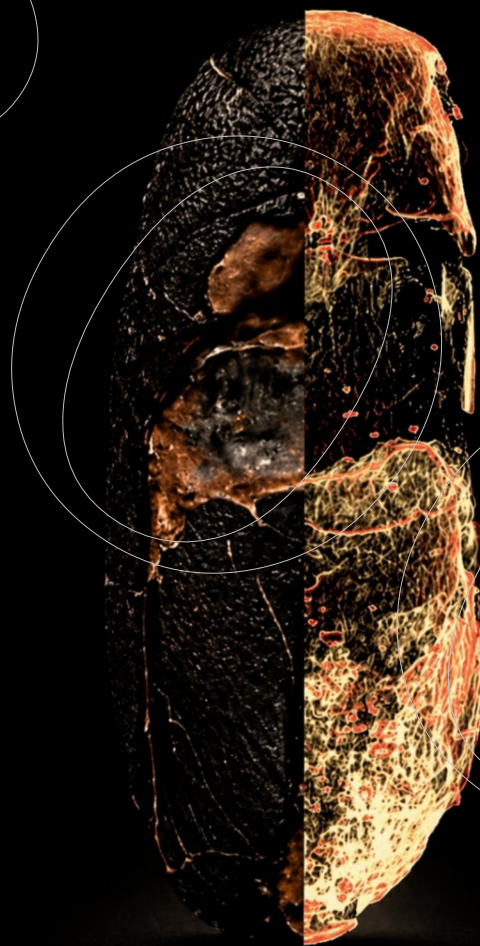


SOUS LA PIERRE

REGARDS CROISES ENTRE PALEONTOLOGIE ET RADIOLOGIE



LE SCANNER NE MENT PAS

Atlas illustré de l'imagerie scanner appliquée aux
fossiles

JEAN CLAUDE LE VAN AN

Sommaire

Préface	9
Introduction	13
Méthodologie d'imagerie scanner appliquée aux fossiles	14
Scanner CT dans l'authentification des fossiles	15
Avertissement	17
Biote marin de Guanling — Trias moyen, Chine	
Biote marin de Guanling	18
Keichousaurus hui — spécimen authentique	20
Faux Keichousaurus hui — contrefaçon sculptée dans le calcaire	26
Biote de Daohugou — Jurassique moyen, Chine	
Biote de Daohugou	32
Assemblage naturel d'insectes de compression	34
Chunerpeton tianyiense — urodèle fossile	42
Ptérosaure wukongoptéridé	48
Biote de Jehol — Crétacé inférieur, Chine	
Biote de Jehol	54

Psittacosaurus cf. lujiatunensis	56
Psittacosaurus lujiatunensis	62
Jeholosaurus cf. shangyuanensis	68
Crâne de Psittacosaurus	74
Ptérosaure boréoptéridé	80
Théropode cf. Sinosauropteryx	86
Confuciusornis sanctus	92
Tétrapode composite pseudo-Diplocaulus	98

Biote de Ganzhou — Crétacé supérieur, Chine

Biote de Ganzhou	104
Classification des œufs fossiles	106
Œuf d'Elongatoolithus — probables restes embryonnaires	108
Œuf d'Elongatoolithus — spécimen authentique sans embryon	114
Œuf d'Elongatoolithus — spécimen restauré	120
Œuf de Macroelongatoolithus	126
Œuf de Spheroolithus	132

Biote de Xixia–Luanchuan — Crétacé supérieur, Chine

Biote de Xixia–Luanchuan	138
Œuf de Dendroolithus — spécimen authentique	140

Faux œuf de Dendroolithus 146

Œuf de Macroelongatoolithus du Henan 152

Biote du Zhejiang — Crétacé supérieur, Chine

Biote du Zhejiang 158

Œuf géant de Stalicoolithus 160

Autres formations fossilifères

Formation de Xinzhuang — poisson fossile, Guangdong 166

Formation de Malan — œufs fossiles de ratites, Henan 174

Roque-Haute — œuf de Cairanoolithus, France 188

Formation d'Allen — fragment de Megaloolithus, Argentine 198

Formation de Santana — fossile de Rhacolepis, Brésil 206

Formation de Khebia — trilobites Psychopyge, Maroc 214

Psychopyge sp. — imitation sculptée / composite 222

Sakha / Yakoutie — fragment de défense de mammoth 228

Conclusion 237

Remerciements 242

PRÉFACE

À peine un an après la découverte des rayons X par Wilhelm Conrad Röntgen à la fin de 1895, le médecin et paléontologue français Victor Lemoine publiait ses premiers travaux sur l'étude radiographique des fossiles. C'est dire que la radiographie et la paléontologie ont une longue histoire commune. Tout au long du XXe siècle, des paléontologues ont fait appel aux techniques radiographiques pour obtenir des informations aussi précises que possible au sujet de spécimens fossiles sans avoir recours à des techniques destructrices.

De nos jours, les progrès réalisés dans le domaine des scanners ont conduit à une véritable explosion de telles études. Le livre du docteur Le Van An présente sous forme d'atlas commenté les résultats souvent spectaculaires qu'il a lui-même obtenus en scannant des spécimens très divers provenant de sites fossilifères d'âge et de localisation géographique très différents, depuis des trilobites paléozoïques récoltés au Maroc jusqu'à des œufs d'autruches du Quaternaire de Chine, en passant par nombre de reptiles et d'oiseaux trouvés dans les couches du Crétacé inférieur renfermant le désormais célèbre « Jehol Biota » en Mandchourie.

Les informations que ces études radiographiques modernes apportent aux paléontologues sont multiples. Au départ, bien sûr, il s'agit de « voir » des structures anatomiques qui ne sont pas visibles en surface, à l'intérieur du fossile lui-même, ou

cachées « sous la pierre », pour reprendre le titre de ce livre. Il est ainsi possible d'étudier l'anatomie interne d'organismes fossilisés sans avoir à endommager les spécimens via des techniques destructrices. Le temps n'est plus où on sciait des crânes fossiles pour pouvoir accéder à la cavité endocrânienne ! De même, il n'est plus besoin de casser un œuf de dinosaure pour déterminer s'il contient un embryon. On mesure ainsi facilement les progrès réalisés grâce à l'examen radiologique des fossiles.

Mais ce n'est pas tout. Pouvoir, en le scannant, examiner l'intérieur d'un fossile ainsi que les détails de la gangue rocheuse qui l'entoure permet aussi de mieux comprendre le processus de la fossilisation, de se représenter plus précisément les relations entre l'os, le tégument ou la coquille et le sédiment dans lequel il est préservé. Pour ne prendre que l'exemple des œufs fossiles, bien représentés dans ce livre, bien des détails du processus de leur enfouissement, après ou avant éclosion, peuvent être analysés grâce aux résultats fournis par le scanner.

Il est un autre aspect de l'étude des fossiles auquel l'examen par scanner peut apporter une contribution fondamentale : il s'agit de la détection des manipulations et fraudes auxquelles ont pu être soumis des spécimens paléontologiques. On entre ici dans un domaine différent de celui de l'étude scientifique de fossiles authentiques, mais qui n'en a pas moins son importance. Depuis plusieurs siècles, les fossiles font l'objet d'un commerce, d'où, pour certains vendeurs malhonnêtes, la tentation de compléter abusivement des spécimens, voire de réaliser des objets entièrement faux, dans un but lucratif.

Depuis le scandale de l'Archaeoraptor, ce spécimen chinois supposé être un intermédiaire entre dinosaures non-aviens et oiseaux, qui se révéla en 1999 être composé de morceaux de deux animaux différents, les paléontologues sont alertés à

ce risque, et l'inspection radiographique de certains types de fossiles est devenue plus ou moins systématique avant toute étude scientifique. Le livre du docteur Le Van An nous présente un certain nombre de cas de spécimens frauduleux, qu'il s'agisse de trilobites marocains ou de vertébrés chinois. Certains de ces pseudo-fossiles sont des faux assez grossiers, que tout anatomiste compétent peut aisément identifier comme tels. D'autres sont nettement plus difficiles à détecter, notamment lorsque le faussaire a mêlé aux parties inventées quelques éléments authentiques. Mais comme l'écrit l'auteur, « le scan ne ment pas ». Pour peu qu'on sache l'interpréter, il fournit les données nécessaires pour suspecter ou démontrer la fraude.

On le voit, l'ouvrage magnifiquement illustré du docteur Le Van An n'offre pas seulement au lecteur un beau voyage au pays des fossiles tels que le scanner nous permet de les découvrir dans leurs moindres détails. Il fournit aussi un guide précieux pour démêler le vrai du faux, pour identifier ce qui est authentique et ce qui ne l'est pas. On peut remercier l'auteur de s'être lancé dans ces investigations rendues possibles par les techniques modernes et de nous offrir ainsi un panorama d'une paléontologie sans doute inhabituelle pour beaucoup d'amateurs de fossiles, mais qui ouvre de nouveaux horizons tout en fournissant des moyens sophistiqués pour séparer le vrai du faux.

