

Année 2003

Diplôme d'Université de Gemmologie

présenté devant l'Université de Nantes  
U.F.R des Sciences et des Techniques par

Mme Blanca Mocquet

Détermination de la nature pétrographique d'objets archéologiques du  
Musée Dobrée de Nantes

Soutenu publiquement le 10 Juin 2003 au Département des Sciences de la Vie et de la Terre  
devant la commission d'examen composée de :

M. B. Lasnier	Professeur	Président
M. E. Fritsch	Professeur	Vice-Président
M. J. P. Gauthier	Professeur	Examineur
M. J. Girardeau	Professeur	Examineur
M. S. Lefrant	Professeur	Examineur
M. Ph. Maitrallet	Laboratoire Français de Gemmologie C.C.I Paris	Examineur
M. F. Notari	GemTechLab	Examineur
Mme M. H. Santrot	Conservateur du Musée Dobrée	Invitée



## Remerciements

Ce travail a vu le jour grâce à l'aide et à la confiance accordées par un grand nombre de personnes :

En premier lieu, je voudrais remercier les conservateurs du Musée Dobrée, M. et Mme Santrot, qui m'ont permis d'étudier des pièces d'une grande valeur archéologique et qui ont mis à ma disposition les archives et le fond bibliographique du musée.

Un grand merci aux professeurs Bernard Lasnier et Emmanuel Fritsch, pour leurs conseils, discussions et disponibilité,

à M. Alain Cossard qui a mis beaucoup de temps et de patience pour la réalisation des belles photographies des pièces qui figurent dans ce mémoire,

à M. Alain Barreau pour toutes les séances passées au MEB,

à M. Mevellec, toujours présent lors de mes interminables « apprentissages » avec l'infrarouge,

à Mme Deudon pour ses analyses en diffraction RX,

à M. Patrick Launeau pour ses nombreux conseils et aides sur les logiciels informatiques,

à M. Bossière pour l'orientation sur l'étude des objets de musée,

à M. Cornen pour ses conseils et discussions sur la pétrographie des roches.

Je tiens à remercier particulièrement M. Lulzac, qui a été très présent tout au long de ce travail avec ses conseils et ses discussions toujours très constructives.

Nombreuses sont les personnes du Laboratoire de Planétologie et Géodynamique de l'Université de Nantes, avec lesquelles j'ai pu discuter de mon travail, à toutes merci.

## Sommaire

I- Introduction	4
II- Présentation de la collection	5
III- Méthodologie et traitement des données	7
IV- Pièces néolithiques ou d'époque inconnue	13
4a- N° 56.1258	14
4b- N° 56.2060	15
4c- N° 863.12.2	16
4d- N° 882.1.404	17
4e- N° 887.6.1	17
4f- N° 884.3.1	18
4g- N° 993.4.1236	19
V- Pièces méso-américaines	20
5a- Culture Mezcala (Mexico)	22
N° 56.3450	23
N° 570.3451	24
5b- Civilisation Teotihuacan (Mexico)	25
N° 20a	26
N° 20b	26
N° 20c	26
5c- Civilisation aztèque (Mexico)	27
N° 56.3449	28
N° 570.404	29
N° 856.36.1	30
5d- Culture Guanacaste et Nicoya (Costa Rica)	32
N° 22	34
N° 53	35
N° 54	36
VI- Pièces sud-américaines	37
6a- Culture andine	39
N° 21	39
N° 850.16.31	40
6b- Culture brésilienne (Trombetas)	41
N° 886.6.1	42
N° 887.13.2	43
VII- Bijoux	44
7a- N° 882.1.456	44
7b- N° 882.1.469	46
VIII- Discussion	47
IX- Conclusion	48
<i>Références bibliographiques</i>	49
<i>Liste des figures</i>	52
<i>Annexe I</i>	



## I- Introduction

Les musées nationaux disposent d'un nombre important de pièces d'une valeur archéologique inestimable ; si elles sont la plupart du temps bien étudiées du point de vue de leur histoire, les matériaux qui les composent sont souvent moins bien connus. Ce manque de connaissance est souvent dû à la difficulté d'accès aux techniques fines de laboratoire, souvent coûteuses et qui ne sont souvent pas disponibles. Le caractère multidisciplinaire de ce genre d'étude augmente sa difficulté.

Deux facteurs importants ont permis que le travail présenté ici puisse se dérouler dans de bonnes conditions : la possibilité de sortir des pièces archéologiques du Musée Dobrée de Nantes et la possibilité de les étudier à l'Institut des Matériaux Jean Rouxel de Nantes, site où existe un nombre important d'appareils conçus pour l'étude des matériaux. La matière première étant très ancienne et parfois fragile, il a fallu adapter les techniques de travail à la spécificité des pièces. Celles-ci étaient de trois types : des roches, deux bagues comportant chacune une gemme et des pièces variées à composition principalement métallique. Pour les deux derniers groupes, les techniques non destructives de caractérisation étaient connues et facilement utilisables : sonde Raman et Microscope Electronique à Balayage (MEB). Par contre, une étude classique des roches, à partir de lames minces ou d'échantillons broyés, n'était pas possible sur les pièces archéologiques. Il a donc fallu tester différentes méthodes de travail - MEB, sonde Raman, mesure de la densité – pour arriver à mettre au point une technique non destructive et facilement utilisable pour des objets de musée : l'infrarouge en réflectance spéculaire avec un accessoire qui s'est révélé particulièrement efficace et commode.

Cette méthode a été utilisée quasi-exclusivement lors de la caractérisation du dernier lot de pièces qui a été sorti du musée. C'est une technique généralement peu utilisée en archéologie, mais l'étude présentée ici montre qu'elle permet de caractériser un grand nombre de pièces si l'on dispose des échantillons étalons correspondants. Une partie du travail a donc consisté à enrichir la banque de données constituée par *Ostroumov* en 1996.

La collection des objets étudiés sera d'abord présentée, puis les différentes techniques de travail utilisées. Les pièces seront finalement décrites sous forme de fiches individuelles. Chaque fiche contiendra une brève présentation sur l'origine et l'histoire de l'objet, les méthodes utilisées, les données obtenues et leur interprétation.

La géologie des roches-mères n'a pas pu être abordée ici du fait de la variété des pièces étudiées : huit du Centre du Mexique, deux de l'Ouest du Mexique, trois du Costa Rica, deux brésiliennes, deux péruviennes, deux d'Océanie et cinq pièces d'origines diverses, probablement européennes. Ajoutons à cela le problème que pose le commerce des marchandises auxquelles se livraient les civilisations anciennes.

Ce travail finira par une discussion générale de l'ensemble des données, des méthodes utilisées et de leurs limites, ainsi que par les perspectives possibles pour l'amélioration des techniques de caractérisation des pièces de musée.

## II- Présentation de la collection

Les pièces étudiées (49 au total) appartiennent toutes au Musée Dobrée de Nantes. La plupart d'entre elles proviennent de diverses donations de collectionneurs, tels Parteneau, l'Abbé Cullère, Mme Fourgheon-Salce, entre autres donateurs. Mis à part la collection Fourgheon-Salce rentrée au musée en 2000, les pièces appartenaient auparavant à la Société Archéologique de Loire Atlantique, qui en a fait don au Musée Départemental d'Archéologie de Nantes en 1860. Ce dernier deviendra en 1958 l'actuel musée Dobrée.

Les pièces ont été classées selon leur provenance géographique (fig. 1) et/ou selon leur époque d'origine. Le lecteur remarquera que, pour beaucoup d'entre elles, on ne connaît ni l'époque, ni la provenance géographique. Parfois, même le nom du donateur est inconnu.

Ainsi cinq grands groupes ont été distingués ; le premier correspond à des pièces soit d'époque néolithique, soit d'époque inconnue ; le second, plus important, est composé de pièces d'origine méso-américaine (du Mexique au Costa Rica) ; le troisième est composé de pièces sud-américaines, le quatrième contient deux bijoux d'un grand intérêt archéologique et le dernier groupe, présenté sous la forme d'un tableau synthétique (annexe I) contient des objets d'art variés dont le point commun est d'être tous de composition principalement métallique ; pour ce dernier groupe, seule la nature métallique a été identifiée sans rentrer dans le détail de leur provenance, origine ou époque. Voici la liste des pièces et leur description, conformément aux numéros d'inventaire du musée.

### 1. Pièces néolithiques ou d'origine inconnue

- N° 56.1258, hache néolithique
- N° 56.2060, hache
- N° 863.12.2, hache
- N° 882.1.404, pendeloque
- N° 887.6.1, pendeloque
- N° 884.3.1, grande hache de Nouvelle-Zélande
- N° 993.4.1236, fronde de Nouvelle Calédonie

### 2. Pièces méso-américaines

#### 2a- Culture Mezcala (Mexico)

- N° 56.3450, Guerrero
- N° 570.3451, Guerrero

#### 2b- Civilisation Teotihuacan (Mexico)

- N° 20a, pointe de lance
- N° 20b, pointe de lance
- N° 20c, couteau

#### 2c- Civilisation aztèque (Mexico)

- N° 56.3449, hache en forme de cœur
- N° 570.404, petit masque
- N° 856.361, masque

## 2d- Culture Guanacaste et Nicoya (Costa Rica)

- N° 22, petite masse d'arme
- N° 53, hache
- N° 54, hache

## 3. Pièces sud-américaines

### 3a- Culture andine

- N° 21, petite masse d'arme
- N° 850.16.31, récipient

### 3b- Culture brésilienne (Trombetas)

- N° 886.6.1, idole de pêche
- N° 887.13.2, idole de pêche

## 4. Bijoux

- N° 882.1.456, bague gallo-romaine
- N° 882.1.469, bague mérovingienne

5. Pièces archéologiques variées de composition métallique (25 au total) : présentées dans l'annexe 1.

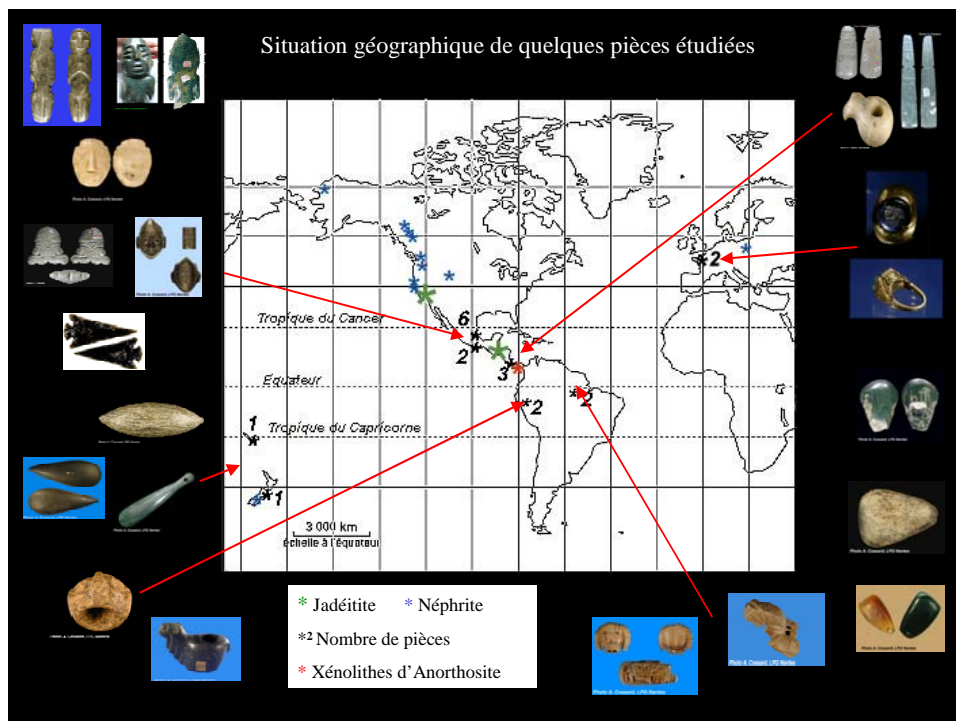


Fig. 1. Localisation géographique de quelques pièces étudiées.

