

Zeitschrift: Cahiers d'archéologie romande
Herausgeber: Bibliothèque Historique Vaudoise
Band: 92 (2002)

Artikel: Die figürlichen Skulpturen von Colonia Iulia Equestris
Autor: Bossert, Martin
Kapitel: 5: Petrografischer Beitrag
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-836055>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich. E-Periodica. <https://www.e-periodica.ch>

5. PETROGRAFISCHER BEITRAG

A la recherche de la provenance des roches

Connaître l'origine de la pierre employée pour une construction ou une sculpture antique ou plus récente est important pour les archéologues : ils peuvent ainsi déceler des faux, des copies, des ajouts postérieurs, rassembler des pièces et parfaire leurs connaissances sur le commerce dans le monde gréco-romain.

Jusque dans les années soixante, on déduisait l'origine des matériaux employés en s'appuyant sur des caractéristiques externes telles que la couleur, la texture, la taille des grains, la densité, l'aspect de la patine... Ces indices, naturellement trop subjectifs et insuffisants, conduisaient souvent les chercheurs, tout particulièrement lorsqu'ils ne disposaient pas de preuves écrites, à des conclusions erronées.

Depuis quelques décennies, les archéologues ont pris conscience de la nécessité d'aborder ces problèmes d'une manière rigoureuse en menant des recherches interdisciplinaires avec des géologues et différentes méthodes ont été proposées.

Dans ce chapitre, nous présenterons les techniques utilisées par notre équipe (Muséum d'histoire naturelle de la Ville de Genève et Institut de Géologie de l'Université de Berne) et les résultats de nos analyses.

Parmi les objets analysés, nous avons reconnu deux types de roches :

- des calcaires de provenance locale (Jura),
- des marbres blancs importés d'Italie, de Grèce et de Turquie.

Les techniques mises en œuvre pour leur identification furent différentes suivant le type de roche.

1. Les calcaires de provenance locale (Jura)

Un calcaire est une roche sédimentaire le plus souvent marine et essentiellement composée de calcite (CaCO_3). Ce type de roche résulte dans la majorité des cas de l'accumulation de squelettes et de coquilles calcaires de tailles et de natures diverses (de ce qui est visible à l'œil nu à ce qui est seulement observable au microscope électronique). Une petite partie (par exemple le ciment qui lie les éléments), ou parfois la totalité, est issue de précipitation chimique ou biochimique.

Un calcaire se dépose en premier lieu sous forme de masse boueuse et sa transformation en roche solide conserve une grande partie des caractères originels. Ainsi, grâce à l'étude du faciès paléontologique et sédimentologique au microscope polarisant, on obtient de nombreux renseignements sur l'âge, le milieu de dépôt, etc. Ces données permettent d'avancer une hypothèse d'une assez grande fiabilité sur le lieu de provenance.

L'étude d'un calcaire au microscope polarisant nécessite la confection d'une lame mince (une fine pellicule de roche de 1/300 mm d'épaisseur placée entre un porte-objet et une lamelle en verre) et donc un prélèvement sur la sculpture. L'échantillon, dont la taille a naturellement été restreinte au

minimum (en général moins de 1 cm²), a été pris en commun accord avec les archéologues à un emplacement qui n'endommageait pas l'objet.

Tous les échantillons prélevés ont montré un microfaciès (image du calcaire au microscope) similaire (fig. 8-14). Il s'agit de calcaires fins avec dans la majorité des cas des débris de tests de mollusques et de microfossiles. Les caractéristiques de ces roches nous permettent de dire, avec un degré de certitude important, que ce matériel provient des calcaires urgoniens d'âge crétacé inférieur (environ 115 millions d'années, dernière partie de l'ère mésozoïque ou secondaire) qui affleurent largement dans le Jura. La découverte d'une carrière antique sur la rive septentrionale du lac de Neuchâtel (Schardt, 1910) confirme leur exploitation à l'époque romaine.

2. Les marbres blancs importés d'Italie, de Grèce et de Turquie

Au sens étymologique, marbre vient du latin «*marmor*» lui-même hérité du grec «*marmaros*» qui signifie brillant et comme les romains, le plus souvent, nous utilisons ce terme pour désigner toutes les roches susceptibles d'avoir un beau poli.

Du point de vue géologique et archéologique, le marbre a une définition plus restreinte. Il s'applique uniquement à un calcaire (CaCO_3) ou à une dolomie ($(\text{Ca}, \text{Mg})(\text{CO}_3)_2$) transformés en roches métamorphiques. Cela implique que la roche originelle a subi des transformations importantes (modification de la composition et de la structure initiales) à la suite d'une élévation de température et de pression.