Éric Buffetaut

Directeur de recherche honoraire au CNRS

Introduction

Sous la pierre - Regards croisés entre paléontologie et radiologie

Les fossiles constituent des témoins uniques de la vie passée. Conservés dans la roche pendant des millions d'années, ils offrent un aperçu précieux de l'évolution des organismes et des environnements anciens. Pourtant l'observation de leur surface ne révèle souvent qu'une partie de leur histoire.

Comme en médecine, l'imagerie permet aujourd'hui d'explorer l'intérieur des structures sans les altérer. L'utilisation du scanner tomodensitométrique ouvre ainsi une nouvelle perspective dans l'étude des fossiles. Cette technique permet d'observer les structures internes des spécimens, de distinguer les éléments osseux de la matrice sédimentaire et d'identifier les fractures anciennes liées aux processus de fossilisation.

L'imagerie révèle également des informations invisibles à l'œil nu : organisation interne des os, distribution de la matrice, présence éventuelle de restaurations ou de consolidations modernes. Elle offre ainsi un outil précieux pour mieux comprendre la formation et la conservation des fossiles.

Cet ouvrage propose un regard croisé entre deux disciplines rarement associées : la paléontologie et la radiologie. À travers une série de spécimens étudiés par imagerie scanner, il montre comment les techniques développées pour l'exploration du corps humain peuvent également contribuer à révéler les structures cachées de vestiges vieux de plusieurs dizaines de millions d'années.

Chaque fossile devient ainsi un véritable objet d'exploration radiologique, dont l'étude permet de dévoiler ce qui se cache littéralement sous la pierre.

Keichousaurus hui

Classification systématique

Classe : Reptilia

Clade : Sauropterygia

Ordre : Pachypleurosauria

Famille : Keichosauridae

Genre : Keichousaurus

Espèce : Keichousaurus hui

Auteur : Young, 1958

Période : Mésozoïque

Âge : Trias moyen (Anisien, -247-242 Ma)

Formation : Zhuganpo Formation (ou unités équivalentes du bassin de Xingyi)

Localisation : Xingyi, province du Guizhou

Pays : Chine

Keichousaurus hui est un petit reptile marin appartenant aux pachypleurosaures, groupe de sauroptérygiens côtiers caractérisés par un corps allongé, un cou relativement développé et des membres transformés en palettes natatoires. Il constitue l'un des taxons les plus abondants du biote marin du Guizhou et représente un élément clé des communautés littorales du Trias moyen. Sa morphologie gracile, associant une queue élancée et des membres postérieurs légèrement plus développés, suggère un mode de vie actif en eaux peu profondes, probablement en zone de plate-forme interne ou lagunaire.

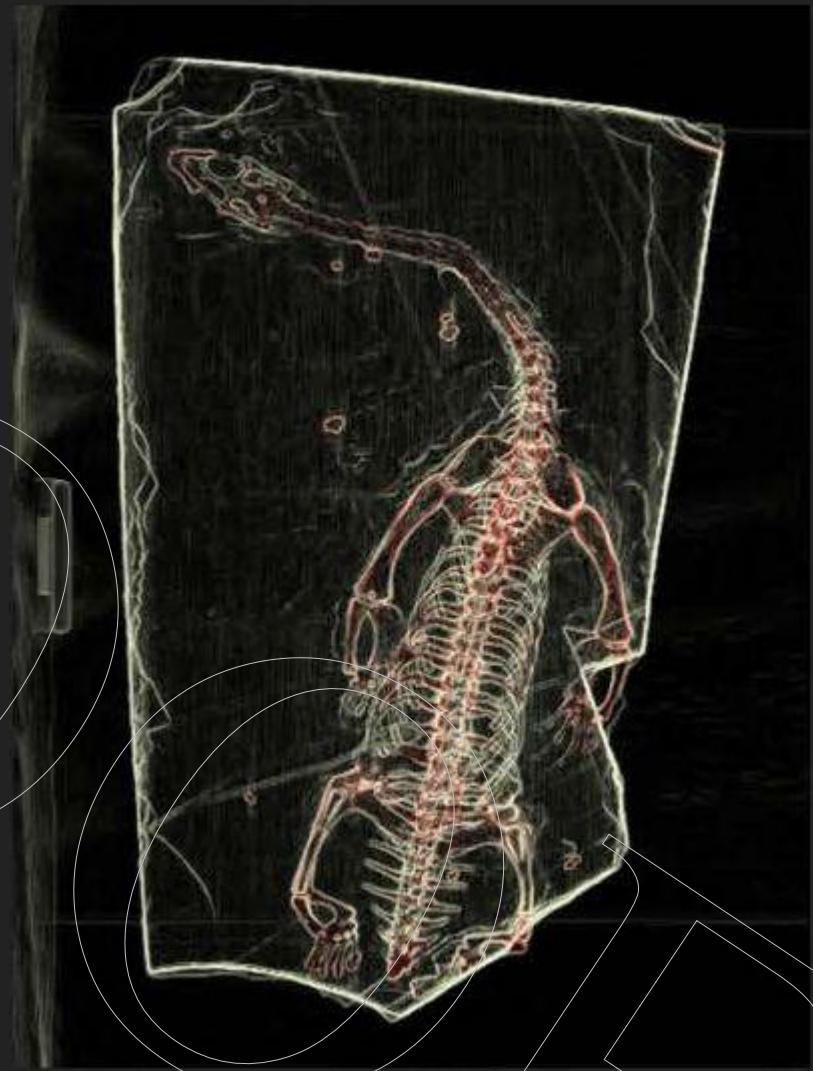
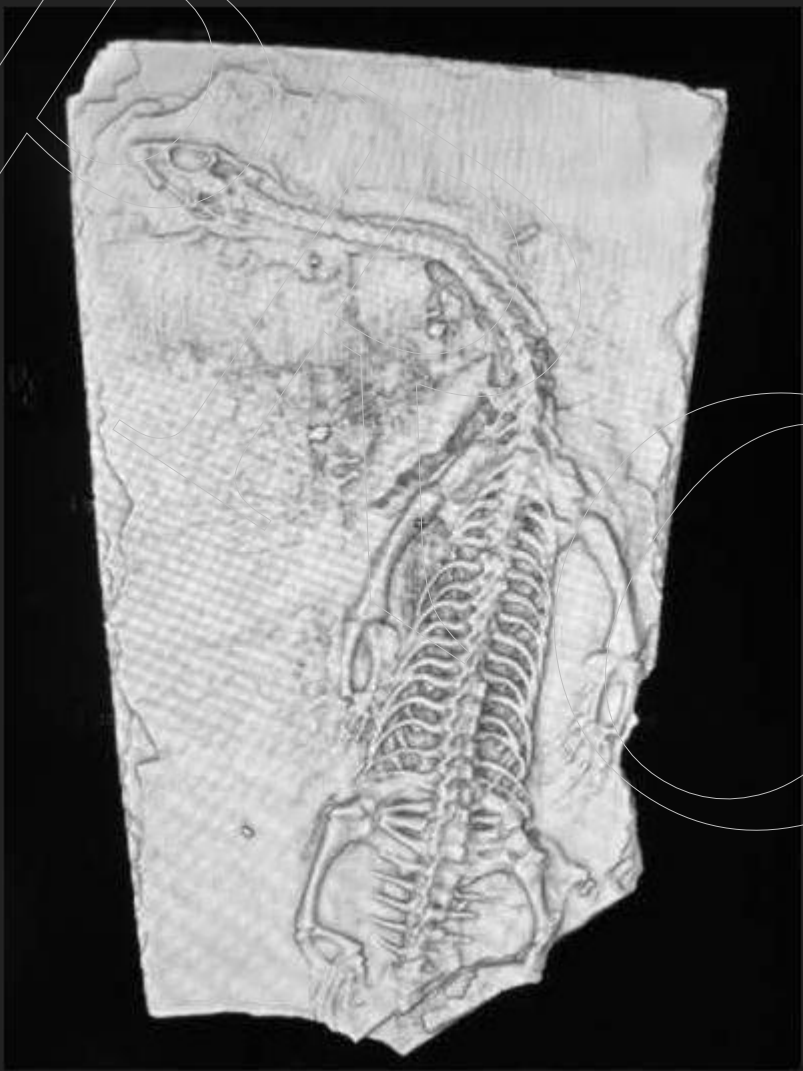
Taille : 11 × 17 cm