### III- Méthodologie et traitement des données

Les méthodes et techniques de travail dont on dispose aujourd'hui pour l'étude des pièces de musée sont nombreuses. Elles vont des simples méthodes d'observation à la loupe ou à la binoculaire, à l'utilisation de techniques plus élaborées telles que le microscope électronique à balayage (MEB) ou la sonde Raman.

Pour l'étude présentée ici, les techniques et méthodes utilisées correspondent toutes aux appareils mis à disposition, soit au Laboratoire de Planétologie et Géodynamique de l'Université de Nantes, soit à l'Institut des Matériaux Jean Rouxel de Nantes.

#### Le microscope électronique à balayage (MEB)

Le microscope électronique à balayage est une technique de caractérisation des matériaux très utilisée aujourd'hui (p.e. *Chalain*, 1992). Il permet des analyses chimiques (qualitatives ou quantitatives) et de l'imagerie haute résolution (X 100.000). L'appareil utilisé est du type JSM-5800 LV, marque JEOL. Les analyses chimiques permettent de connaître les éléments constitutifs de chaque pièce et leurs proportions relatives.

Deux techniques de préparation des échantillons ont été employées :

- la première, très simple, a été utilisée pour les 24 pièces présentées dans l'annexe 1.

Pour ces échantillons de composition principalement métallique, un léger frottis des pièces sur une lame de verre dépoli, recouvert ultérieurement d'une fine pellicule de carbone, a été analysé quantitativement.

- le second type d'échantillons (20 au total), très délicat à obtenir, a été préparé en prélevant quelques particules micrométriques avec une pointe diamantée, et en les disposant sur une pastille carbonée. L'ensemble de la préparation a été métallisé avec une fine pellicule d'or ; ces préparations successives expliquent la présence d'or et carbone qui peut apparaître parfois dans les spectres et qui n'a rien à voir avec la composition de la pièce examinée. Seule une analyse qualitative de ces échantillons a été effectuée car il était impossible, au vu de la taille et de l'orientation aléatoire des particules, de procéder à une analyse quantitative sur des surfaces planes.

#### La spectrométrie Raman

C'est une méthode non destructive développée récemment pour l'étude des gemmes (*Lasnier*, 1992) et qui se fonde sur l'effet Raman. Technique de travail rapide et facilement utilisable, elle ne nécessite aucune préparation préalable des pièces. L'appareil, de type Bruker RFS100, a été utilisé dans les conditions suivantes :

-résolution : 4 cm<sup>-1</sup>

-nombre de scans : 100

-puissance laser : 300 mW

Les spectres obtenus ont été comparés avec le catalogue de données du laboratoire de l'Université de Nantes (seul le spectre correspondant à la pièce étudié est présenté).

Cette méthode a permis de caractériser :

- deux gemmes présentées dans le chapitre VII,

- six pièces dans le groupe des roches. L'application de cette technique aux autres échantillons de roches n'a pas donné de résultats exploitables.

### La méthode des densités

Cette méthode simple et rapide nécessite l'utilisation d'une balance du type Mettler (fig. 2). La densité (d) de la plupart des pièces a été ainsi obtenue (sauf quelques pièces trop grandes et/ou d'aspect poreux) en utilisant la formule suivante :

$$d = P1/(P1 - P2) \quad (1)$$

où P1 et P2 sont les poids respectifs de la pièce dans l'air et dans l'eau.

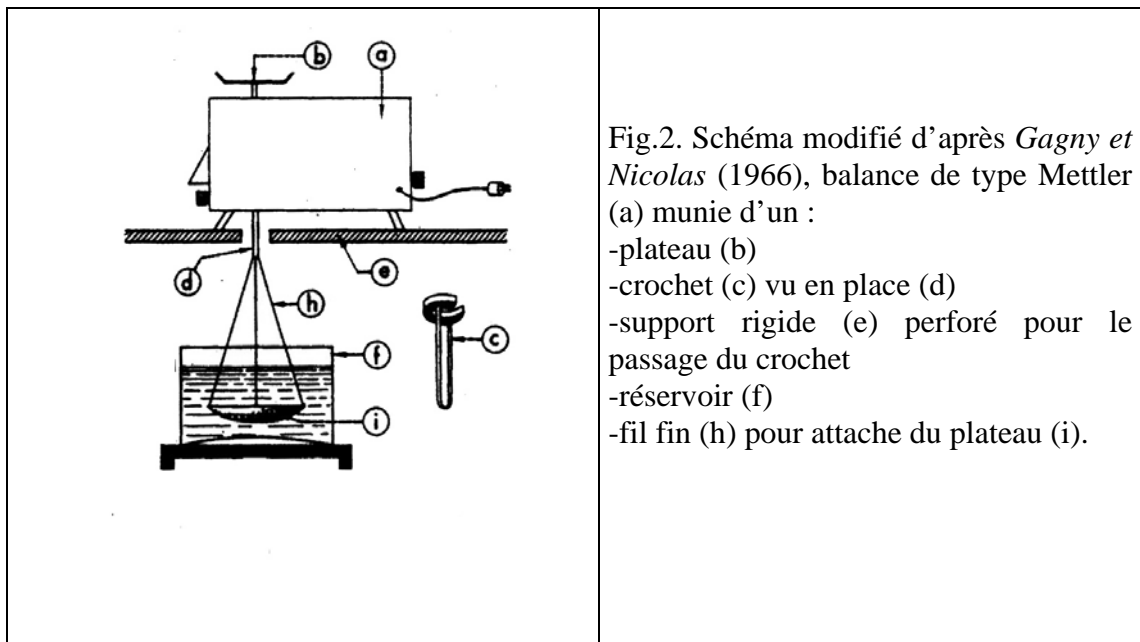
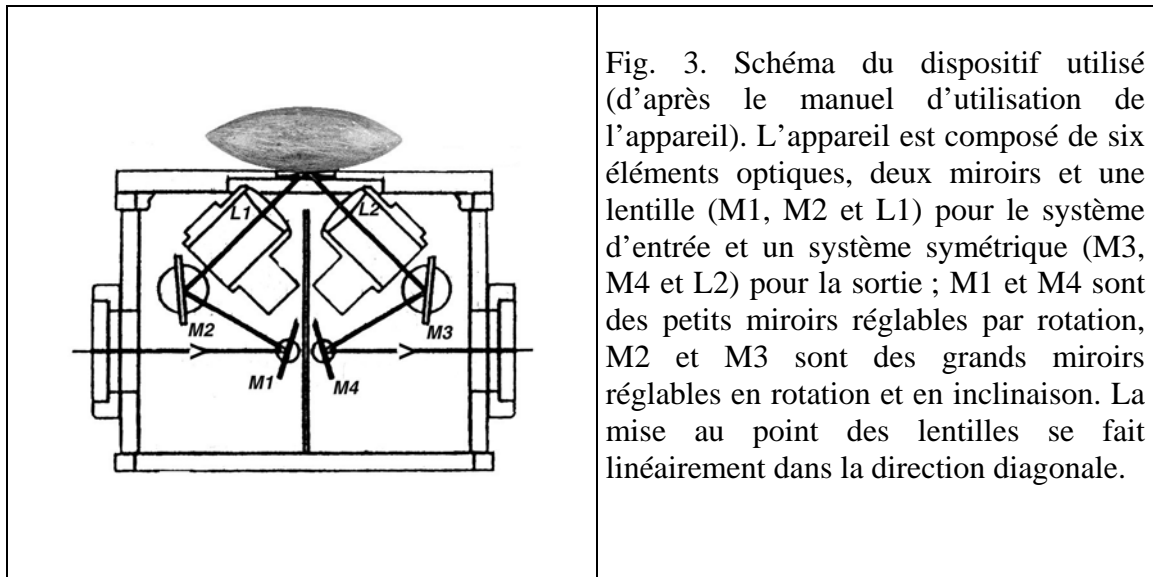


Fig.2. Schéma modifié d'après *Gagny et Nicolas* (1966), balance de type Mettler (a) munie d'un :  
-plateau (b)  
-crochet (c) vu en place (d)  
-support rigide (e) perforé pour le passage du crochet  
-réservoir (f)  
-fil fin (h) pour attache du plateau (i).

### L'infrarouge en réflectance spéculaire

Pour cette étude, le spectromètre infrarouge utilisé avait les caractéristiques suivantes :

- spectres obtenus par transformée de Fourier
- appareil de type Nicolet 20 SXC. Ce dernier est associé à un accessoire appelé ATR (Attenuated Total Reflectance) Diamant, dont seule une partie est utilisée ici. Celle-ci permet de travailler exclusivement en mode de réflectance spéculaire (fig. 3)
- détecteur MCT (Mercury Cadmium Telluride) très sensible, refroidi à l'azote liquide
- résolution :  $4 \text{ cm}^{-1}$
- taille de la zone étudiée :  $5 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$
- échantillons utilisés de deux types :
  - objets de musée sans préparation préalable
  - échantillons témoins bruts (parfois sciés).



Le domaine spectral enregistré va de 0 à  $7897\text{ cm}^{-1}$ , mais seulement la bande comprise entre  $400\text{ et }1400\text{ cm}^{-1}$  a été étudiée, car c'est dans cette zone que les spectres sont les moins bruités et ont des bandes caractéristiques du matériau étudié (fig. 4 a, b, c, d)

Cette méthode s'est avérée très efficace pour la détermination de la nature des pièces, grâce au travail de M. Mevellec, qui a associé une partie de l'accessoire ATR Diamant au spectromètre infrarouge.

Cette adaptation a permis :

- de disposer d'un plateau suffisamment large pour déposer, à plat et sans préparation particulière, des objets de dimensions importantes (figs. 5 et 6)
- d'obtenir des spectres ayant un bon rapport signal sur bruit pour seulement 100 scans en 1min 30 environ.