Les calcaires ou dolomies originellement impurs (présence de minéraux autres que la calcite ou la dolomite en quantité importante) donnent des marbres variés et colorés plus ou moins facilement identifiables. Ce n'est pas le cas pour les marbres blancs qui présentent un aspect uniforme: suite aux modifications subies lors du métamorphisme, les structures sédimentaires originelles et les fossiles ont pratiquement toujours disparu et on n'observe que des cristaux de calcite ou de dolomite. Les critères de différenciation objectifs font donc défaut.

Certes, au sein des marbres blancs, il existe des différences telles que la taille des grains ou la présence de minéraux accessoires (en très faible quantité) mais il est délicat de baser des déterminations sur ces seuls éléments car les variations de ces paramètres sont importantes au sein d'une même formation marmorisée.

Puisque ce sont des pierres calcaires, il est possible de mesurer les isotopes stables du carbone ($^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$) et de l'oxygène ($^{18}\text{O} / ^{16}\text{O}$). Les isotopes stables de ces deux éléments se présentent dans des proportions différentes selon le type de marbre. Certes, les différences sont minimales mais il est possible de les quantifier grâce à un spectromètre de masse de haute précision.

Un atome possède un noyau composé de protons et de neutrons autour duquel gravitent des électrons. Les protons sont en nombre équivalent aux électrons mais des atomes peuvent avoir un nombre différent de neutrons. Ainsi deux éléments de même numéro atomique se distinguent par leur masse et non par leurs propriétés chimiques, on parle d'isotopes. Par exemple, pour le carbone, les chiffres 12 et 13 représentent le poids atomique exprimé en grons (une unité qui correspond au poids d'un atome d'hydrogène).

Les isotopes stables possèdent un noyau qui ne subit aucune modification au cours du temps s'il n'y a pas d'apport d'énergie extérieur par bombardement ou irradiation par exemple. Les isotopes radioactifs ont un noyau instable qui se transforme spontanément en un autre noyau par émission d'un rayonnement ou d'une particule.

Le chiffre donné ne représente pas les valeurs des rapports isotopiques mais leurs écarts entre ces valeurs et un standard. Pour l'oxygène et le carbone, le standard est un rostre de bélémnite (PDB).

Cette méthode, utilisée depuis une trentaine d'années, a l'avantage de requérir peu de matériel: 5 mg de poudre au maximum. Elle s'est révélée assez satisfaisante tant que la quantité d'échantillons analysés était relativement peu importante. Avec la multiplication des investigations faites sur un nombre de gisements et d'échantillons toujours plus grand, il ressort que les différentes aires isotopiques montrent des zones de recouvrements considérables.

Il a donc fallu rechercher une technique supplémentaire pour ajouter un nouveau critère de différenciation. L'étude avec un microscope de cathodoluminescence s'est révélée particulièrement performante (Barbin *et al.*, 1989).

La cathodoluminescence est l'émission de lumière après excitation des centres luminogènes d'un objet (dans le cas présent, un marbre) par un faisceau d'électrons. Ce phénomène bien connu des physiciens est utilisé notamment dans les tubes cathodiques des téléviseurs. L'image de la roche obtenue de cette manière est appelée cathodomicrofaciès.

Pour cette analyse, nous avons utilisé un microscope de cathodoluminescence particulièrement performant mis au point à l'Institut de Géologie de l'Université de Berne (Ramseyer *et al.*, 1989). Ce prototype présente des avantages importants si nous le comparons à un appareil du commerce. Les modifications apportées permettent en effet de détecter des luminescences d'intensité très faible. Les plaques minces (1/300 mm) sont finement polies et couvertes d'un film d'aluminium conducteur et transparent qui augmente l'intensité de la luminescence en raison d'un effet de miroir et de contre charge de la surface de l'échantillon. La cathode chaude permet d'obtenir un courant stable et facile à régler. La tension du faisceau électronique appliquée est de 30 keV et la densité de 0,4 A/mm². La reproductibilité de la cathodoluminescence sur film photographique (Ektachrome 400 exposé à 800 ASA) est possible car la luminescence ne varie pas durant l'observation.

