ouvrage de 110 pages,  
au format 16 x 24 cm avec 37 planches.

ISBN 978-2-917151-42-6

15,00 Euros

### Description des fossiles des terrains secondaires de la province de Luxembourg

M. F. CHAPUIS - M. G. DEWALQUE, 1851

Ouvrage de 400 pages, au format  
21 x 30 cm avec 37 planches.

ISBN 978-2-917151-48-8

50,00 Euros

### Nouvelles recherches sur les fossiles des terrains secondaires de la province de Luxembourg

M. F. CHAPUIS, 1858

Ouvrage de 186 pages, au format  
21 x 30 cm avec 20 planches.

ISBN 978-2-917151-43-3

30,00 Euros

### Die ammoniten von Swinitza

JOHANN KUDERNATSH, 1852

*ouvrage en allemand*

Ouvrage de 26 pages,  
au format 21 x 30 cm  
avec 5 planches.

ISBN 978-2-917151-41-9

10,00 Euros

### Über die zone des ammonites Sowerbyi

W. WAAGEN, 1867 - *ouvrage en allemand*

Ouvrage de 186 pages, au format  
21 x 30 cm avec 12 planches.

ISBN 978-2-917151-44-0

30,00 Euros

### The carboniferous ammonoids of America

JAMES PERRIN SMITH, 1903 -

*ouvrage en anglais (américain)*

Ouvrage de 216 pages, au format 21 x 30 cm avec 29 planches.

ISBN 978-2-917151-46-4

40,00 Euros

### La vie et les mœurs des animaux. Zoophytes et mollusques

LOUIS FIGUIER, 1866

Ouvrage de 502 pages, au format 16 x 24 cm  
illustré de 385 figures.

ISBN 978-2-917151-47-1

50,00 Euros

### Beitrag zur Kenntniss des Jura in Deutsch-Lothringen

ABHANDLUNGEN ZUR GEOLOGISCHEN SPECIALKARTE VON ELSASS-LOTHRINGEN

E. W. BENECKE, 1898 - *ouvrage en allemand*

Ouvrage de 118 pages, au format 21 x 30 cm avec 8 planches.

ISBN 978-2-917151-45-7

30,00 Euros

### Die Jurensisschichten des Elsass

ABHANDLUNGEN ZUR GEOLOGISCHEN SPECIALKARTE VON ELSASS-LOTHRINGEN

WERNER JANENSCH, 1902 - *ouvrage en allemand*

Ouvrage de 178 pages, au format 21 x 30 cm avec 11 planches.

ISBN 978-2-917151-49-5

30,00 Euros

---

## - HORS COLLECTION -



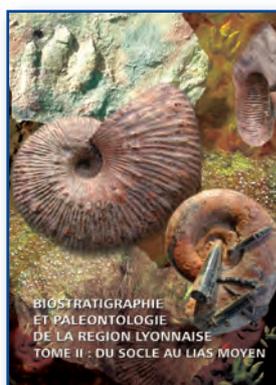
### Biostratigraphie et paléontologie du Lias supérieur et du Dogger de la région lyonnaise - Tome I

LOUIS RULLEAU

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

ISBN 978-2-917151-00-6

35,00 Euros



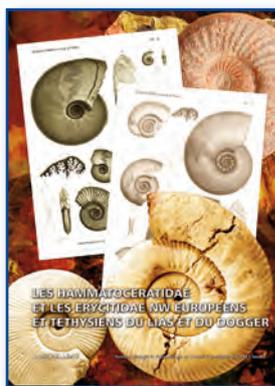
### Biostratigraphie et paléontologie de la région lyonnaise Tome II : du socle au Lias moyen

LOUIS RULLEAU

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

ISBN 978-2-917151-07-5

30,00 Euros



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

LOUIS RULLEAU

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

ISBN 978-2-917151-32-7

30,00 Euros



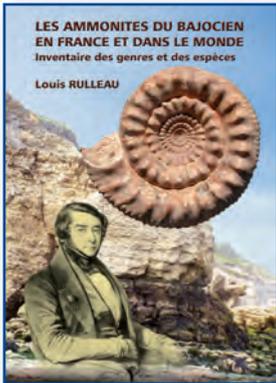
### Les Nautilus du Lias et du Dogger de la Région lyonnaise

LOUIS RULLEAU  
Ouvrage de 152 pages,  
au format 21 x 30 cm  
avec 35 planches.  
ISBN 978-2-917151-08-2  
30,00 Euros



### Les Hildoceratidae du Lias moyen et supérieur des domaines NW européen et Théthysien. Une histoire de famille

PIERRE LACROIX  
Ouvrage de 664 pages,  
au format 21 x 30 cm  
avec 152 planches.  
ISBN 978-2-917151-39-6  
52,00 Euros



### Les ammonites du Bajocien en France et dans le monde.

#### Inventaire des genres et des espèces

LOUIS RULLEAU  
Ouvrage de 302 pages,  
au format 21 x 30 cm  
avec 78 planches.  
ISBN 978-2-917151-37-2  
30,00 Euros



### Les Dactylioceratidae du Toarcien inférieur et moyen.

#### Une famille cosmopolite.

LOUIS RULLEAU, PIERRE LACROIX,  
MARC BÉCAUD et  
JEAN-PIERRE LE PICHON  
Ouvrage de 242 pages,  
au format 21 x 30 cm  
avec 46 planches.  
ISBN 978-2-917151-50-1  
30,00 Euros

— PROCHAINE PUBLICATION EN FAC SIMILE —

# LES AMMONITES JURASSIQUES ET CRÉTACÉES

ESSAI DE GENERA

PAR

FRÉDÉRIC ROMAN

Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Lyon

Ouvrage de 556 pages,  
au format 21 x 29,7 cm,  
imprimé en noir et blanc avec près de 500 figures.  
Ouvrage en français.

Édité par Dédale Éditions.

**Parution prévue : avril 2015**

L'ouvrage sera alors en vente au prix de 40 euros



**Dédale Éditions**  
1 place Jutard  
69003 Lyon

Site web : [www.dedale-editions.fr](http://www.dedale-editions.fr)  
Email : [contact@dedale-editions.fr](mailto:contact@dedale-editions.fr)

*La Spirale de V.Z.  
vous souhaite à tous une*

# *Bonne Année 2015*

*et que la Nouvelle Année vous apporte  
bonheur, joie et santé.*