Figs. 5 et 6 L'infrarouge avec une partie de l'accessoire ATR Diamant utilisé pour la réflectance spéculaire (fig. 5) ; prise des données avec un masque aztèque (fig. 6)

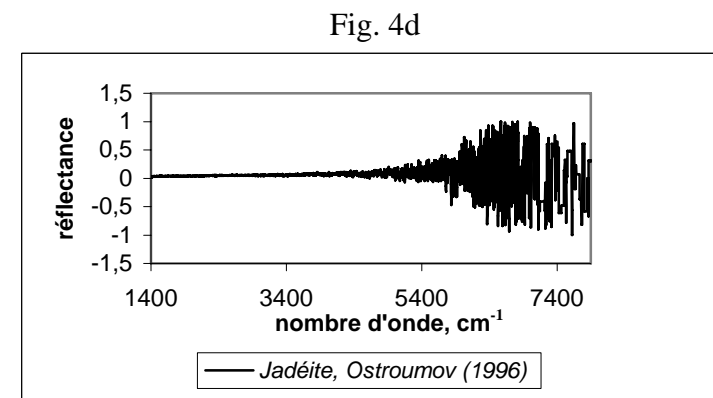
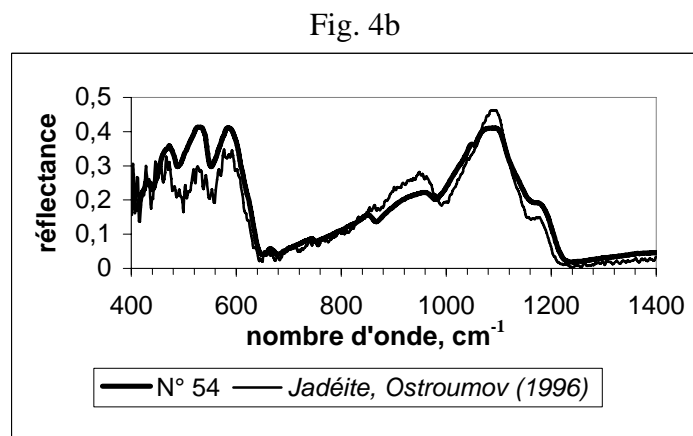
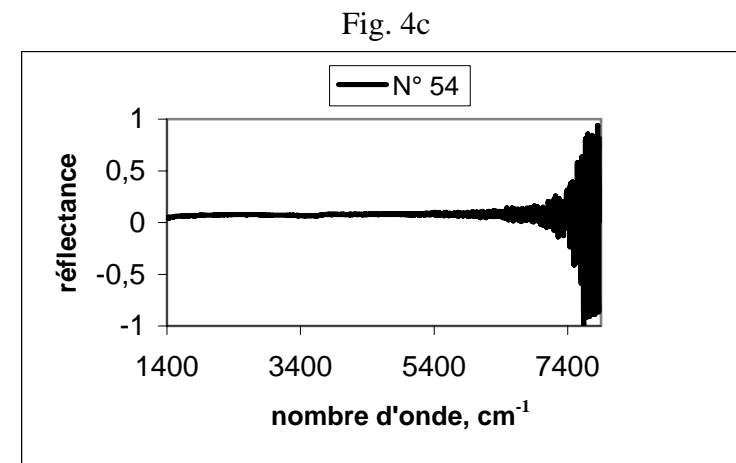
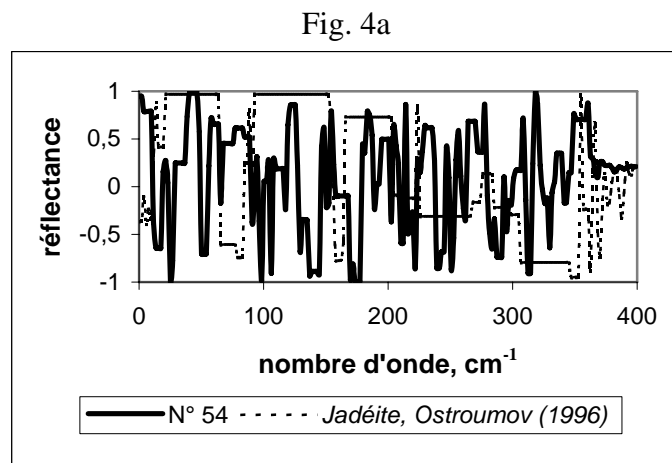


Fig. 4. Exemples de spectres obtenus par réflectance spéculaire pour différents nombres d'onde : a) entre 0 et 400  $\text{cm}^{-1}$  (partie de l'infrarouge lointain) avec un mauvais rapport signal sur bruit, b) entre 400 et 1400  $\text{cm}^{-1}$ , c) et d) entre 1400 et 7897  $\text{cm}^{-1}$ . Notez le faible niveau de bruit des spectres obtenus entre 400 et 1400  $\text{cm}^{-1}$  (fig. 4b).

Les spectres obtenus ont été comparés à la banque de données-étalons établie par *Ostroumov* (1996) pour les gemmes. Ces données-étalons, obtenues aussi par réflectance spéculaire mais avec un autre dispositif, demandaient des manipulations plus laborieuses sur des échantillons plus limités en dimensions. Les rapports signal/bruit des ces derniers étaient moins bons (fig. 7).

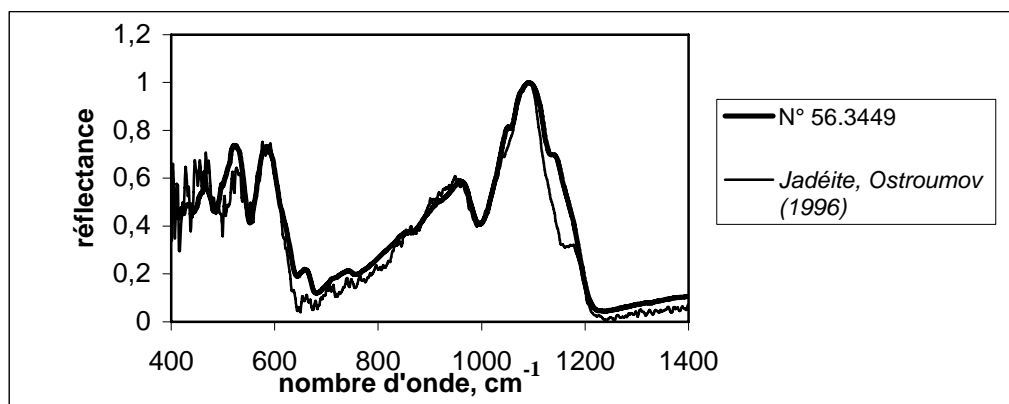


fig. 7. Spectres obtenus par réflectance : avec le nouveau dispositif (N° 56.3449, pièce du musée) et étalon *Ostroumov*.

Il a donc fallu se procurer quelques minéraux (18 échantillons à l'état brut, fournis par M. Lasnier et M. Lulzac) pour améliorer et compléter la banque de données.

Dans le cadre de cette étude, les facteurs prépondérants de variabilité des spectres sont de deux types :

- le premier est lié à la spectrométrie utilisée, infrarouge en réflectance spéculaire. C'est une spectrométrie de type vibrationnel, où l'orientation aléatoire des réseaux cristallographiques n'affecte que l'intensité des pics mais n'influe pas sur leur position. Le travail présenté ici se base sur l'hypothèse classique que le spectre de référence ne représente pas une orientation particulière mais qu'il est représentatif de la moyenne des orientations. Des effets d'orientation peuvent cependant subsister (E. Fritsch, communication personnelle, 2003).

- le second facteur dépend de la nature de l'objet étudié (roche ou matériau polycristallin). S'il s'agit d'une pièce polycristalline mono-minérale, un spectre assez homogène est obtenu. Le spectre est représentatif du minéral étudié. Par contre, si l'on analyse une roche poly-minérale, plusieurs spectres peuvent être obtenus en fonction du « grain » étudié. L'aire de la zone échantillonnée, de l'ordre de 10 mm<sup>2</sup>, peut parfois inclure plusieurs minéraux. Le spectre correspond dans ce cas au mélange des signaux qui correspondent à chaque minéral.

La comparaison entre les spectres obtenus sur les pièces et les spectres-étalons a été effectuée par cross-corrélation normalisée. Cette méthode permet d'évaluer la concordance globale des formes respectives de deux signaux quelles que soient leurs amplitudes relatives (p.e. *Lavergne*, 1986, pp. 60-61).

Pour deux spectres *A* et *B* mesurés à *N* nombres d'onde, la cross-corrélation  $\Phi_{AB}$  des deux spectres est définie par :



$$\Phi_{AB} = \sum_{i=1}^N A(i) * B(i) \quad (2)$$

La valeur atteinte par  $\Phi_{AB}$  est d'autant plus élevée que les deux spectres ont des formes similaires. Par définition, l'auto-corrélation ( $\Phi_{AA}$ ) d'un spectre correspond à la corrélation de ce spectre avec lui-même. Il est donc évident que cette valeur de corrélation est maximale :

$$\Phi_{AA} = \sum_{i=1}^N A(i) * A(i) \quad (3)$$

Les formules (2) et (3) permettent de définir une valeur de cross-corrélation normalisée  $C_{AB}$ , pour laquelle une similitude parfaite entre les formes de deux spectres, quelles que soient leurs amplitudes relatives, correspond à une valeur unité :

$$C_{AB} = \frac{\Phi_{AB}}{\sqrt{\Phi_{AA} * \Phi_{BB}}} \quad (4)$$

Chacune des comparaisons spectrales présentées dans la suite de cette étude sera accompagnée d'une valeur de corrélation  $C_{AB}$ . Plus cette valeur est proche de 1, meilleure est la corrélation.

#### IV- Pièces néolithiques ou d'époque inconnue

D'après Petrequin et Jeunesse (1995) la hache apparaît chez les chasseurs-cueilleurs du Mésolithique (période qui précède immédiatement le Néolithique) antérieurement à 6000 ans av. J.-C, sous forme d'un merlin en bois de cerf à emmanchement transversal. A la veille des premières colonisations agricoles néolithiques, le merlin en bois de cerf est déjà présent à peu près sur tous les sites, mais en faible quantité.

L'étude des pollens couvrant cette période (diagrammes polliniques), montrent que la forêt est déjà modifiée par l'homme, mais très discrètement et sans que l'on sache bien dans quel but ; on suggère les incendies qui favoriseraient les herbages au détriment de la forêt. Peut-être semblable processus pourrait-t-il rendre compte du développement du cerf, qui est souvent majoritaire dans la faune chassée du début du V<sup>e</sup> millénaire avant J.-C (Petrequin et Jeunesse, 1995).

Selon Ricq-de Bouard (1996), à l'aube du Néolithique, pendant la première moitié du V<sup>e</sup> millénaire avant notre ère, des groupes préhistoriques développent des nouveaux outils en Occident. A côté des outils taillés (en silex ou en roches de structure voisine) apparaissent des outils en pierre polie. Ces outils étaient probablement emmanchés, mais il ne reste souvent aujourd'hui que les lames de pierre. Avec l'apparition de cet outillage de nouveaux modes de vie vont se développer, passant progressivement d'une activité de subsistance à des activités de production.

L'apparition des lames polies témoigne de deux innovations : la première est l'utilisation de nouvelles matières premières : des roches métamorphiques ou magmatiques (tenaces) ; la deuxième est l'adaptation d'une technique connue, le polissage et la mise en forme de ces nouveaux matériaux pour obtenir un biseau tranchant et lisse ( Ricq-de Bouard, 1996). Le même auteur souligne la présence bien connue de roches vertes alpines dans l'outillage du sud méditerranéen de la France. Ainsi, trois grands groupes de roches alpines ont été rencontrés dans l'outillage : les éclogites, les glaucophanites, et les jadéites.

Un ensemble de sept pièces a été étudié ici : trois haches polies d'époque Néolithique, deux hachettes et deux pièces d'Océanie.