Si cette méthode s'est montrée très efficace, c'est notamment dû au fait que l'on travaille sur la roche entière. Le respect de la structure de la roche peut mettre en évidence de subtiles différences. Puisque les sédiments originels des marbres blancs diffèrent sur de nombreux points (composition, milieu de dépôt, âge, ancienne situation géographique et histoire géologique), il est logique de penser que chaque marbre a gardé, malgré son homogénéisation apparente lors du métamorphisme, une certaine identité. Les autres techniques exigent de la poudre, cela signifie que l'on homogénéise par exemple des variations chimiques et on ne distinguera pas deux marbres ayant le même bilan chimique même si la distribution des éléments est différente. Par contre ces nuances seront marquées par la répartition et l'intensité des couleurs du cathodomicrofaciès.

Tout comme pour les pièces en calcaire, un petit prélèvement a été effectué sur la sculpture pour confectionner une lame mince qui a été observée avec le microscope de cathodoluminescence. Le cathodomicrofaciès obtenu a été comparé à ceux de notre banque de données qui comporte plus de mille échantillons provenant essentiellement des carrières antiques et modernes de tout le pourtour méditerranéen au sens large (Barbin *et al.*, 1992).

Comme dans le cas des calcaires, la lame mince réalisée pour l'examen en cathodoluminescence a également été observée au microscope polarisant afin d'étudier la structure et la taille des grains.

Particularités des marbres identifiés

Le marbre de Carrare (Italie), un marbre calcique, a une texture homéoblastique, parfois légèrement hétéroblastique et des grains de petite taille (0,5 mm). Le cathodomicrofaciès est brun orange et homogène avec une intensité assez forte (fig. 17). Les valeurs isotopiques de ¹³C varient entre 1,7 et 2,4 ‰ et celles de ¹⁸O entre -1,4 et -2,2 ‰.

Le marbre de Paros (Grèce, Mer Egée), un marbre calcique, présente une texture hétéroblastique avec des grains d'assez grande taille (1,05 mm au maximum). Le cathodomicrofaciès est bleu rose de faible intensité et homogène (fig. 16). Les valeurs isotopiques sont pour ¹³C : 4,6 ‰ et pour ¹⁸O : - 2,6 ‰.

Le marbre d'Usak (Turquie), un marbre calcique, a une texture hétéroblastique avec des grains qui atteignent des dimensions supérieures à 1mm. Le cathodomicrofaciès est hétérogène avec des cristaux porphyroblastiques isolés qui montrent une luminescence sombre au sein d'une matrice avec une luminescence orangé marron de forte intensité (fig. 15). Les valeurs isotopiques sont pour ¹³C: 2 ‰ et pour ¹⁸O: - 2,7 ‰.

Remerciements

Nous remercions vivement Heidi Haas (Institut für Geologie, Universität Bern) qui a effectué les analyses des isotopes stables du carbone et de l'oxygène et Pierre-Alain Proz (Muséum d'histoire naturelle, Ville de Genève) qui a participé aux prélèvements et qui a confectionné les lames minces.

Références bibliographiques

- Barbin, V., K. Ramseyer, D. Decrouez & R. Herb. (1989). Marbres blancs : caractérisation par cathodoluminescence. C. R. Acad. Sci. Paris, t. 308, série II, p. 861-866.
- Barbin, V., K. Ramseyer, D. Decrouez, S.J. Burns, J. Chamay & J.L. Maier. (1992). Cathodoluminescence of white marbles: an overview. Archaeometry, vol. 34, No 2 , p. 175-183.
- Ramseyer, K., J. Fischer, A. Matter, P. Eberhardt & J. Geiss. (1989). A cathodoluminescence microscope for low intensity luminescence. Journal Sedimentary Petrology, vol. 59, p. 619-622.
- Schardt, H. (1910). Sur une carrière romaine à la Lance près de Vaumarcus. Bull. Soc. neuch. Sciences nat., vol. 37, p. 424-429.
- Auteurs**
- Danielle Decrouez
Muséum d'histoire naturelle de la Ville de Genève, 1, route de Malagnou, CP 6434, CH-1211 Genève 6, Suisse
et Karl Ramseyer
Institut für Geologie, Universität Bern, Baltzerstrasse 1-3, CH-3012 Bern, Schweiz

Liste des échantillons

En **gras** cat. n°^{os}, fig. et planches, en *italique* n° d'échantillon

A Calcaire

7 (98-64) Tête d'une déesse (Diane?) pl. 6

Calcaire

Biopelmicrite à biopelmsparite

Les pellets sont le plus souvent des microfossiles ou des débris de fossiles micritisés.