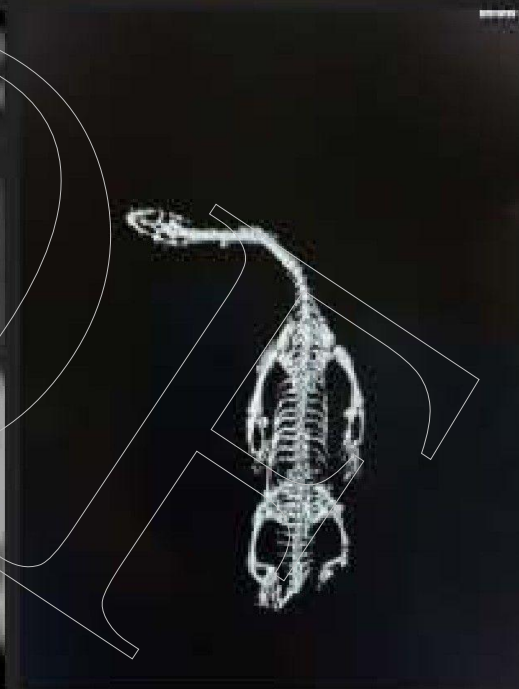
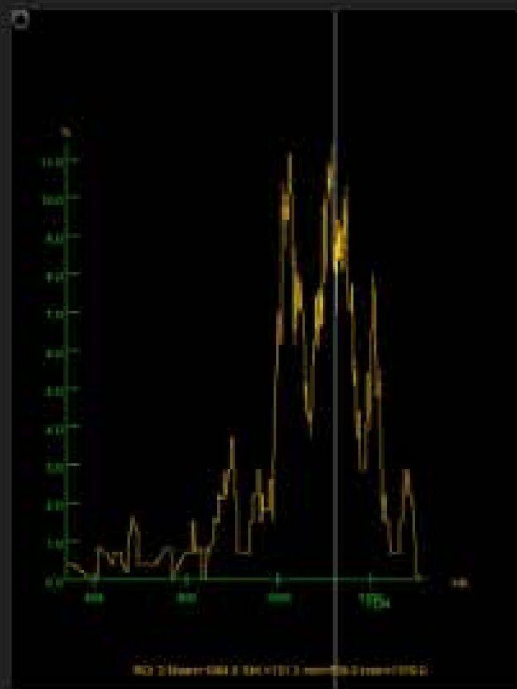
Poids : 258 g

Volume : 116 cm³









SCANNER D'UNE PLAQUE DE KEICHOUSAURUS

Indication :

Analyse tomodensitométrique d'un spécimen fossile de reptile marin triassique attribué à Keichousaurus, afin d'évaluer l'intégrité anatomique, la tridimensionnalité de la conservation et la recherche d'éventuels éléments de restauration.

Technique :

Acquisition tomodensitométrique volumique haute résolution sans injection. Analyse en reconstructions multiplanaires, rendus volumiques (VR) et projections de type MIP.

Résultats :

L'examen tomodensitométrique met en évidence des structures osseuses fossilisées de très haute densité, avec des valeurs moyennes mesurées autour de 2930,8 UH et des maxima atteignant 3071 UH, nettement supérieures à celles de la matrice encaissante. Cette hyperdensité permet une excellente individualisation du squelette au sein de la dalle sédimentaire et constitue un argument fort en faveur d'une minéralisation fossile authentique.

Le squelette est conservé en position anatomique globale, avec exposition dorsale et flexion latérale du rachis cervical et caudal. Le crâne est individualisable, avec reconnaissance du neurocrâne, du massif facial, des cavités orbitaires et de la mandibule, sans fragmentation majeure visible. L'alignement vertébral est respecté sur l'ensemble du spécimen, avec visualisation continue des corps vertébraux. La cage thoracique est conservée, avec des côtes fines, régulières et bilatéralement visibles, sans déplacement significatif. Les ceintures scapulaire et pelvienne sont identifiables. Les membres antérieurs et postérieurs sont visibles, avec conservation des segments proximaux et distaux, sans luxation majeure ni discontinuité suspecte. L'ensemble des structures osseuses présente une minéralisation homogène, sans hétérogénéité interne suspecte, sans interface artificielle ni matériel de comblement identifiable.

La matrice sédimentaire dans laquelle le spécimen est inclus présente des densités nettement plus faibles, avec une moyenne mesurée autour de 1148,1 UH sur les ROI de coupe et un histogramme centré autour de 1064,8 UH, avec des extrêmes d'environ 539 à 1319 UH. Cet aspect correspond à un encaissant sédimentaire minéralisé, globalement homogène à modérément hétérogène, assurant un contraste net avec les structures osseuses fossilisées. Il n'est pas mis en évidence de niveau intercalaire, d'interface brutale ni de matériel exogène évocateur d'un montage composite ou d'une restauration.

Conclusion :

Aspect tomodensitométrique compatible avec un spécimen authentique de Keichousaurus, présentant une conservation anatomique complète en connexion, sans argument en faveur d'une restauration ou d'un assemblage composite.

ŒUF FOSSILE DE DINOSAURE (Elongatoolithus)

Classe : Reptilia

Ordre : Theropoda

Clade : Oviraptorosauria

Famille : Indéterminée (œuf non directement associé à un squelette)

Oogenus : Elongatoolithus

Oospécifique : indéterminée (Huanansaurus ganzhouensi?)

Auteur du genre : Zhao, 1975

Période : Mésozoïque

Âge : Crétacé supérieur (-85 à 66 millions d'années)

Formation géologique : Groupe de Nanxiong (formation exacte à préciser si possible)

Localisation : Ganzhou, province de Jiangxi, Chine

Formation:

Localité: Guangzhou Jiangxi

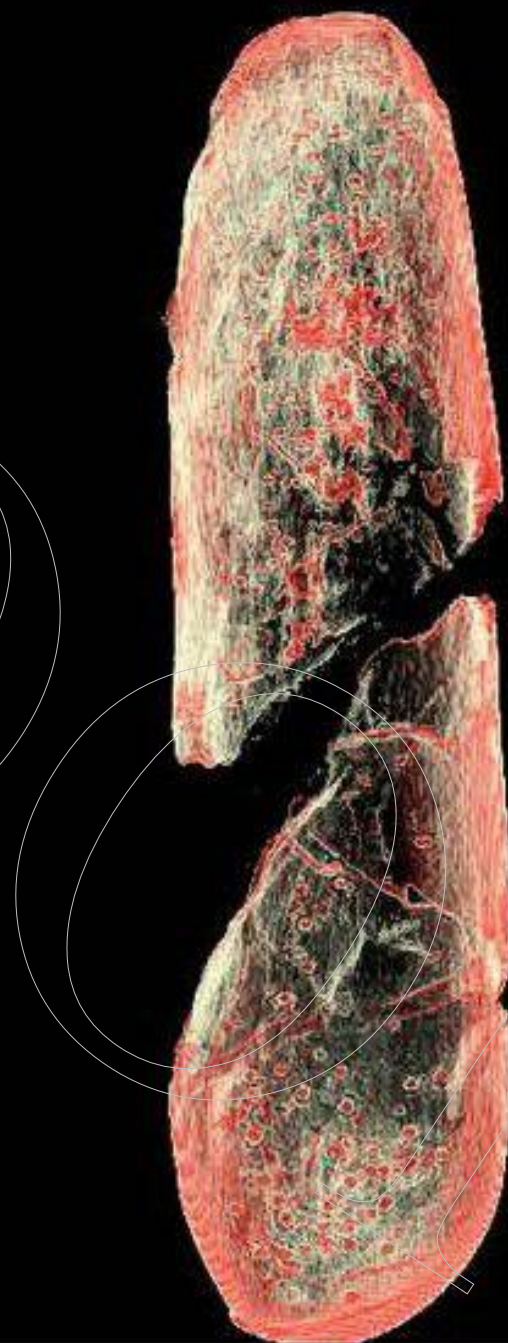
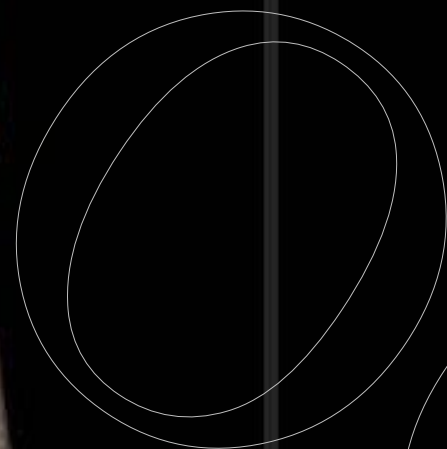
Pays : Chine