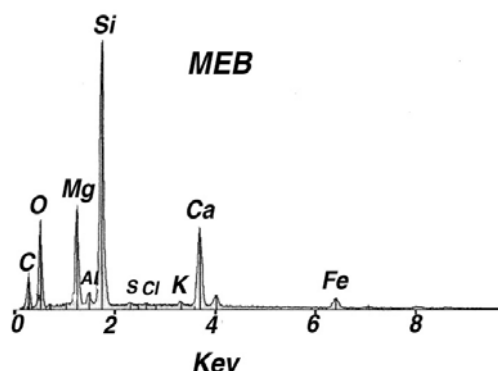
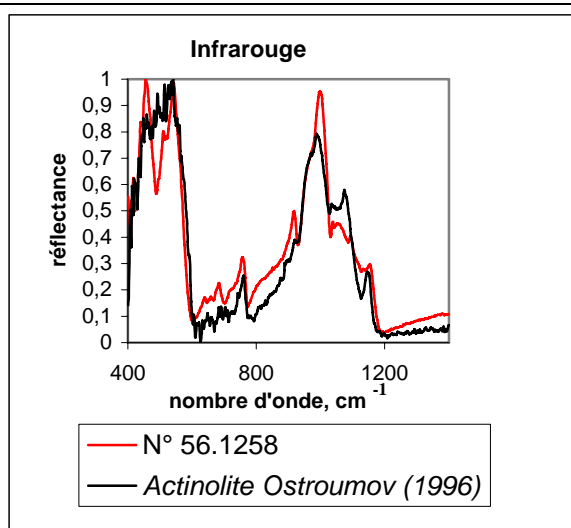
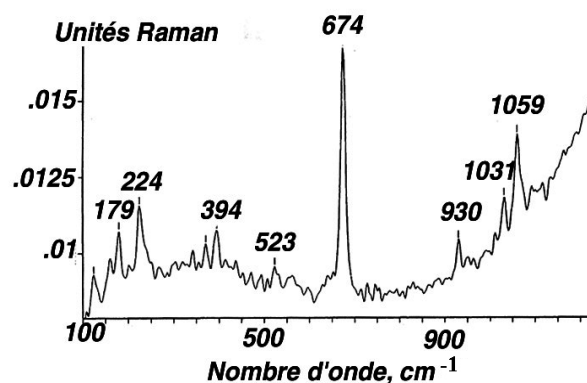
**Hache**Donateur : inconnuEpoque : NéolithiqueDensité : 2,96

Photo A. Cossard, LPG Nantes

Hauteur : 7,7 cmLargeur : 5,5 cmEpaisseur : 1,4 cmCorrélation : 0,98

Le spectre est semblable à celui de l'actinolite

**Conclusion** : la pièce est composée principalement d'une amphibole appartenant à la série Actinolite-Trémolite (« Néphrite »)

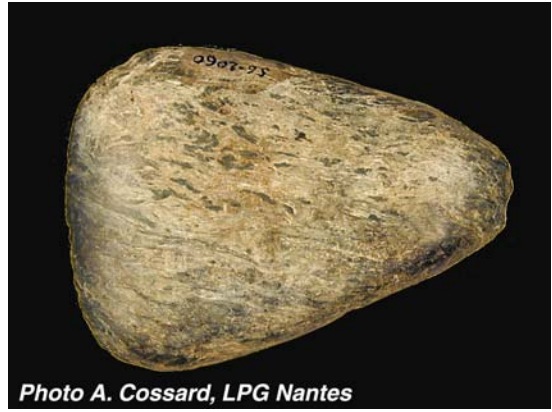
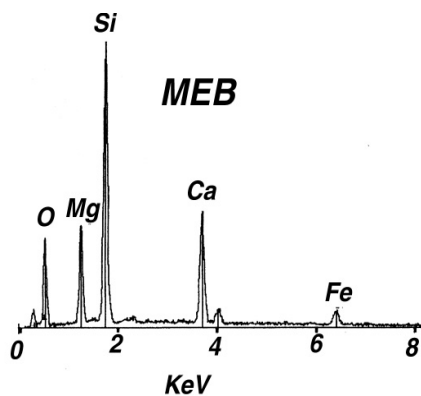
Densité : 2,99-3,48 (Deer et al., 1992)

L'actinolite,  $\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$  (Nickel et Nichols, 1991) forme une série continue avec la trémolite  $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}$  (Mandarino, 1999). La trémolite est un minéral de métamorphisme régional, surtout de type alpin, qui se développe dans les premiers stades du métamorphisme à partir des dolomies impures. La trémolite et l'actinolite peuvent se former à partir de l'olivine et des pyroxènes des roches ultrabasiques dans un métamorphisme régional. L'actinolite est fréquente dans les roches carbonatées ayant subi un métamorphisme de contact mais c'est surtout un minéral typique des faciès schistes verts, où elle est associée à l'épidote et à la chlorite (Bariand et al., 1977)

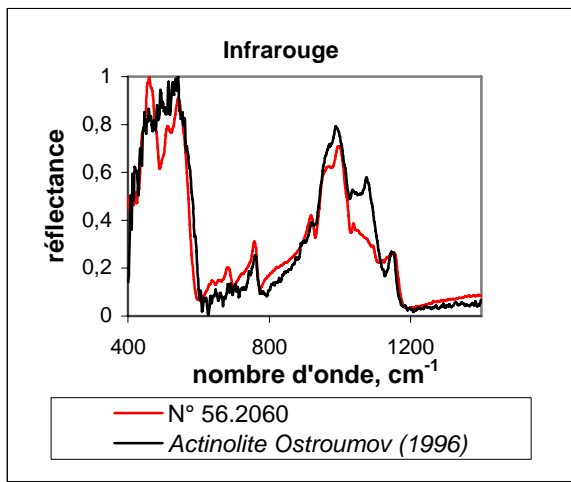
**Hache polie**

Provenance : Mexique ?, Nouvelle Calédonie ?  
(*Micro Musée*, 2000).

Epoque : Néolithique, entre 5500 et 2000 avant  
J.-C. (*Micro Musée*, 2000).



Hauteur : 11,6 cm  
Largeur : 6,3 cm  
Epaisseur : 2 cm



Corrélation: 0,96

Conclusion : la hache est composée  
principalement d'amphiboles de la série  
actinolite-trémolite.

**Hache polie**

Donateur : Baron Bertrand Geslin (1863)

Epoque : Néolithique, entre 5500 et 2000 avant J.-C (*Micro Musée*, 2000).

Provenance : Nouvelle Calédonie ? (*Micro Musée*, 2000).

« Hache intacte à tranchant très arrondi, talon très pointu, arêtes sur les côtés (*Micro Musée*, 2000).

Densité : 3,09

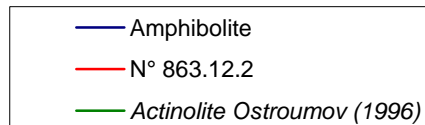
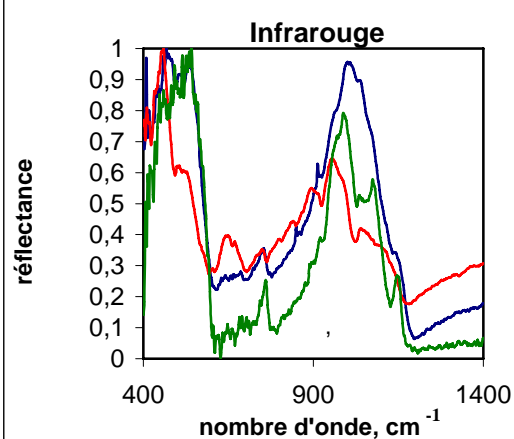


Photo A. Cossard, LPG Nantes

Hauteur : 24,5 cm

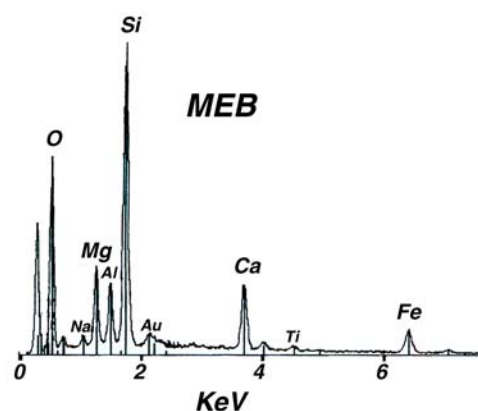
Largeur : 9 cm

Épaisseur : 4,2 cm



Corrélation amphibolite-pièce: 0,94

Corrélation actinolite-pièce: 0,87



**Conclusion** : d'après l'analyse au MEB, il est probable que cette pièce soit une amphibolite, composée principalement d'amphiboles calciques. L'analyse infrarouge reste cependant à affiner.

N° 882.1.404

**Pendeloque (couleur verte)**

Donateur : Collection Parenteau (1882)

Epoque : Néolithique final, entre 2900 et 2500 avant J.-C. ? (*Micro Musée*, 2000)

Provenance : inconnue

« Pendeloque, opaque, à perforation unique excentrée et à section épaisse de forme trapézoïdale à base large » (*Micro Musée*, 2000).

N° 887.6.1

**Pendeloque (couleur orangée)**

Donateur : Colombel (1903)

Epoque : Néolithique final, entre 2900 et 2500 avant J.-C. ? (*Micro Musée*, 2000)

Provenance : d'après *Micro Musée* (2000) deux provenances sont possibles : Loire Atlantique et ses départements voisins ou Amérique du Sud.

« Pendeloque sub-triangulaire, translucide, à perforation unique excentrée. Sa section est épaisse, de forme sub-losangique à base large » (*Micro Musée*, 2000)



(couleur orangée)

Hauteur : 3,4 cm

Largeur : 3,1 cm

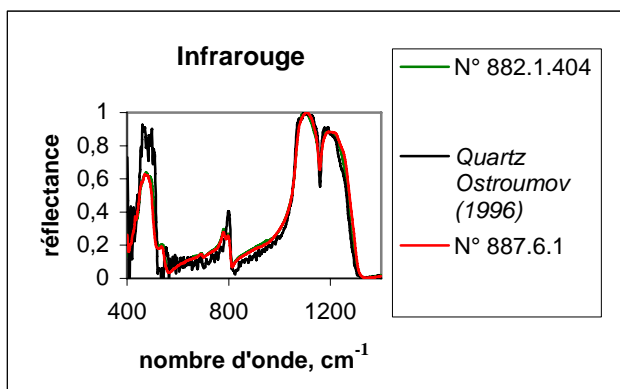
Épaisseur : 0,9 cm

(couleur verte)

Hauteur : 3,6 cm

Largeur : 2,2 cm

Épaisseur : 1,7 cm



Corrélation (pour les deux pièces) : 0,98

Conclusion : ces deux petites pièces sont des agates, composées principalement de silice. L'agate verte a des inclusions de chlorite vermiculée; l'agate couleur orangée est légèrement rubanée.

**Massue courbe**

Donateur : Collection Charles Seidler.

Insigne de chef

Hache percée d'un trou au sommet.

Pa-tou Pa-tou, Nouvelle Zélande (*Micro Musée*, 2000)

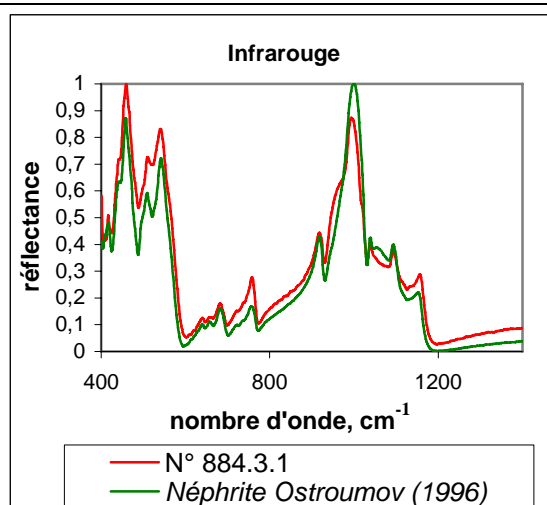


Photo A. Cossard, LPG Nantes

Hauteur : 44 cm

Largeur : 9,5 cm

Epaisseur : 2 cm



Corrélation : 0,98

Conclusion : la pièce est composée principalement d'amphiboles de la série continue actinolite-trémolite (néphrite).