Foraminifères

Origine: locale

Vraisemblablement un calcaire urgonien

Datation: 1^{ère} moitié du 2^{ème} s. ap. J.-C.

15 (98-61) Gargouille en forme de tête de lion

fig. 9, pl. 15

Calcaire

Biopelmicrite à biopelmsparite

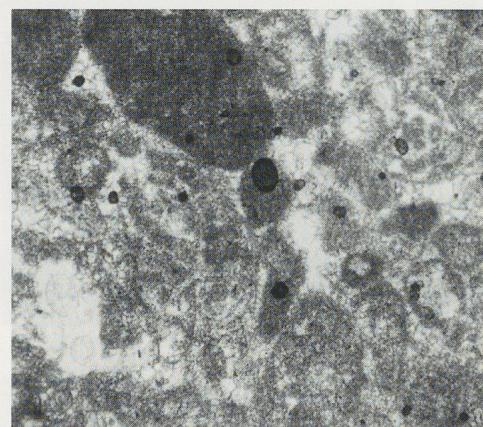
Foraminifères (Miliolidés, Trocholines, etc.)

Débris de tests de mollusques et d'échinodermes

Origine: locale

Vraisemblablement un calcaire urgonien

Datation: 1^{er} – 3^{ème} s. ap. J.-C.



13 (2001-63) Tête imberbe d'un dieu ou d'un homme fig. 8, pl. 14

Calcaire

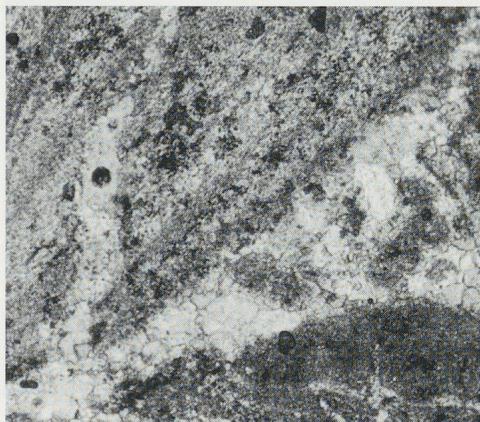
Biomicrosparite (avec beaucoup de recristallisation)

Débris de tests

Origine: locale

Vraisemblablement un calcaire urgonien

Datation: 1^{er} s. av. J.-C.



16 (98-63) Bloc d'entablement avec masque de Jupiter Ammon pl. 18-19

Calcaire

Biopelmicrite à biopelmsparite

Origine: locale

Vraisemblablement un calcaire urgonien

Datation: 3^{ème} quart du 1^{er} s. ap. J.-C.

17 (98-53) Tête plus grande que nature d'un dieu barbu (Neptune ou Hercule), appartenant à un haut-relief pl. 20

Calcaire

Biomicrite à biosparite

Les débris fossilifères (Foraminifères et débris de tests) sont micritisés et non identifiables.

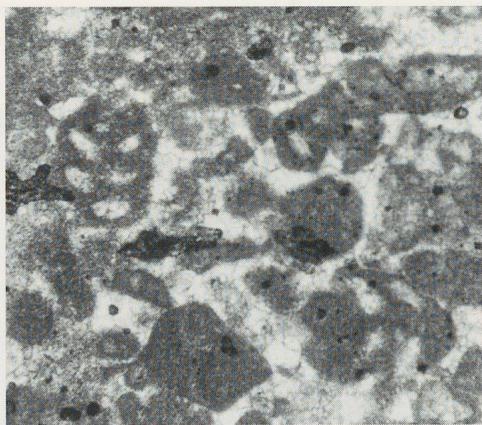
Origine: locale

Vraisemblablement un calcaire urgonien

Datation: entre 150 et 160 ap. J.-C.

18 (98-66) Ex-voto d'Ocellio au dieu Mercure
fig. 10, pl. 21

Calcaire
Biopelsparite
Pellets
Foraminifères (Miliolidés, etc.)
Débris de tests de mollusques
Origine: locale
Vraisemblablement un calcaire urgonien
Datation: 1^{er} – 3^{ème} s. ap. J.-C.