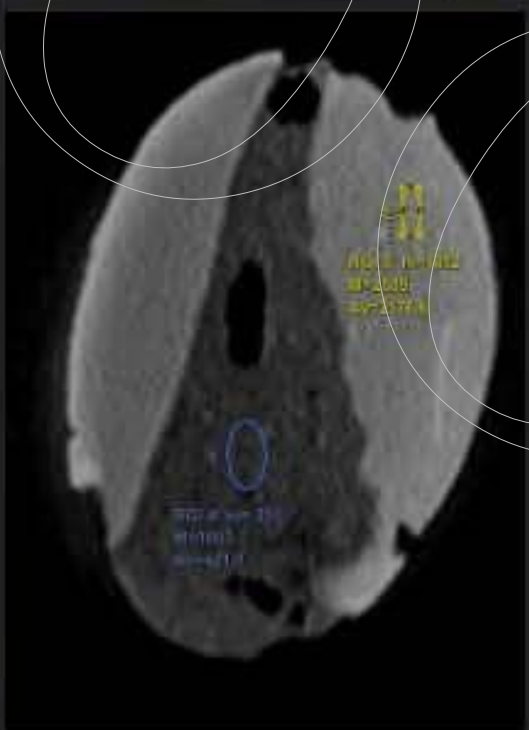
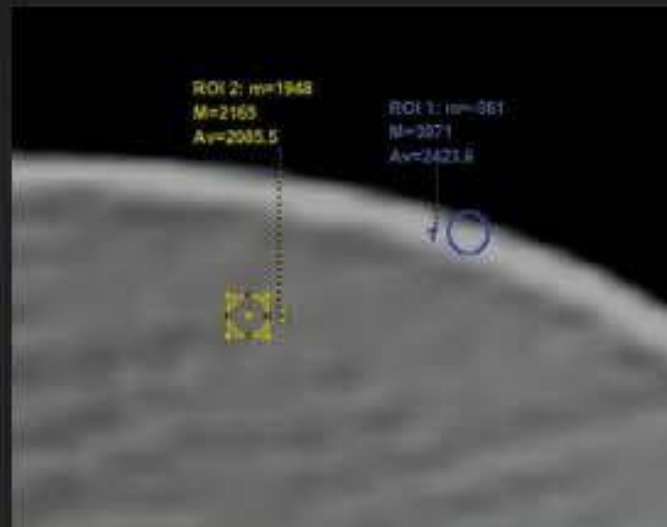
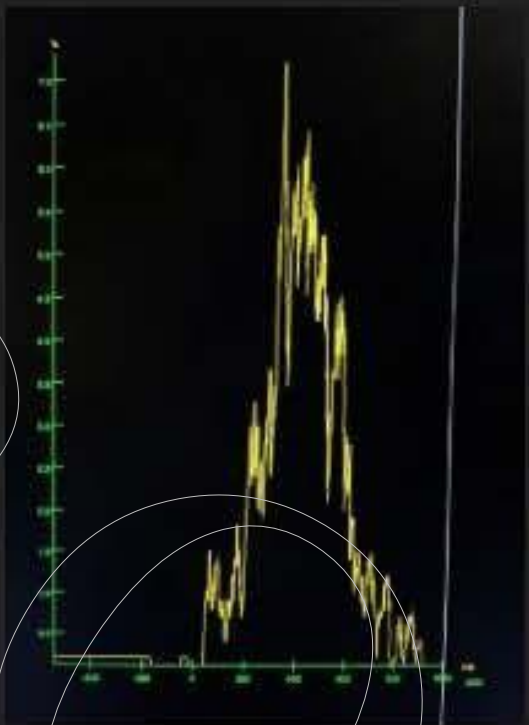
Taille : 14 × 6 cm

volume 196 cm³









SCANNER — ŒUF FOSSILE D'OVIRAPTOR (ELONGATOLITHUS) AVEC RESTAURATION

Indication :

Analyse tomodensitométrique d'un œuf fossile attribué à un oviraptoridé, avec évaluation morphologique, structurale et recherche d'arguments d'authenticité.

Technique :

Scanner haute résolution avec reconstructions fines multiplanaires et rendu volumique 3D. Analyse densitométrique par régions d'intérêt.

Résultats :

L'examen montre un œuf ovoïde allongé, complet, de morphologie compatible avec un Elongatoolithus.

La coquille est visible sur une partie de la périphérie, sous la forme d'un liseré périphérique continu par endroits, d'épaisseur millimétrique, avec une densité élevée, globalement distincte de celle du matériau de remplissage interne. La micro-architecture de cette coque apparaît relativement régulière sur les coupes analysées.

Le contenu de l'œuf est constitué d'un matériel de densité intermédiaire, globalement homogène, au sein duquel s'individualisent plusieurs fragments hyperdenses compatibles avec des fragments coquilliers inclus, de disposition désorganisée. L'analyse histogrammique de la matrice interne montre une distribution large centrée sur des valeurs élevées, compatible avec un remplissage minéralisé relativement homogène.

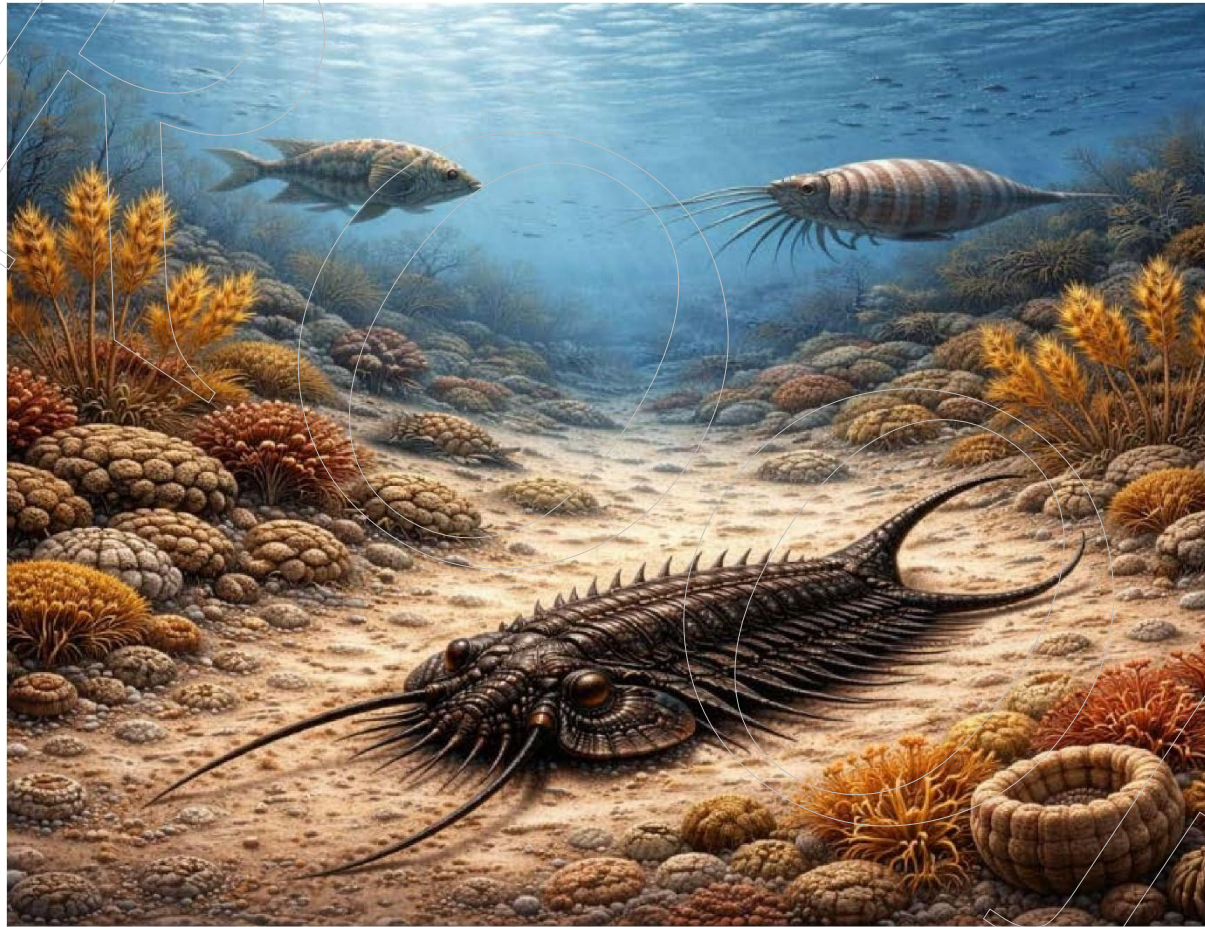
Il existe par ailleurs des zones de transition entre différents segments de l'œuf, correspondant à un matériau de densité différente de celle de la coque périphérique habituelle, plus hétérogène, plus massif, et dépourvu d'organisation interne évoquant une structure coquillière. L'analyse histogrammique de ces zones met en évidence un profil densitométrique nettement plus bas et plus hétérogène, s'étendant vers les faibles densités, aspect compatible avec un matériau de comblement secondaire (résine)

Conclusion :

Aspect scanographique en faveur d'un œuf fossile authentique d'oviraptoridé de type Elongatoolithus, avec persistance d'une coque fossilifiée identifiable et présence de fragments coquilliers inclus dans le remplissage interne.