Les néphrites de Nouvelle Zélande sont associées à des roches ultramafiques : péridotites, pyroxénites, serpentinites et hornblendites ( *Wooley*, 1983)

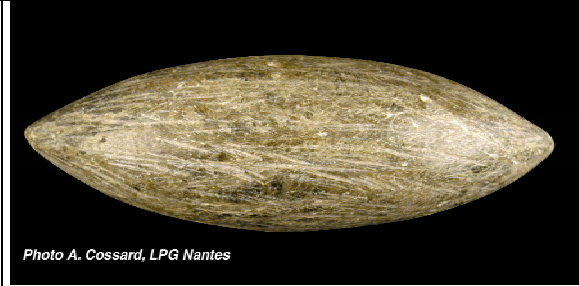
**Pierre de fronde**

Donateur : Mme Paulette Dommée (1993)

Pierre en forme de noyau d'olive. Roche douce au toucher, verdâtre, à éclat gras.

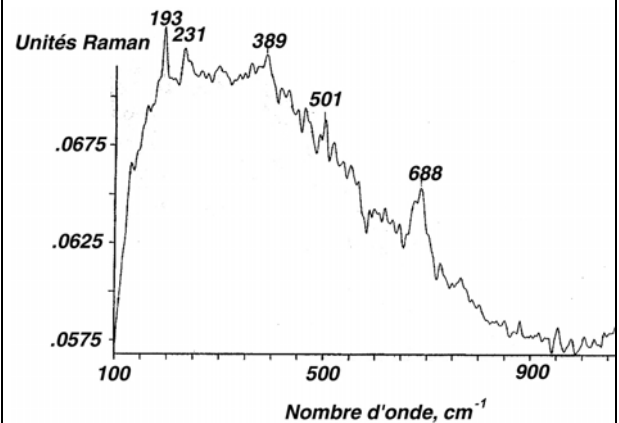
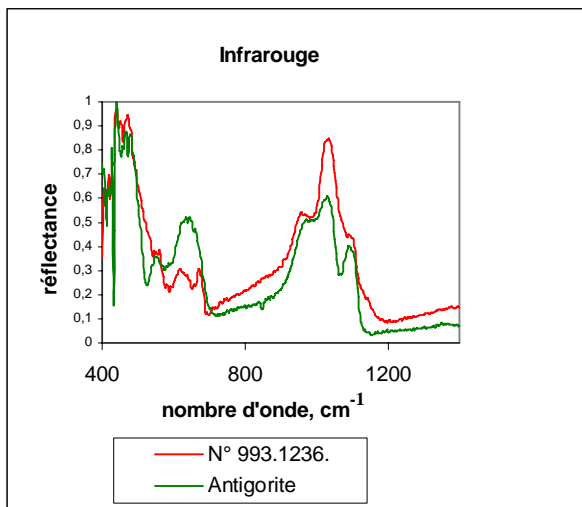
Provenance : Nouvelle-Calédonie.

Densité : 2,38



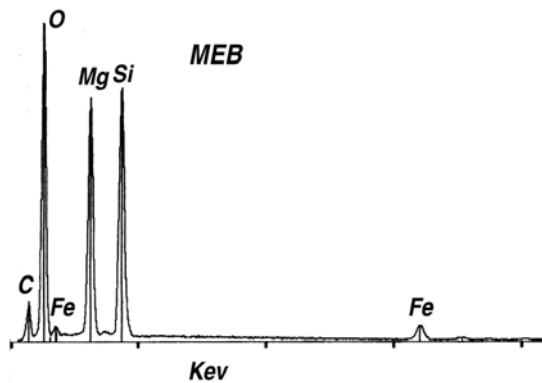
Longueur : 7,4 cm

Diamètre : 2,5 cm



Le spectre correspond à celui de l'antigorite.

Corrélation : 0,93



Conclusion : la pièce est composée principalement de minéraux serpentinisés du type antigorite. La densité de la pièce est légèrement inférieure à celle de l'antigorite  $Mg_3(Si_2O_5)(OH)_4$  de densité : 2,6 (*Bariand et al.*, 1977). Les serpentines se forment principalement par altération hydrothermale rétrograde des roches ultrabasiques (dunites, péridotites, pyroxénolite) ou à partir de serpentines pré-existantes, par métamorphisme prograde (*Deer et al.*, 1992).



## V- Pièces méso-américaines

Le terme Méso-Amérique est défini par Kirchhoff en 1943 pour désigner : « une aire culturelle de l'Amérique moyenne, où existerait une certaine communauté à l'intérieur de différences ethniques » (*Taladoire et Faugère-Kalfon, 1995*).

L'aire méso-américaine recouvre donc un vaste territoire, près de quatre fois la France, qui inclut l'extrémité méridionale de l'Amérique du Nord et la moitié Nord de l'Amérique centrale. C'est un grand ensemble culturel homogène, mais selon la latitude et la longitude, des Basses Terres et des Hautes Terres vont contribuer à faire la diversité interne de cette aire géographique. La Méso-Amérique se divise en dix sous-régions (*Taladoire et Faugère-Kalfon, 1995*) fig. 8.

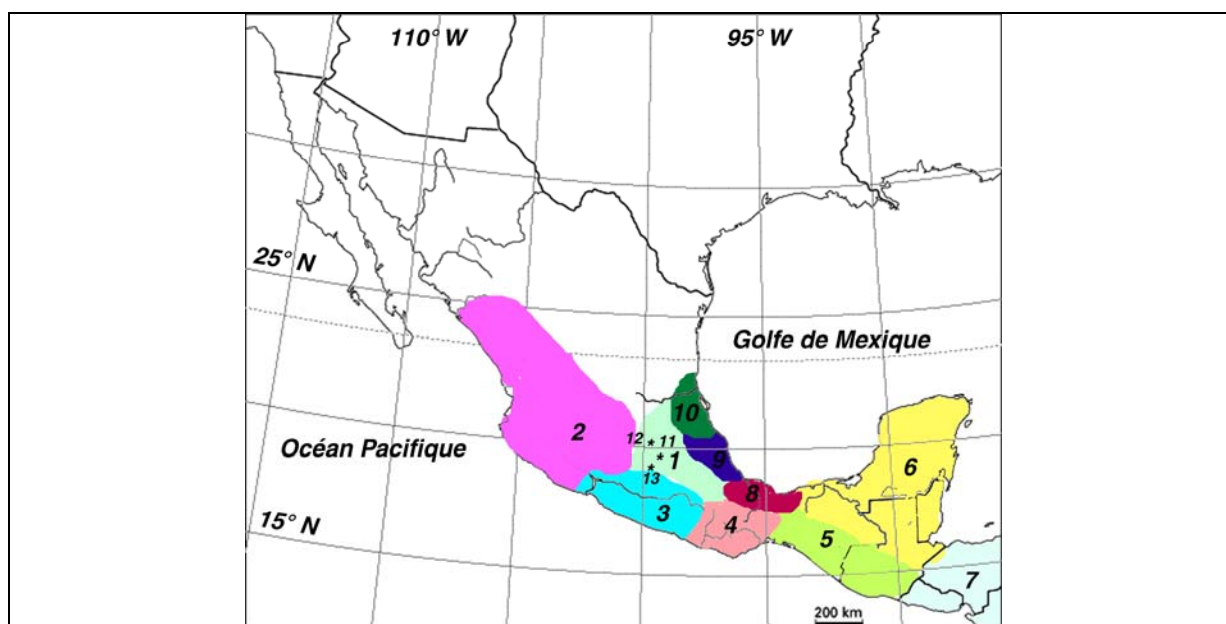


Fig. 8. La Méso-Amérique d'après *Taladoire et Faugère-Kalfon (1995)*.

1. Les Hauts Plateaux du Centre du Mexique (civilisations Teotihuacan, Toltèques, Aztèques)
  11. Teotihuacan
  12. Tula
  13. Ténochtitlan (Mexico)
2. L'Occident méso-américain (Tarasques et cultures antérieures).
3. L'Etat de Guerrero
4. L'Etat de Oaxaca et les zones voisines, composés par une multitude de petites vallées et de petits massifs secondaires (cultures Zapotèques et Mixtèque).
5. Les Hautes Terres Mayas et la côte Pacifique.
6. Les Basses Terres Mayas et le Yucatán.
7. La périphérie orientale.
8. La Côte du Golfe méridionale (Olmèques).
9. La Côte du Golfe centrale (Tajin, Totonèques).
10. La Côte du Golfe septentrionale (Huastèques).

D'après *Duverger* (1999) le peuplement américain s'est effectué depuis l'Asie par le Détroit de Behring, pendant la dernière glaciation du Wisconsin. A cette époque les contacts entre l'Asie et l'Amérique ont été rendus possible par l'existence de terres émergées de plus de 1000 km de large. La traversée de ce pont behringien s'est effectuée entre -40 000 et -35 000 ans, entre -25 000 et -15 000 ans, puis encore à deux reprises entre -13 000 et -10 000 ans.

Vers 8000 avant J.-C., le climat du Mexique et de l'Amérique Centrale est semblable à celui d'aujourd'hui et les populations vont passer progressivement d'une économie prédatrice à une économie productrice (domestication du maïs entre le V<sup>e</sup> et le III<sup>e</sup> Millénaire avant J.-C.). Entre le néolithique américain et le néolithique européen, la seule différence se trouve dans l'absence d'élevage, qui restera presque ignoré aux Amériques jusqu'à la Conquête espagnole (*Guillochet*, 1989).

On distingue ensuite trois grandes périodes :

*-Préclassique* (1200 avant J.-C. à 100 ap. J.-C.)

Vers 1200 avant notre ère, sur la côte du golfe du Mexique, va apparaître la civilisation Olmèque qui constitue selon la plupart des auteurs la civilisation qui jettera les bases de tout le Mexique Précolombien. Dans le reste de la Méso-Amérique commence à se développer l'activité agricole, fondée sur le maïs, le haricot et la courge.

Dès les années 600 avant notre ère cette civilisation entre en décadence (*Guillochet*, 1989).

Vers 400 av. J.-C., des peuples de la vallée de Mexico habitent des petits villages, cultivent le maïs et cuisent des céramiques. La ville de Cuicuilco (à l'extrémité méridionale de la vallée) atteindra une population de 10 000 habitants. En 200 av. J.-C., elle est détruite par une éruption volcanique. Teotihuacan, au Nord-Est de la vallée, n'a alors plus de rival (*Time-Life*, 1992).

*-Période Classique* (100 à 900 ap. J.-C. )

La période classique est l'âge d'or des civilisations méso-américaines. Les cultures les plus importantes de cette période sont :

- 1-La civilisation Teotihuacan, établie dans la vallée de Mexico.
- 2-La civilisation Zapotèque, isolée dans les montagnes de l'Etat de Oaxaca.
- 3- La civilisation Maya, qui couvre géographiquement la moitié Est de la Méso-Amérique et la majeure partie des Basses Terres.

Vers 800-900 de notre ère, ces civilisations vont s'effondrer. Plusieurs hypothèses sont avancées : changement climatique, épuisement des sols, invasions étrangères, révolution sociale (*Guillochet*, 1989) ; Les deux siècles qui suivent l'effondrement des cultures classiques correspondent à des périodes de troubles.

-Période Post-classique (900 à 1521)

La Méso-Amérique est envahie par des tribus venues du Nord. Des nouvelles cultures apparaissent, telles la culture Toltèque, établie au nord du Bassin de Mexico.