22 (98-43) Fragment de frise de procession avec deux têtes d'homme
pl. 26

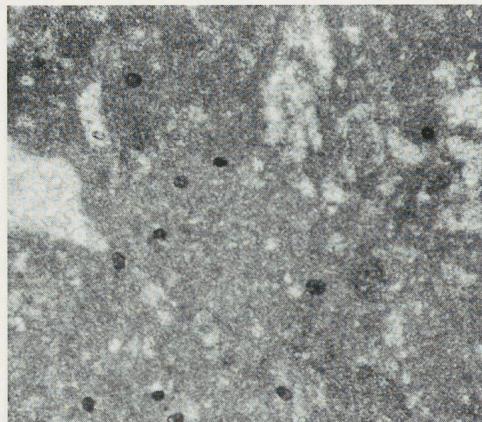
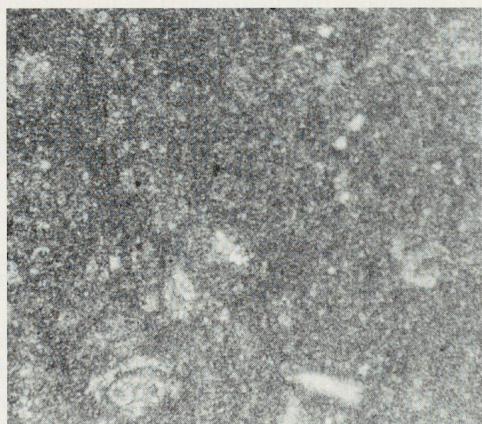
Calcaire
Biopelmicrite à biopelmicrosparite
Débris de tests de mollusques
Foraminifères non identifiables car micritisés ou recristallisés
Les pellets sont le plus souvent des microfossiles ou des débris de fossiles micritisés.
Origine: locale
Vraisemblablement un calcaire urgonien
Datation: 2^{ème} quart du 1^{er} s. ap. J.-C.

23 (98-65) Fragment de frise de procession avec la tête d'un prêtre du culte impérial(?)
fig. 12, pl. 27

Calcaire
Biomicrite
Débris de tests de mollusques
Foraminifères
Ostracodes
Origine: locale
Vraisemblablement un calcaire urgonien
Datation: 2^{ème} quart du 1^{er} s. ap. J.-C.

20 (98-48) Haut-relief représentant Diane, grandeur nature, provenant d'un monument votif
fig. 11, pl. 24-25

Calcaire
Biomicrite
Débris de tests de mollusques
Foraminifères
Ostracodes
Origine: locale
Vraisemblablement un calcaire urgonien
Datation: 3^{ème} quart du 2^{er} s. ap. J.-C.



24 (98-60) Fragment de frise de procession avec homme enveloppé dans un manteau (compromis entre la toge et le manteau à capuche gaulois)
pl. 28-29

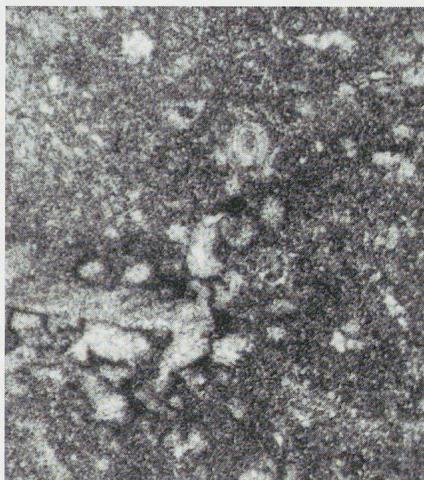
Calcaire
Biomicrite à biomicrosparite (avec recristallisation)
Débris de tests de mollusques
Foraminifères
Origine: locale
Vraisemblablement un calcaire urgonien
Datation: 2^{ème} quart du 1^{er} s. ap. J.-C.

25 (98-54) Masque de théâtre colossal représentant une héroïne tragique et faisant partie d'un relief architectonique pl. 30-31

Calcaire
Biopelmicrite à biopelmicrosparite (avec recristallisation)
Les débris fossilifères sont micritisés.
Origine: locale
Vraisemblablement un calcaire urgonien
Datation: 2^{ème} quart du 1^{er} s. ap. J.-C.

26 (98-44) Bord d'un médaillon portant un décor végétal et géométrique fig. 13, pl. 32

Calcaire
Biomicrite
Bacinella irregularis Radoicic
Débris de tests de mollusques
Origine: locale
Vraisemblablement un calcaire urgonien
Datation: 3^{ème} quart du 1^{er} s. ap. J.-C.