Les discontinuités de coque associées à des zones intermédiaires de densité et de structure différentes, assurant la jonction entre plusieurs segments, sont en faveur de remaniements secondaires de type restauration.

FORMATION DE KHEBCHIA, ASSA, MAROC – 400 MA



Au Dévonien, la région d'Assa, au sud du Maroc, était recouverte par une mer relativement profonde située sur la marge du Gondwana. La formation de Khebchia correspond à des dépôts marins fins, accumulés dans un environnement calme, loin de l'action des vagues.

Le fond marin était constitué de sédiments argilo-silteux où se développaient de riches communautés benthiques. Brachiopodes, crinoïdes, mollusques et divers arthropodes peuplaient ces fonds marins, tandis que des céphalopodes et les premiers poissons évoluaient dans la colonne d'eau.

Cet écosystème marin témoigne de la grande diversité biologique des mers dévoniennes qui couvraient alors une partie du Gondwana

Psychopyge termierorum

Ordre : Phacopida

Sous-ordre : Phacopina

Super-famille : Acastoidea

Famille : Acastidae

Sous-famille : Asteropyginae

Genre : Psychopyge

Espèce : *Psychopyge termierorum*

Auteur : Morzadec, 2001

Période : Dévonien inférieur

Âge : Emsien

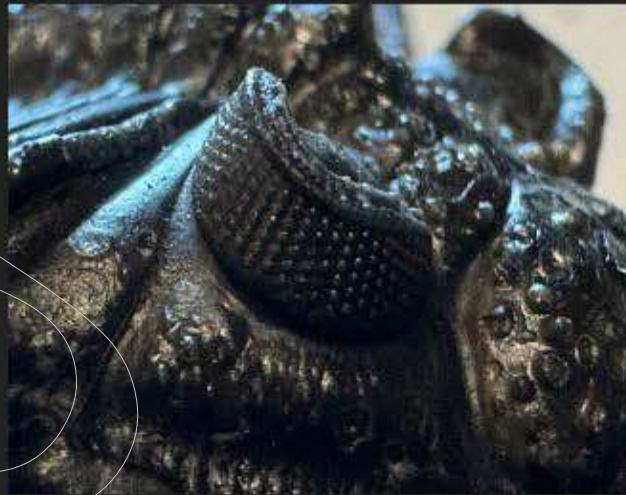
Provenance :

Formation : Formation de Khebchia

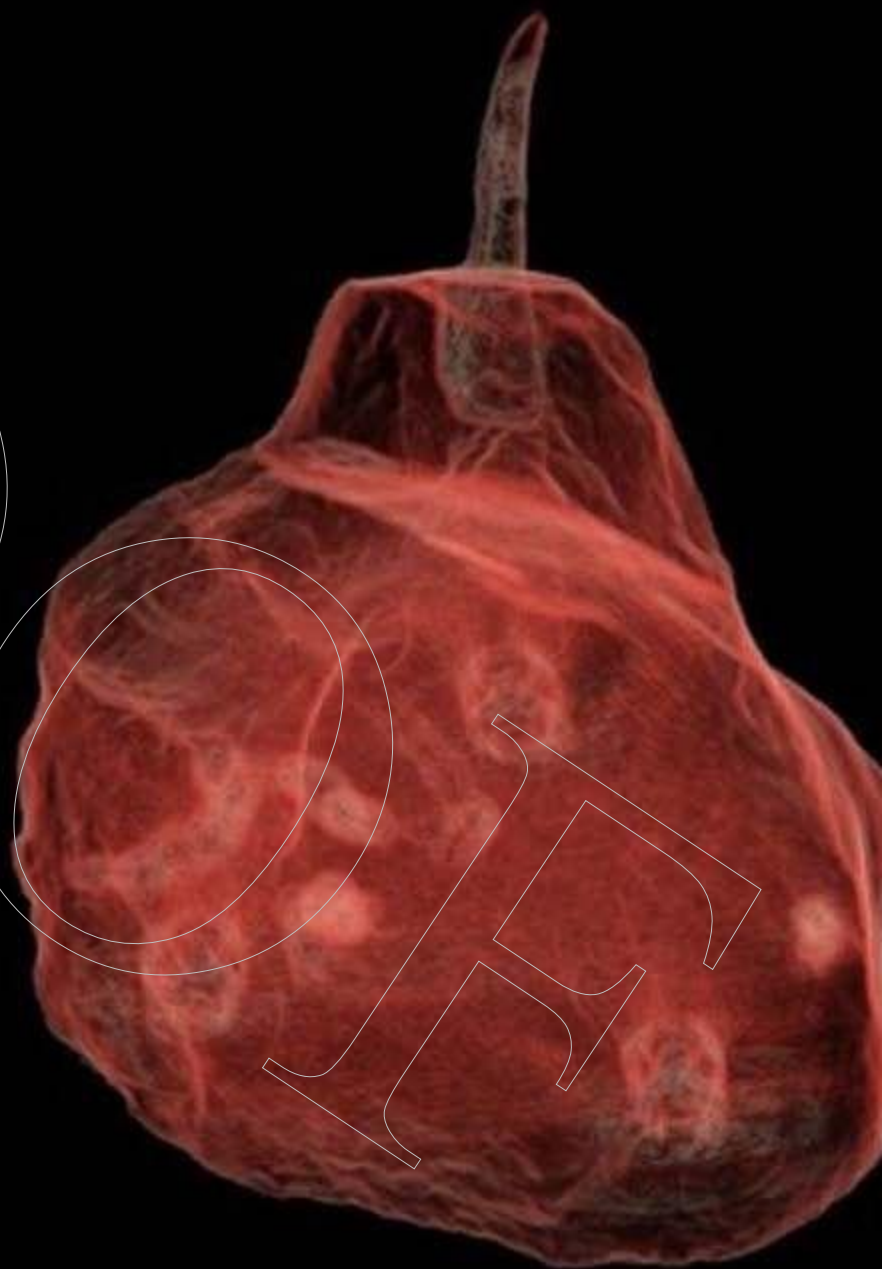
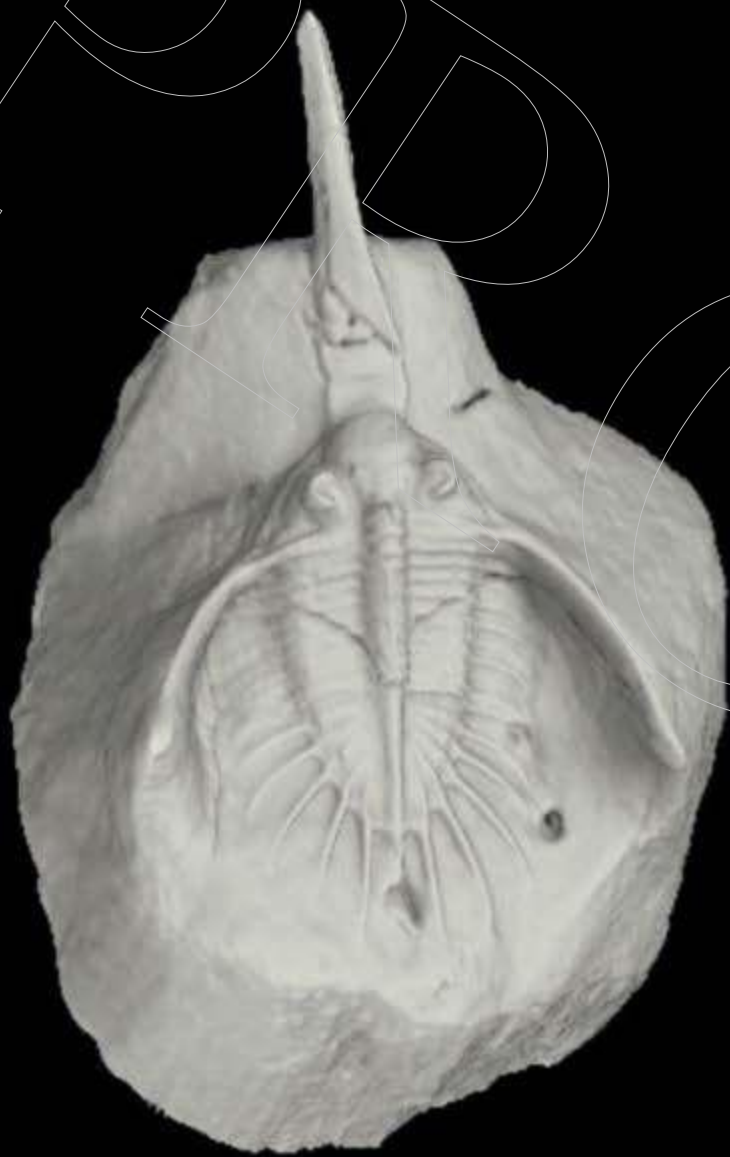
Localité : Assa