La ville de Tula (à 60 km au nord-ouest de Teotihuacan) abritera 40 000 personnes vers l'an 1000 et autant dans les environs. Leur organisation servira de modèle aux Aztèques qui leur succéderont.

Vers le XIII<sup>e</sup> siècle vont s'installer dans la vallée de Mexico les derniers arrivants, les « Mexicas », plus connus sous le nom d'Aztèques. En 1325 ils fondent leur capitale, Ténochtitlan sur des îlots marécageux.

L'histoire aztèque se compose d'une longue série de raids lancés contre les populations voisines. Ces expéditions avaient pour but d'élargir le territoire national et surtout d'obtenir des tributs, objets précieux et êtres humains pour les sacrifices (Barbier, 1999).

Quand, en 1519, les capitaines de Charles Quint, menés par Cortéz, débarquent sur les côtes du Mexique, l'empire Aztèque est au sommet de sa puissance.

### 5a- Culture Mezcala (Mexico)

Le nom de « Culture de Mezcala » fut utilisé pour la première fois par Miguel Covarrubias en 1945, pour désigner un ensemble de sculptures de pierres trouvées près du village du même nom, sur la rive gauche du Rio Balsas, dans l'Etat de Guerrero (fig. 9), au Sud-Ouest du Mexique (Musée Galerie de la Seita, 1992).

Diverses hypothèses existent sur l'origine de cet ensemble de pièces. Guerrero étant un grand Etat difficile d'accès, la culture Mezcala n'est pas encore bien connue. Gay (1967) suggère que cette culture remonte au moins au II<sup>e</sup> millénaire avant J.-C. et qu'elle serait la phase fondatrice de la culture Olmèque ; son apogée serait située entre 1300 et 300 avant J.-C. Par contre, Duverger (1999) estime que ce sont les Olmèques, vers 1200 avant J.-C, qui sont à l'origine du développement méso-américain. Pour ce dernier, le terme Olmèque (incluant les Olmèques de Guerrero) devrait être considéré comme un style ou horizon chronologique, plutôt qu'une zone géographique limitée.

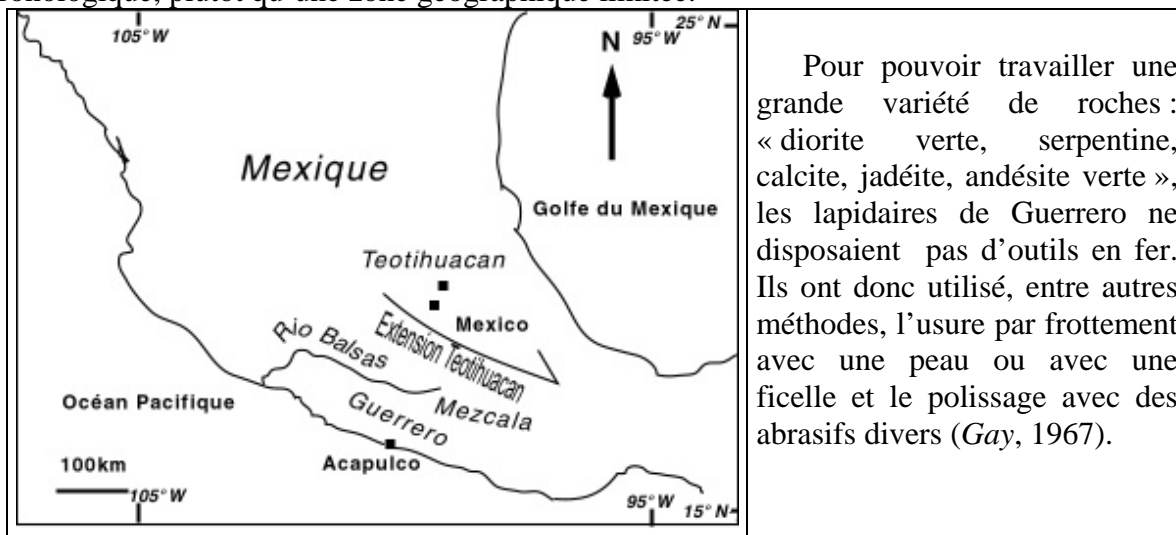


Fig. 9. Région de Guerrero, Culture Mezcala et Rio Balsas.

Deux figures anthropomorphes remarquables par la pureté de leurs lignes ont été étudiées : n° 56.3450 et n° 570.3451.

**Figure anthropomorphe**Donateur : inconnu

« Représentation d'un personnage humain, aux traits physiques simplement esquissés : les bras en relief sont ramenés vers la poitrine, les jambes serrées, délimitées par un simple dégrossissement de la pierre »

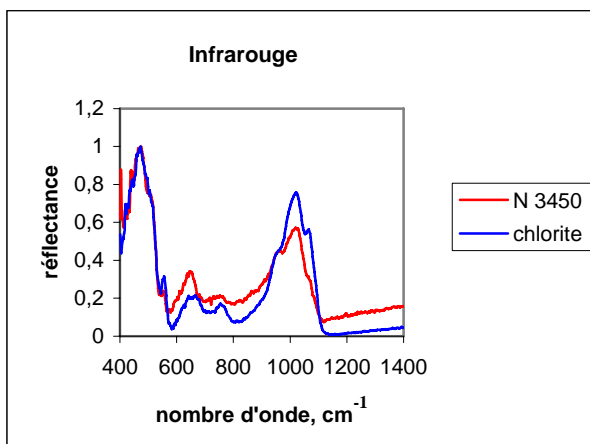
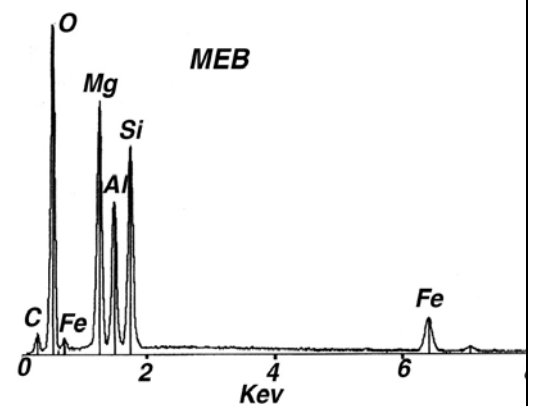
(Guillochet, 1989)

Style : Mezcala, Etat de Guerrero, Mexique

Période : d'après Barbier (1999)  
« Préclassique tardif et Proto-classique (IV<sup>e</sup> siècle av. J.-C. à II<sup>e</sup> siècle ap. J.-C.) »

Densité : 2,73

Photo A. Cossard, LPG Nantes

Hauteur : 17,6 cmLargeur : 4,5 cmEpaisseur : 2,8 cmCorrélation : 0,96

Conclusion : la pièce est une *chloritite*, roche composée principalement de chlorite. Les chlorites ( $\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mn}, \text{Al}$ )<sub>12</sub>[( $\text{Si}, \text{Al}$ )<sub>8</sub> $\text{O}_{20}$ ]( $\text{OH}$ )<sub>16</sub> de densité : 2,6-3,3 (Deer et al., 1992) sont des minéraux résultant de l'altération hydrothermale des minéraux ferromagnésiens (micas, pyroxènes et amphiboles, péridots) dans des roches magmatiques. Elles sont également représentatives d'un faible métamorphisme dans le faciès schiste vert (Bariand et al., 1977).

**Figure anthropomorphe**

Donateur : inconnu

Reste seulement la partie supérieure du corps, le visage est allongé, la tête disproportionnée par rapport au corps, les bras très courts, le torse étroit, les traits du visage sont marqués par des fentes ouvertes droites, les yeux en amandes et des lèvres épaisses.

Style : Mezcala

Période : d'après Barbier (1999) « Préclassique tardif et Proto-classique (IV<sup>e</sup> siècle av. J.-C. à II<sup>e</sup> siècle ap. J.-C.) »

Densité : 2,68

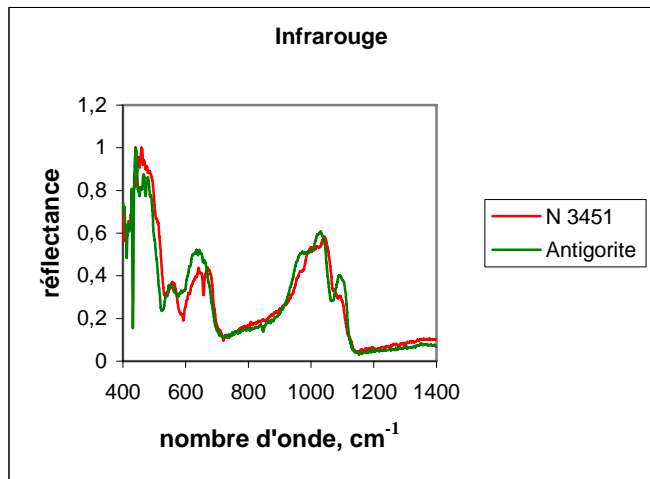
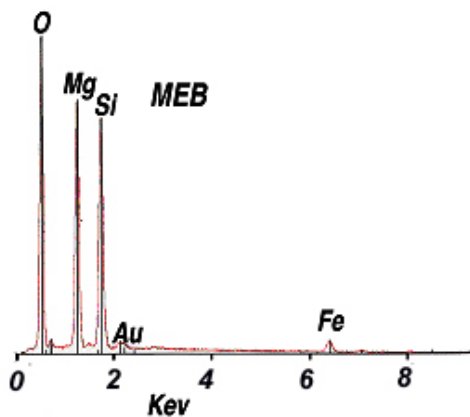


Photo A. Cassard, LPG Nantes UMR 6112

Hauteur : 21,3 cm

Largeur : 9,2 cm

Épaisseur : 5,2 cm

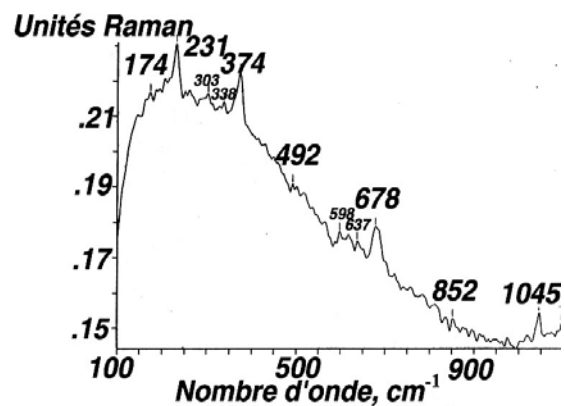


Corrélation : 0,98

Conclusion :

la pièce est composée de deux minéraux : les parties vertes sont constituées d'antigorite (serpentine)  $(Mg,Fe)_3SiO_5(OH)_4$  (Nickel et Nichols, 1991).

Les parties plus claires sont composées probablement d'anthophyllite  $(Mg, Fe)_7[Si_8O_{22}](OH,F)_2$  minéraux communs dans les zones de réaction des péridotites serpentinisées (Deer et al., 1992).



Le spectre correspond à une anthophyllite.

## 5b- Civilisation Teotihuacan (Mexico) (0-600 apr. J.-C.)

La grande ville de Teotihuacan, à quelques 40 km au nord-est de Mexico (fig.8) correspond à la première grande civilisation du Classique ancien de l'aire méso-américaine. Connue pour ses pyramides du Soleil (225 m de côté, la plus haute du continent) et de la Lune (fig. 9), l'avenue de la Voie des Morts (longue de 4 km et large de 45 m) et par son dieu Quetzalcoatl (fig. 10), cette civilisation se divise en quatre phases : Teotihuacan I à IV (Soustelle, 2001).