Cf. 28a-b (98-67) Fragment d'entablement avec frise à rinceaux, Mus., Inv. No 2539 cf. pl. 34-35

Calcaire
Biopelmicrite à biopelmicrosparite
Les pellets sont le plus souvent des microfossiles ou des débris de fossiles micritisés.
Foraminifères (Miliolidés, Trocholines, etc.)
Origine: locale
Vraisemblablement un calcaire urgonien
Datation: 2^{ème} quart du 1^{er} s. ap. J.-C.

29b (2001-64) Fragment de frise de bucranes et guirlandes pl. 37

Calcaire
Biomicrite à biosparite
Foraminifères (Orbitolinidés, Miliolidés, etc.)
Débris de tests
Quelques pellets
Origine: locale
Vraisemblablement un calcaire urgonien
Datation: 2^{ème} quart – milieu du 1^{er} s. ap. J.-C.

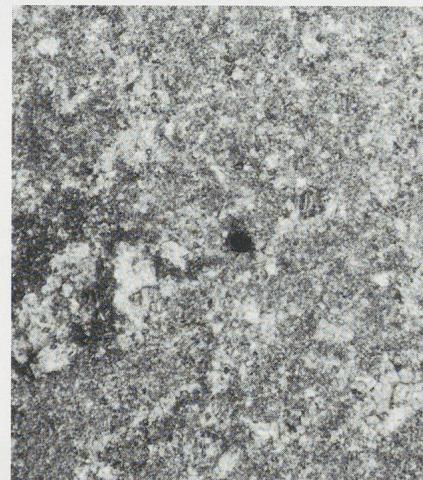
30 (----) Tête de cheval provenant d'un autel(?) orné d'une frise de cavaliers pl. 38

Il s'agit de toute évidence d'un calcaire urgonien. Sur la surface, on observe des sections de bivalves typiques des faciès urgoniens.

Origine: locale
Vraisemblablement un calcaire urgonien
Datation: 2^{ème} quart – milieu du 1^{er} s. ap. J.-C.

31 (98-94) Fragment de frise représentant un animal fantastique fig. 14, pl. 38

Calcaire
Biomicrite
Origine : locale
Datation: 1^{er} – 3^{ème} s. ap. J.-C.



B Marbre

1 (98-59) Double hermès avec les têtes de Bacchus et d'Ariane pl. 1

Marbre calcitique
 Texture homéoblastique
 MGS (dimension maximale des grains en millimètres) : 0,70 mm
 $\delta^{13}\text{C}$: 1,94
 $\delta^{18}\text{O}$: - 1,58
 Cathodomicrofaciès brun orange homogène et de forte intensité
Origine probable: Carrare
Datation: Milieu – 3^{ème} quart du 1^{er} s. ap. J.-C.

5-6 (98-41-42) Deux appuis de statuettes faisant partie de représentations d'Hercule(?) pl. 5

5 (98-41)
 Marbre calcitique
 Texture légèrement hétéroblastique
 MGS : 0,70 mm
 $\delta^{13}\text{C}$: 1,91
 $\delta^{18}\text{O}$: - 1,46
 Cathodomicrofaciès brun orange homogène et de forte intensité
Origine probable: Carrare
Datation: 2^{ème} quart du 1^{er} s. ap. J.-C.

3 (98-40) Torse de Silène (?) plus petit que grandeur nature pl. 3

Marbre calcitique
 Texture homéoblastique
 MGS : 0,70 mm
 $\delta^{13}\text{C}$: 2,04
 $\delta^{18}\text{O}$: - 1,90
 Cathodomicrofaciès brun orange homogène et de forte intensité
Origine probable: Carrare
Datation: 2^{ème} quart du 1^{er} s. ap. J.-C.

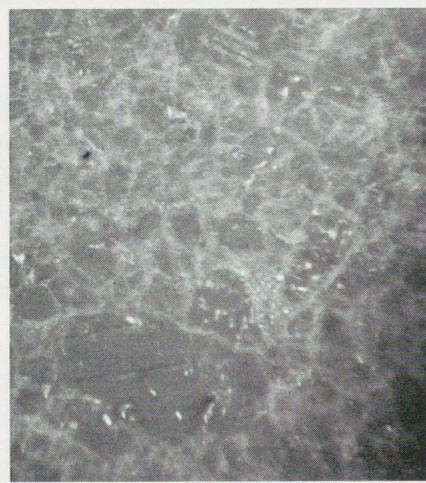
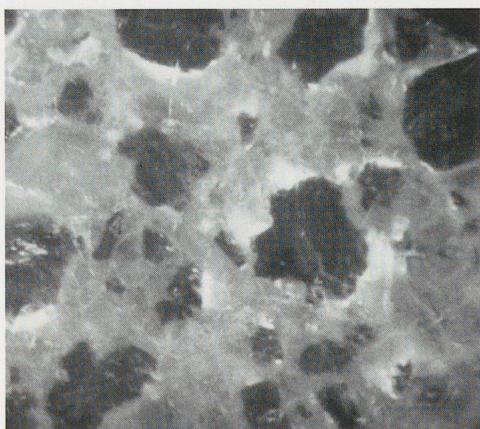
6 (98-42)
 Marbre calcitique
 Texture légèrement hétéroblastique
 MGS : 0,93 mm
 $\delta^{13}\text{C}$: 1,93
 $\delta^{18}\text{O}$: - 1,38
 Cathodomicrofaciès brun orange homogène et de forte intensité
Origine probable: Carrare
Datation: 2^{ème} quart du 1^{er} s. ap. J.-C.