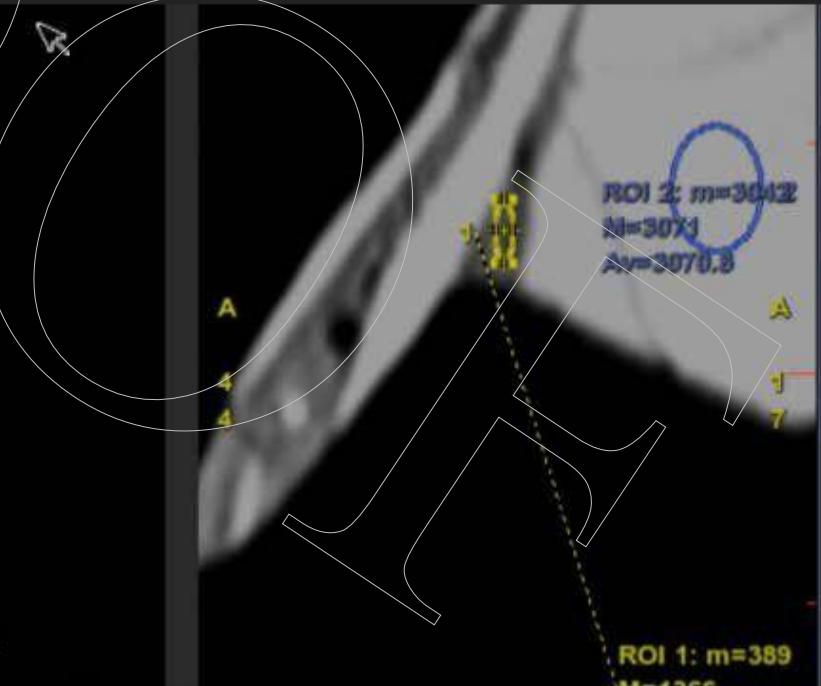
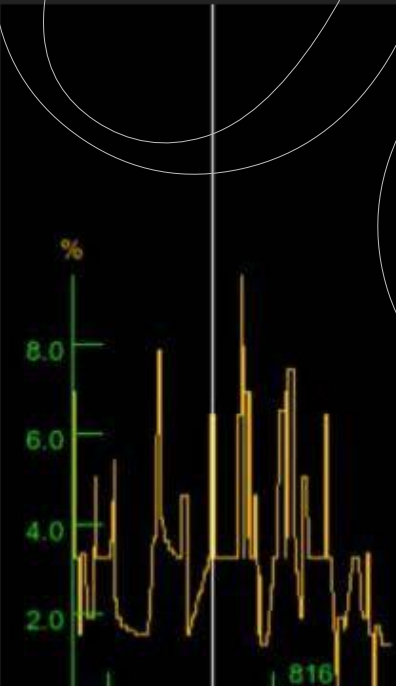
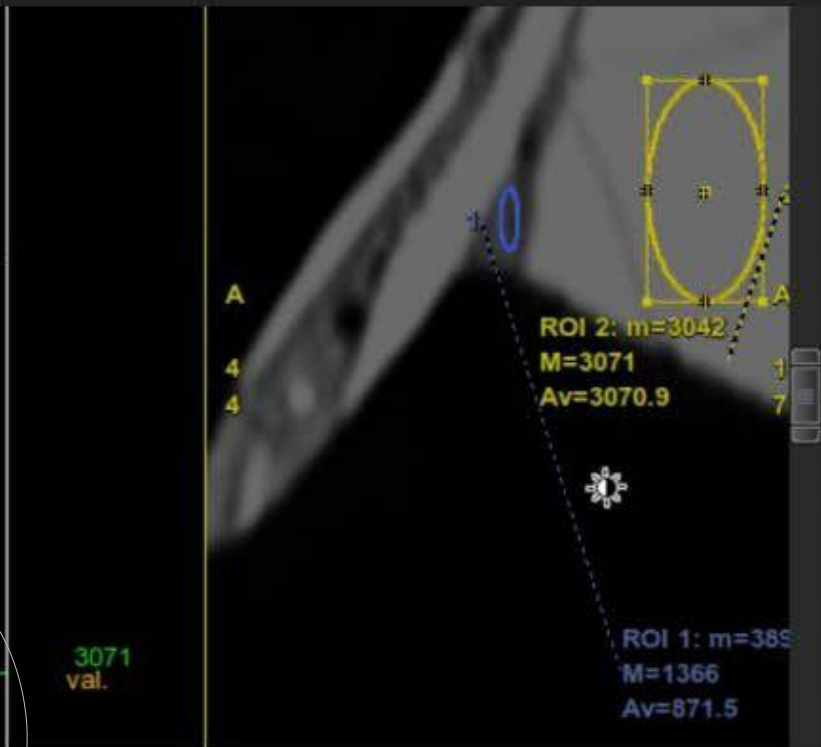
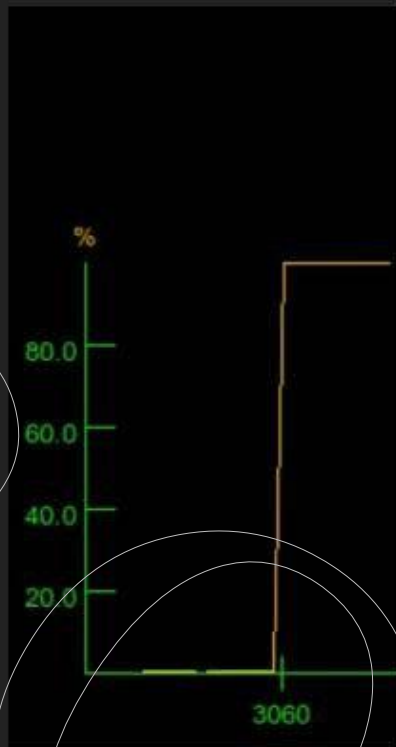
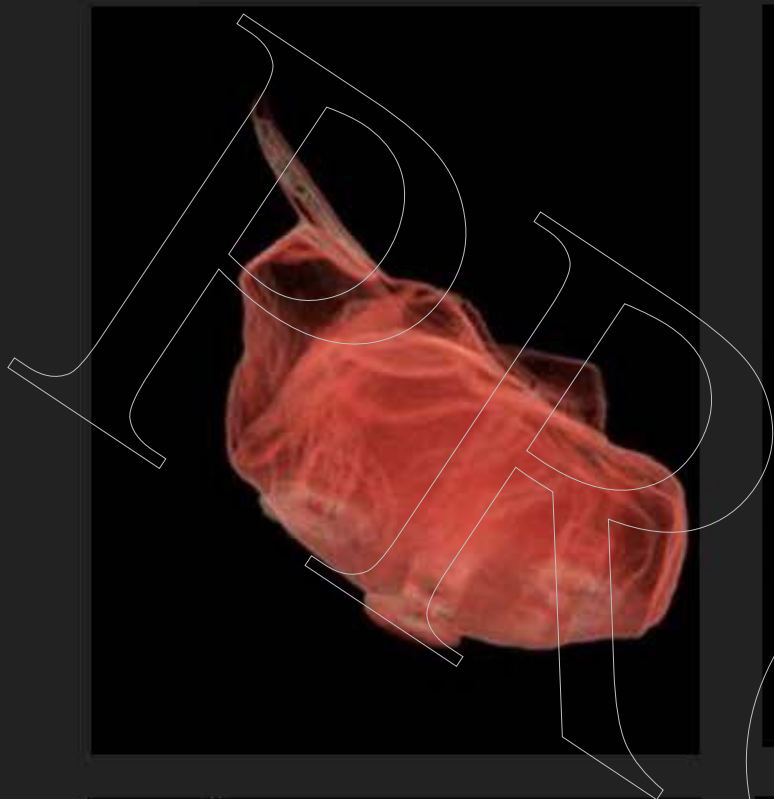
Pays : Maroc

Psychopyge termierorum est un trilobite dévonien appartenant aux Asteropyginae, un groupe de phacopides ornés bien connu dans le Paléozoïque du Maroc. Il se caractérise par un large céphalon, des yeux proéminents et un pygidium fortement épineux, qui lui confèrent un aspect particulièrement spectaculaire. Cette espèce illustre la remarquable diversité morphologique des trilobites dévoniens des environnements marins peu profonds d'Afrique du Nord.









SCANNER D'UN SPÉCIMEN DE TRILOBITE PSYCHOPYGE

Indication :

Analyse morphologique et densitométrique d'un trilobite interne.