Le site choisi disposait d'un ensemble de facteurs favorables à son développement (sources d'eau, matières premières, etc). A son apogée ( entre 200 et 600 après J.-C.) Teotihuacan comptait 100 000 habitants pour une surface d'au moins 20 km<sup>2</sup> (Taladoire et Faugère-Kalfon, 1995).

La région possédait des richesses minérales, telles les gisements d'obsidienne grise et verte d'Otumba (à environ 15 km au nord-est de Teotihuacan) et de Pachuca (à quelques 40 km au Nord de Teotihuacan).



Fig. 9. Pyramide de La Lune, Teotihuacan (*Encyclopaedia Universalis*, 2001)



Fig. 10. Tête de Quetzalcoatl, Teotihuacan, I-VIII<sup>e</sup> siècle ap. J.-C. (*Encyclopaedia Universalis*, 2001)

Trois pièces de cette civilisation, appartenant à la collection Salce sont présentées



N° 20 a, b, c

Donateur : Marie-Madeleine Fourgheon-Salce, 26 mars 2001

N° 20a et 20 b: pointes de lances à ailerons et pédoncules, taillées sur une seule face ( 20a) et sur les deux faces ( 20b ) (Mongne, 2001)

N° 20 c: couteau en forme de feuille de laurier, légèrement courbé, partie concave non retouché (Mongne, 2001)

Densité des trois pièces : 2,31

Style: Teotihuacan ? (Mongne, 2001)

20 a



H: 17,7 cm ; L: 5,4 cm ; E: 1,1 cm

20b

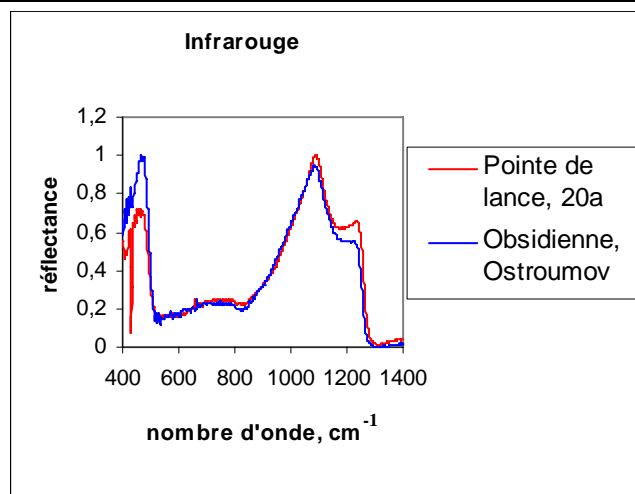


H : 10,2 cm ; L : 5,1 cm ; E : 1,1 cm

20c



H : 17,1 cm ; L : 4,3 cm ; E : 1,4 cm



Corrélation : 0,98

Les trois spectres du MEB étant rigoureusement identiques, un seul est présenté ici. Analyse quantitative par MEB (% des oxydes):

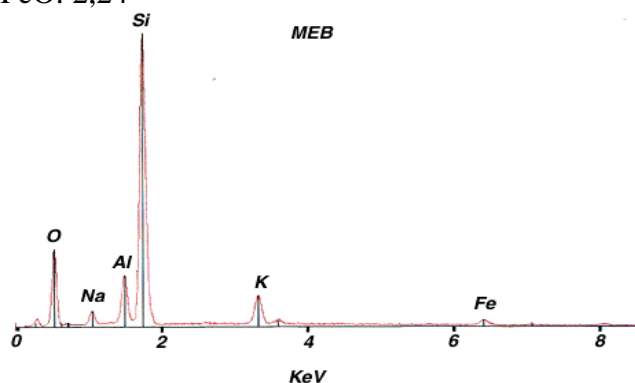
SiO<sub>2</sub>: 78,55

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: 11,81

K<sub>2</sub>O: 4,54

Na<sub>2</sub>O: 4,80

FeO: 2,24



Conclusion : Les trois pièces étudiées sont constituées d'obsidienne (verre naturel constitué d'environ 80% de SiO<sub>2</sub> et d'oxydes de Ca, Na ou K (Bariand et al., 1977). Elles sont d'une couleur vert-brun très foncé, couleur mentionnée pour le gisement de la région d'Otumba ou Pachuca. Des inclusions sphériques blanches parfois fibroradiées ont été observées (feldspaths ou cristobalite, d'après Bariand et Poirot, 1998)

D'après Carr et al. (1984) ces obsidiennes seraient des rhyolites (roche volcanique) riches en fer.

## 5c- Civilisation aztèque (Mexico)

Après l'effondrement des cultures classiques, des nomades venus du Nord vont envahir la Méso-Amérique. Après une longue migration vers le Sud, les Mexicas ou Aztèques vont s'établir dans le bassin du Mexico où vers l'année 1345 ils vont fonder la ville de México-Tenotchtitlan (*Barbier, 1999*).

La triple alliance faite avec Tlatelolco, Texcoco et Tlacopan, va permettre aux Aztèques de conquérir et de dominer rapidement le bassin (domination religieuse, culturelle et artistique, fig. 12 et 13). Vers le XIV<sup>e</sup>, siècle ils dominent ainsi une bonne partie du Mexique actuel. Leur pouvoir est ancré sur la violence. Les peuples soumis à leur domination doivent payer des tributs matériels (coton, cacao, plumes de perroquet, etc.) ou livrer des êtres vivants (*Taladoire et Faugère-Kalfon, 1995*).

Quand Hernán Cortéz débarque en 1519, les peuples qui vivaient sous la domination aztèque vont faire alliance avec les conquistadores (*Barbier, 1999*).



Fig. 12. Coyolxauhqui, déesse lunaire aztèque. Monolithe sculpté, XIV-XV<sup>e</sup> siècle, 335 cm, Museo del Templo Mayor, Mexico (*Encyclopaedia Universalis, 2001*)

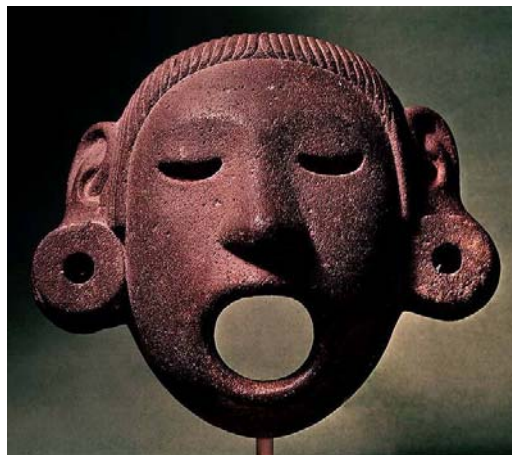


Fig. 13. Masque en pierre représentant le dieu Xipe Totec, dieu de la végétation, puis dieu des orfèvres. Civilisation Aztèque, British Museum (*Encyclopaedia Universalis, 2001*)

Trois pièces appartenant à la culture Aztèque ont été étudiées : une hache cérémonielle (n° 56.3449) et deux masques anthropomorphes (n° 570.404 et n° 856.36.1).



**Hache cérémonielle**

Donateur : inconnu

Style : Post-classique, Culture Aztèque

« L'objet présente une forme de cœur humain stylisé, percé, sur toute sa largeur et au niveau médian, d'un trou ayant permis le passage d'une hampe de préhension » (Guillochet, 1989).

Densité : 3,15

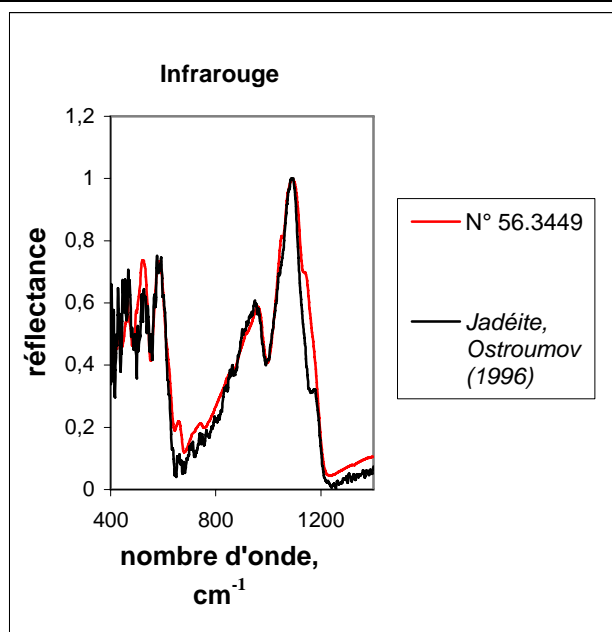
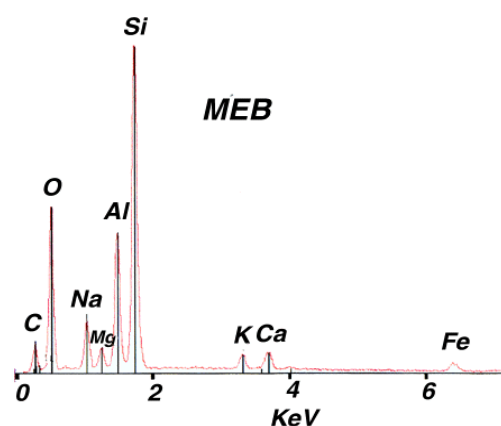


Photo A. Cossard

Hauteur : 8,2 cm

Largeur : 8,9 cm

Épaisseur : 3,9 cm



Corrélation : 0,99

Conclusion : la pièce est composée principalement de jadéite ( $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$ ) avec probablement un peu de diopside ( $\text{CaMgAlSi}_2\text{O}_6$ ).

La jadéite, appartient à la famille des pyroxènes. Sa densité varie entre 2,98 et 3,54, en fonction de la présence d'autres minéraux (Wooley, 1983).

Cette jadéite provient probablement des gisements qui se trouvent au Guatemala, le long de la faille décrochante senestre de Motagua (fig.7), zone de contact entre la plaque Caraïbes et la plaque d'Amérique du Nord (Reed, 2002). La jadéite s'y trouve sous la forme de lentilles ou de masses isolées associées à des serpentinites. Elles peuvent contenir jusqu'à 10% de diopside et présentent aussi des traces de  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MgO}$  (Hargett, 1990).

**Masque anthropomorphe**

Donateur : inconnu

Petit masque aux traits bien définis, nez large de forme triangulaire, yeux en amande et iris délimité par un trou circulaire, bouche grande et ouverte.