4 (98-55) Partie supérieure d'une statue d'enfant fig. 15, pl. 4

Marbre calcitique
 Texture hétéroblastique
 MGS : 1,40 mm
 $\delta^{13}\text{C}$: 2,03
 $\delta^{18}\text{O}$: -2,66
 Cathodomicrofaciès hétérogène. Présence de cristaux porphyroblastiques isolés qui montrent une luminescence sombre noyés dans un fond dont la cathodoluminescence est orangé marron et de forte intensité.
Origine probable: Usak (Turquie)
Datation: Entre 130 et 140 ap. J.-C.

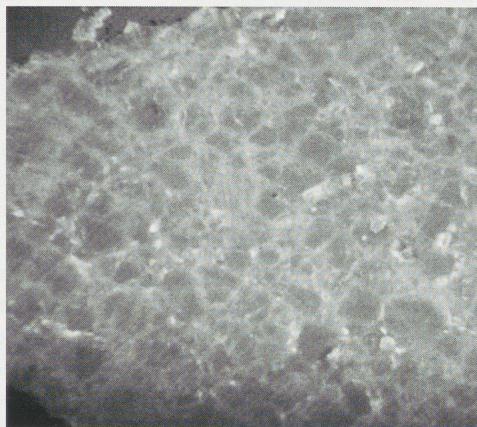
8 (98-58) Tête d'athlète, presque grandeur nature fig. 16, pl. 7

Marbre calcitique
 Texture hétéroblastique
 MGS : 1,05 mm
 $\delta^{13}\text{C}$: 4,61
 $\delta^{18}\text{O}$: -2,58
 Cahodomicrofaciès bleu rose homogène et de faible intensité
Origine probable: Paros-Stefani (= Paros Lychnites)
Datation: 2^{ème} quart du 1^{er} s. ap. J.-C.



9 (98-37) Homme en toge, légèrement plus petit que grandeur nature fig. 17, pl. 8-10

Marbre calcitique
Texture homéoblastique
MGS : 0,51 mm
 $\delta^{13}\text{C}$: 2,40
 $\delta^{18}\text{O}$: - 1,63
Cathodomicrofaciès brun orange homogène et d'intensité moyenne à forte
Origine probable: Carrare
Datation: Fin du 1^{er} s. av. J.-C./début du 1^{er} s. ap. J.-C.



12 (98-39) Fragment de draperie provenant de la statue, plus grande que nature, d'une femme appartenant à la dynastie julio-claudienne pl. 13

Marbre calcitique
Texture légèrement hétéroblastique
MGS : 0,58 mm
 $\delta^{13}\text{C}$: 1,75
 $\delta^{18}\text{O}$: - 1,47
Cathodomicrofaciès brun orange homogène et de forte intensité
Origine probable: Carrare
Datation: 2^{ème} quart du 1^{er} s. ap. J.-C.

14 (98-57) Serpent entourant le corps d'une chèvre pl. 16-17

Marbre calcitique
Texture légèrement hétéroblastique
On distingue 2 tailles de grains.
MGS pour les plus petits : 0,23 mm
MGS pour les plus grands : 0,47 mm
 $\delta^{13}\text{C}$: 1,75
 $\delta^{18}\text{O}$: - 1,68
Cathodomicrofaciès brun orange homogène et d'intensité moyenne
Origine probable: Carrare
Datation: Milieu du 1^{er} s. ap. J.-C.