Technique :

Acquisition tomodensitométrique haute résolution avec reconstructions multiplanaires et analyse densitométrique par régions d'intérêt (ROI) associée à l'étude des histogrammes.

Résultats :

La matrice rocheuse apparaît globalement homogène, de densité élevée, avec des valeurs moyennes mesurées autour de 3000 UH. L'histogramme correspondant est étroit et monomodal, compatible avec une roche carbonatée compacte de type calcaire dense.

Le trilobite présente une densité globalement inférieure et légèrement plus hétérogène, compatible avec un matériau fossile carbonaté, sans argument pour un moulage en résine (absence de bulles diffuses intra-structurelles).

Au niveau de la jonction entre le rostre et le reste du corps, on individualise une zone de transition présentant :

- une densité intermédiaire (=800-900 UH)
- un histogramme large et polymorphe
- une hétérogénéité interne marquée

Cet aspect est compatible avec la présence d'un matériau de collage ou de comblement, interposé entre deux structures minérales distinctes.

L'interface entre le rostre et le céphalon apparaît abrupte, sans continuité densitométrique ni transition progressive, ce qui n'est pas en faveur d'une continuité anatomique ou diagenétique naturelle.

Par ailleurs, présence de structures linéaires hyperdenses intramatriciellles, compatibles avec des éléments métalliques de type vis. Ces éléments sont associés à des microfissures radiales et des lignes de contrainte.

Conclusion :

Aspect en faveur d'un trilobite fossile authentique inclus dans une matrice calcaire, présentant un rostre rapporté avec interposition de matériau de collage, associé à des vis intramatriciellles liées au conditionnement pour transport, compatible avec un spécimen composite restauré.

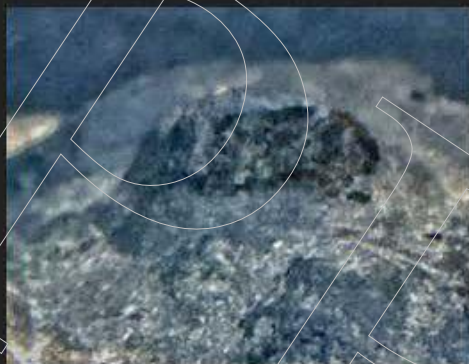
Psychopyge sp. (imitation sculptée/ composite) Dévonien inférieur (Émsien) — modèle inspiré des trilobites d'Assa, Maroc.

L'examen macroscopique du spécimen met en évidence plusieurs caractères compatibles avec une fabrication artificielle. La surface du trilobite présente une texture granuleuse hétérogène ponctuée de petites cavités arrondies, interprétables comme des bulles de résine ou de matériau de moulage. Ces micro-cavités sont réparties sur différentes parties du corps, notamment sur le céphalon et les segments thoraciques.

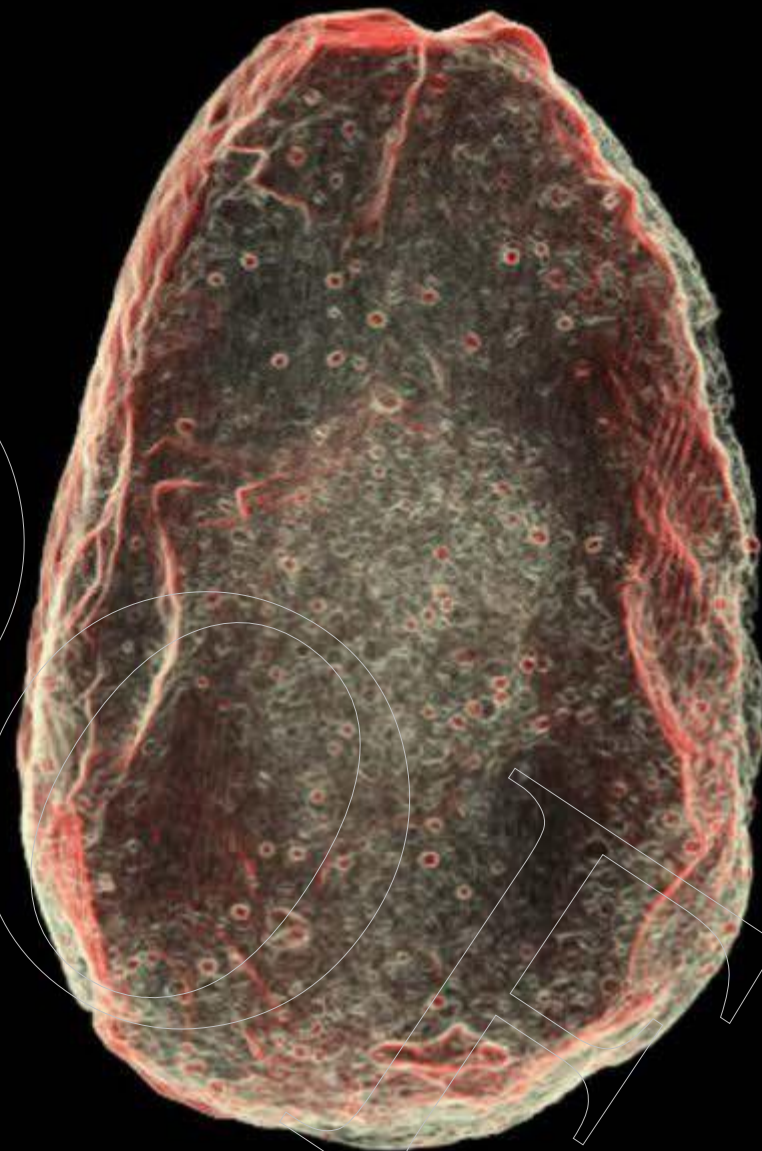
Les yeux composés ne montrent aucune facette identifiable. Chez les trilobites phacopides authentiques, les yeux sont constitués de grandes lentilles bien individualisées. Ici, les reliefs oculaires apparaissent massifs, arrondis et lisses, sans organisation optique visible.

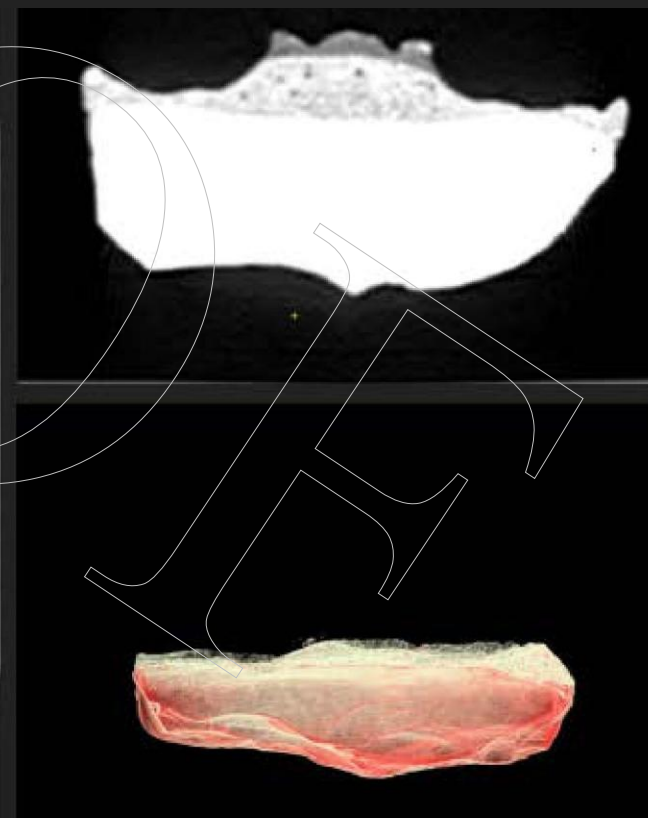
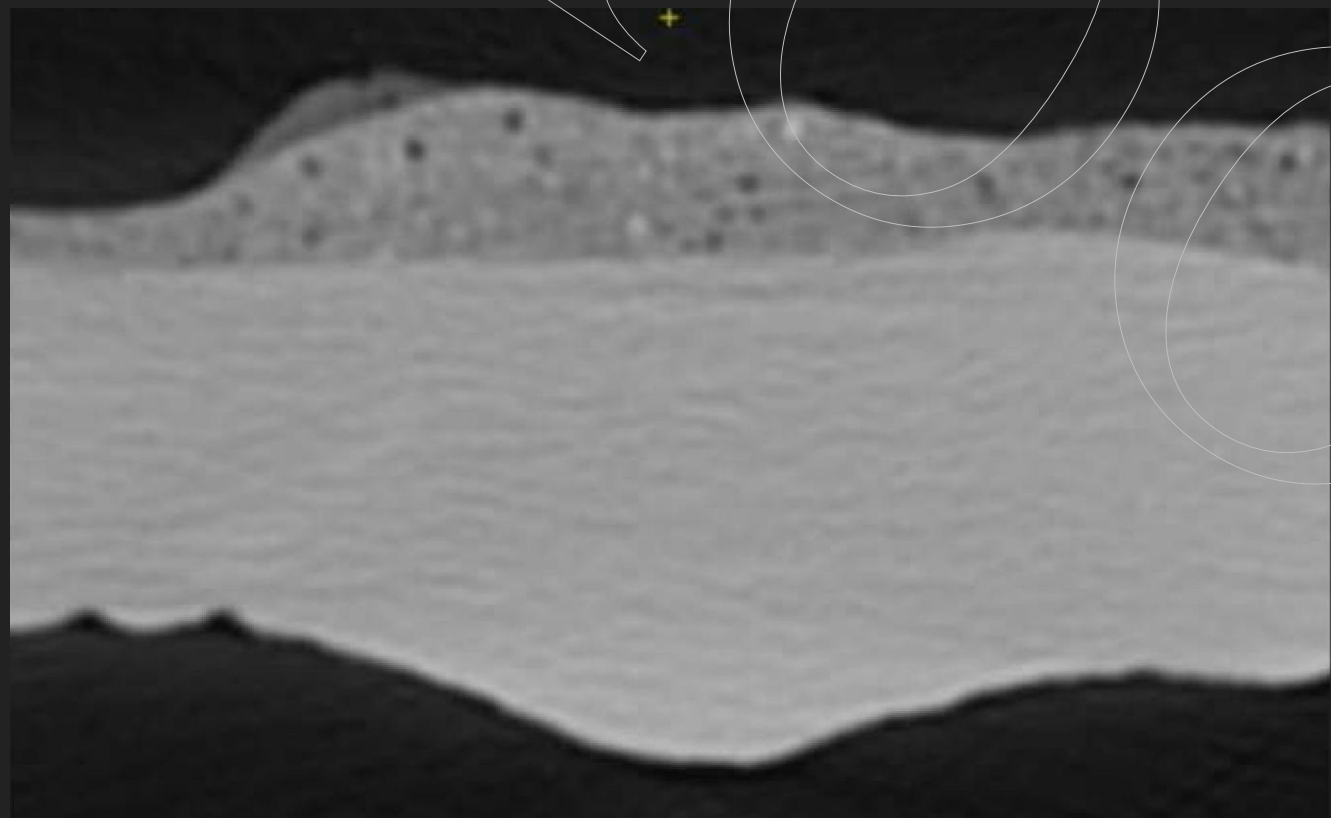
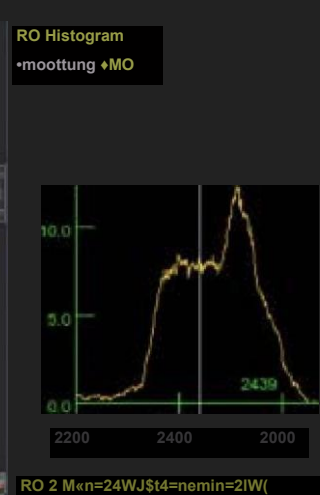
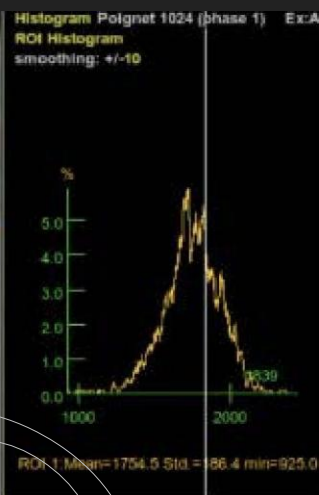
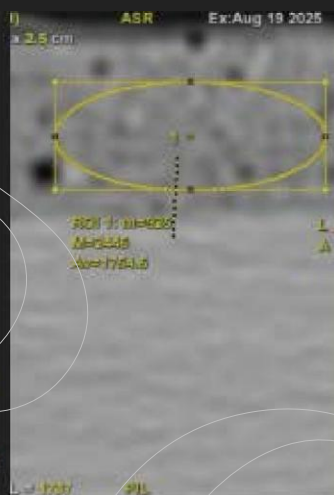
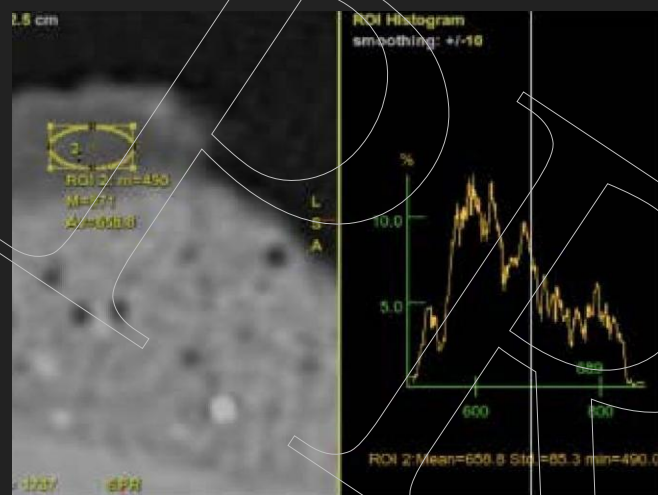
Les segments thoraciques présentent un relief simplifié, avec des côtes peu différenciées et des transitions émoussées, évoquant davantage une sculpture ou un moulage qu'une morphologie fossile naturelle.

La matrice entourant le spécimen montre également des stries radiales et irrégulières, correspondant vraisemblablement à des traces d'outils utilisées pour imiter la texture sédimentaire.









SCANNER D'UN SPÉCIMEN DE TRILOBITE

Indication :

Analyse tomodensitométrique d'un trilobite suspect d'être une reproduction.

Technique :

Acquisition tomodensitométrique haute résolution avec reconstructions multiplanaires et analyse densitométrique par régions d'intérêt (ROI) associée à l'étude des histogrammes de densité.

Résultats :

L'analyse met en évidence la présence de trois matériaux distincts, individualisables par leur densité, leur distribution histogrammique et leurs interfaces internes.

La matrice externe correspond à un matériau très dense et homogène. L'histogramme montre une distribution étroite centrée autour de ≈ 2460 UH (min 2199 - max 2673 UH, écart-type faible). Cette signature densitométrique est compatible avec une roche carbonatée compacte, probablement calcaire, correspondant au bloc support.

Une zone intermédiaire séparant la matrice du trilobite présente des densités intermédiaires avec un histogramme très étalé (moyenne ≈ 1754 UH, min 925 - max 2446 UH). Cette dispersion importante traduit un mélange hétérogène de grains minéraux et de matériau de liaison, compatible avec un remplissage ou un matériau de collage.

La structure correspondant au trilobite montre des densités nettement plus faibles, avec un histogramme large centré autour de ≈ 650 UH (490-871 UH). L'image tomodensitométrique révèle par ailleurs de multiples vacuoles arrondies réparties dans la masse, correspondant à des bulles internes. L'ensemble évoque un matériau composite de type résine chargée en poudre minérale.

Les interfaces entre ces trois matériaux apparaissent nettes et discontinues, sans continuité sédimentaire ni transition diagenétique progressive. La limite entre la matrice rocheuse et la structure trilobitique est particulièrement abrupte, compatible avec une insertion secondaire dans la roche.

Conclusion :

L'ensemble des caractéristiques densitométriques, structurales est hautement évocateur d'un spécimen composite artificiel imitant un trilobite fossile.

**Certains fossiles paraissent faux, mais sont authentiques.
D'autres semblent authentiques, mais sont faux.**

Le scanner ne ment pas.

Cet atlas illustré explore les fossiles sous un angle inédit : celui de l'imagerie scanner médicale. Sous la surface de la pierre apparaissent ce que l'œil seul ne peut percevoir : anatomie interne, restaurations dissimulées, assemblages composites et indices d'authenticité.

À travers des photographies, coupes tomodensitométriques et reconstructions tridimensionnelles, *Sous la pierre* invite à regarder autrement les fossiles : non plus seulement comme des objets à contempler, mais comme des témoins à interroger.

Un dialogue entre paléontologie et radiologie, au service d'une même quête : révéler ce que le temps a enfoui.

Avec une préface du Professeur Éric Buffetaut,
directeur de recherche honoraire au CNRS.



À propos de l'auteur

Jean Claude Le Van An est médecin radiologue. Son travail s'inscrit à la croisée de l'imagerie médicale et de la paléontologie. Grâce au scanner, outil d'exploration non invasif, il analyse l'architecture interne des fossiles afin d'en étudier la structure, l'authenticité et les éventuelles restaurations cachées.

© 2026 Jean-Claude Le Van An.



Prix France 77,99 € TTC