10 (98-56) Portrait de femme inachevé, grandeur nature pl. 11

Marbre calcitique
Texture légèrement hétéroblastique
On distingue 2 tailles de grains.
MGS pour les plus petits : 0,23 mm
MGS pour les plus grands : 0,47 mm
 $\delta^{13}\text{C}$: 2,04
 $\delta^{18}\text{O}$: - 2,16
Cathodomicrofaciès brun orange homogène et de forte intensité
Origine probable: Carrare
Datation: Vers 180. ap. J.-C.

11 (98-38) Fragment de botte provenant de la statue, plus grande que nature, d'un homme appartenant à la dynastie julio-claudienne pl. 12

Marbre calcitique
Texture homéoblastique
MGS : 0,58 mm
 $\delta^{13}\text{C}$: 2,18
 $\delta^{18}\text{O}$: - 1,80
Cathodomicrofaciès brun orange homogène et de forte intensité
Origine probable: Carrare
Datation: 2^{ème} quart du 1^{er} s. ap. J.-C.

Zusammenfassung

Die petrografischen Untersuchungen der figürlichen Plastik von Nyon (*Colonia Iulia Equestris*) liefern wichtige Hinweise zu den Steinbrüchen, aus denen das verwendete Ge steinsmaterial stammt, sowie zum Teil auch Angaben hinsichtlich Herkunft und Werkstätten.

Durch die Untersuchungen des Muséum d'Histoire Naturelle in Genf und des Geologischen Instituts der Universität Bern lassen sich zwei Gesteinstypen feststellen:

1. Kalksteinsorten regionaler Herkunft (Jura, meist Thoiry /Dép. Ain) für die lokale bzw. regionale Produktion;
2. Weisse, aus Italien, Griechenland und der Türkei importierte Marmore, fast ausschliesslich bei den Importstücken.

Ein *Kalkstein* ist ein sedimentäres, im Meer gebildetes kalzitisches Gestein, (CaCO_3), bestehend aus Kalkstein und verschiedenen Organismenhartteilen (Muschelschalen, Schneckengehäuse, Mikrofossilien u.a.). Untersucht wurden die max. 1 cm grossen Gesteinsproben als Dünnschliffe von 1/300 mm Dicke. Alle in Nyon verwendeten Kalksteine (s. Liste A) zeigen eine ähnliche Mikrofazies (mikroskopische Ansicht des Kalksteins), die eines feinkörnigen Kalksteins mit Resten von Muscheln und Mikrofossilien. Nach der Zusammensetzung handelt es sich dabei wohl um einen *Urgonien*-Kalk der unteren Kreidezeit (vor ca. 115 Mio Jahren) aus dem älteren Juragebiet.

Ein *Marmor* ist ein metamorpher Kalkstein oder Dolomit, der bei hohen Temperaturen und Drucken durch Umwandlung aus einem kalkigen oder dolomitischen

Sedimentgestein entstanden ist. Im Gegensatz zu farbigen Marmoren ist die Unterscheidung der weissen mit gleichartigem Aussehen schwierig. Durch die Metamorphose sind alle sedimentären Strukturen und Fossilien zerstört, zu erkennen sind nur noch Kalzit- und Dolomitkristalle.

Zur Unterscheidung der weissen Marmore (s. Liste B) werden drei Methoden angewendet:

- a) Stabile Kohlenstoff- und Sauerstoffisotopen
- b) Kathodenlumineszenz
- c) Polarisationsmikroskop.
- a) Da es sich um einen Kalkstein handelt, können die stabilen Kohlenstoff- ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) und Sauerstoffisotopen ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) mit dem Massenspektrometer quantifiziert werden (5 mg genügen). Sie treten – je nach der Marmorsorte – in leicht unterschiedlichen Verhältnissen auf.
- b) Die Kathodenlumineszenz ist die Aussendung von Licht nach Anregung der luminogenen Zentren einer Substanz durch beschleunigte Elektronen. Die Kathodomikrofazies ist die durch diese Methode erzeugte Ansicht. Wie beim Kalkstein wird ein Dünnschliff unter dem Kathodenlumineszenz-Mikroskop untersucht.
- c) Die Dünnschliffe können, wie bei den Kalksteinen, auch mit dem Polarisationsmikroskop untersucht werden.

Als Anhang zum petrografischen Beitrag findet der Leser zwei *Listen* der genommenen Gesteinsproben mit detaillierten Angaben. Insgesamt sind 27 Skulpturen zusammengestellt (Liste A mit Kalksteinskulpturen, B mit Marmorskulpturen, jeweils geordnet nach Kat. Nrn.).

Martin Bossert