Style : période post-classique, Culture Aztèque

Densité : 2,71

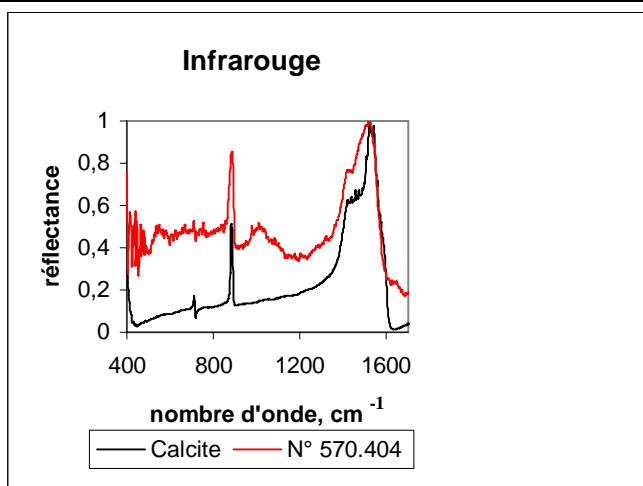


Photo A. Cossard, LPG Nantes

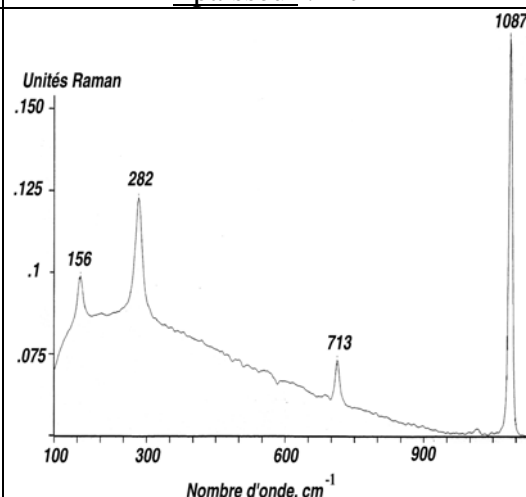
Hauteur : 7,2 cm

Largeur : 6 cm

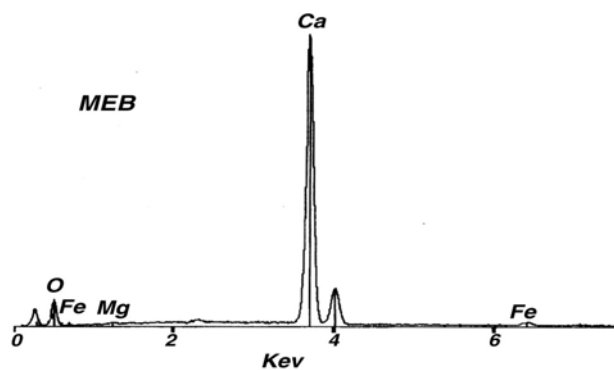
Épaisseur : 1 cm



Corrélation : 0,90



Le spectre correspond à celui de la calcite.



Conclusion : le masque est composé principalement de calcite ( $\text{CaCO}_3$ ; densité : 2,715-2,94 ; *Deer et al.*, 1992) ; avec quelques impuretés (Mg et Fe vus au MEB).

**Masque anthropomorphe sculpté**

Donateur : Capitaine M. Bereau, 1856

Masque au visage masculin, coiffé d'une mitre gravée d'un glyphe, probablement un chef aztèque Tecuhtli (Aron, 1996). Oreilles aux lobes percés, yeux en amande et bouche probablement dotés à l'origine de pierres incrustées. A l'arrière du masque, un glyphe, représentant un roseau, à valeur chronologique (probablement le calendrier aztèque selon Aron, 1996) et deux trous percés (au-dessus des oreilles) qui pouvaient servir à attacher l'objet (Guillochet, 1989).

Style : période post-classique, Culture aztèque ?

Densité : 2,89



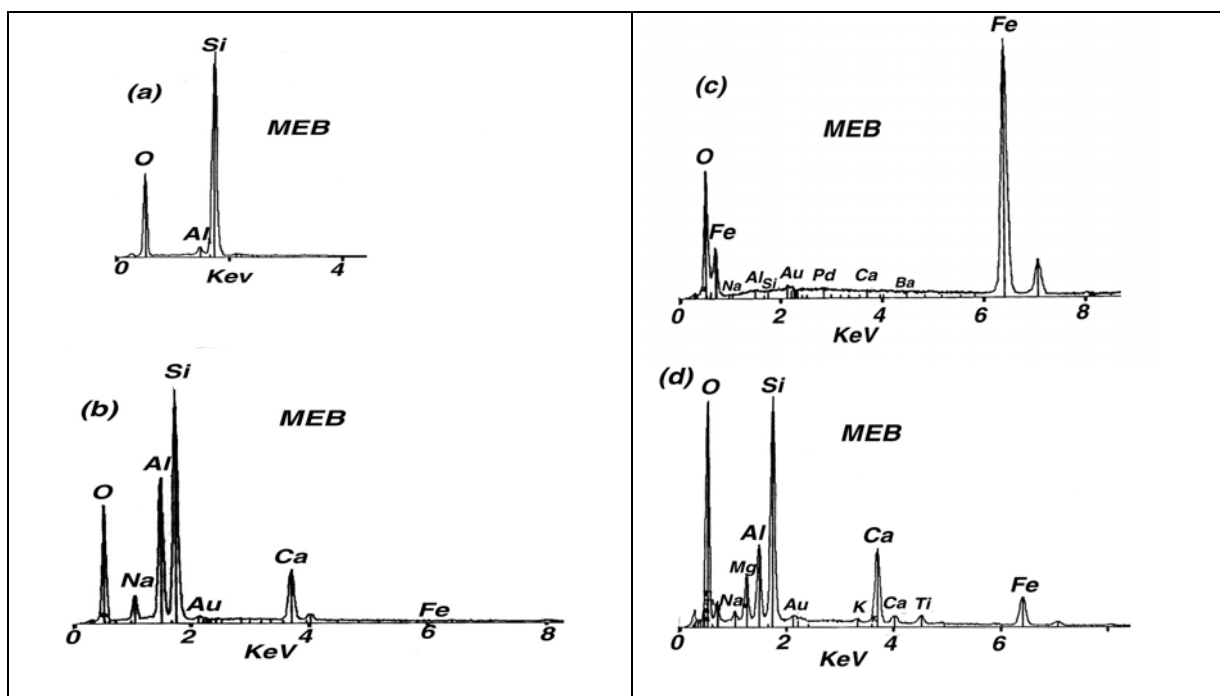
Photo A. Cossard, LPG Nantes

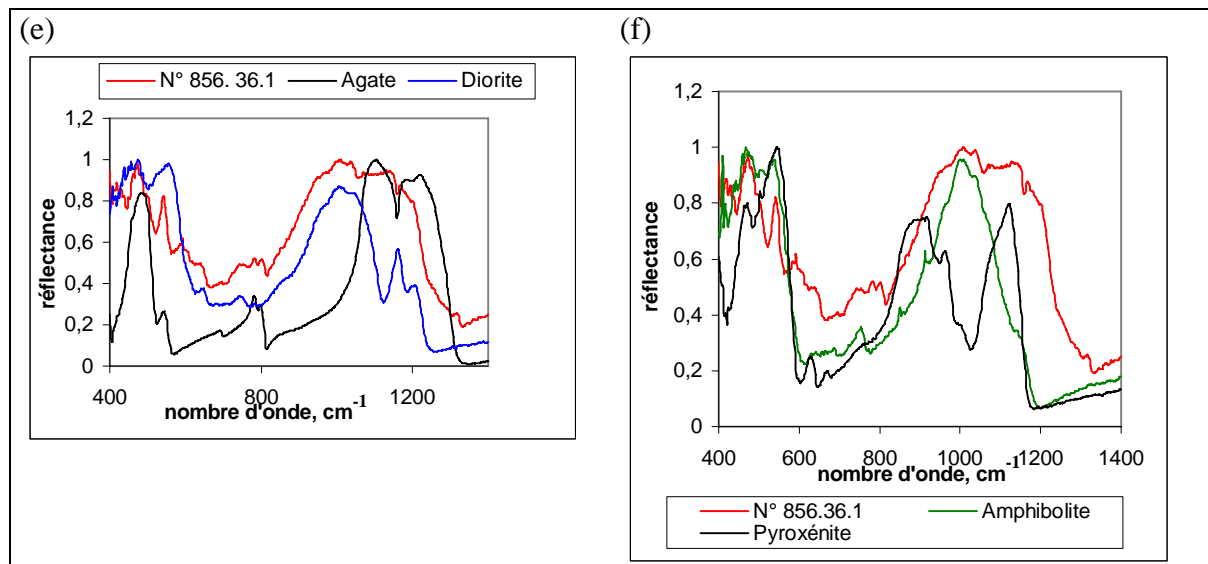
Hauteur : 18,5 cm

Largeur : 14,5 cm

Épaisseur : 10 cm

Quatre spectres différents ont été obtenus au MEB (voir détails page suivante)





Discussion : contrairement aux autres pièces étudiées jusqu'ici, assez homogènes et composées principalement d'une seule famille minérale, cette pièce est une roche grenue plus complexe, car elle est composée de plusieurs minéraux. Les analyses du MEB montrent la présence de :

- SiO<sub>2</sub>, ce qui indique que la roche est quartzitique (a)
- feldspath (plagioclase), plus calcique que sodique (b)
- oxyde de fer (c)
- amphibole ou pyroxène (d)

Trois hypothèses peuvent être émises. Il s'agit soit d'une diorite (détermination déjà donnée pour cette pièce), un gabbro ou une gabbro-diorite. La densité de la pièce (2,89) fait plutôt penser à un gabbro (densité de 2,8 à 3,1 selon *Pomerol et Renard, 1997*) ainsi que la présence d'un feldspath plus calcique que sodique et d'un oxyde de fer. Cependant les différents spectres obtenus par infrarouge (sept au total) indiquent :

- une affinité plutôt pour une diorite (e ; corrélation : C= 0,95) et/ou amphibolite (f ; C = 0,93). Le coefficient de corrélation pour la pyroxénite est égal à 0,89.
- quelques pics, notamment vers 800 cm<sup>-1</sup> qui peuvent être dus à la présence de quartz (f; C= 0,84).

Conclusion : pour caractériser la nature minéralogique de pièces semblables, il est nécessaire d'utiliser toute la panoplie des instruments à disposition. Si l'on reconsidère toutes les données obtenues, il se peut que cette pièce soit une gabbro-diorite quartzitique ou un gabbro quartzitique qui aurait subi une altération hydrothermale de type faciès schiste vert. Les pyroxènes auraient été hydratés et transformés en amphiboles.

#### 5d- Culture Guanacaste et Nicoya (Costa Rica)

Comme la frontière Nord de l'aire méso-américaine, les frontières du Sud ont suivi les différents mouvements de population (*Taladoire et Faugère-Kalfon, 1995*).

L'archéologie du Costa Rica est divisée en trois grandes régions (*Snarskis et al., 2001*) fig. 14 :

- la région de Grand Nicoya (sous-région de Guanacaste-Nicoya, zone de transition entre la Méso-Amérique et les cultures des forêts tropicales)
- la région centrale (sous-région des Hautes Terres centrales, du Pacifique central et du versant atlantique)
- la région de Gran Chiriqui.

Du point de vue chronologique, l'archéologie du Costa Rica est divisée en six périodes (*Snarskis et al., 2001*) :

- période I (12000 ? -8000 av. J.-C)
- période II (8000-4000 av. J.-C)
- période III (4000-1000 av. J.-C)
- période IV (1000 av. J.-C- 500 ap. J.-C )
- période V (500-1000 ap. J.-C)
- période VI (1000-1500 ap. J.-C).

- *Périodes I, II et III* ( 12 000 ? –1000 av. J.-C)

Selon *Snarskis et al. (2001)*, les seules preuves de la présence de bandes migratoires de chasseurs et de cueilleurs au Guanacaste-Nicoya pendant ces périodes sont les découvertes d'une simple pointe de lance striée et d'une autre pointe de type Clovis (pointe américaine, unique dans la préhistoire mondiale, de grande taille (12 cm), lancéolée et présentant une cannelure médiane qui atteint le tiers de la hauteur de la pièce, entourée d'une retouche assez abrupte (*Nelken-Terner, 2001*).

Vers 1500 av. J.-C, des petites communautés sédentaires apparaissent, avec de la poterie. L'augmentation des cultures de racines est suivie d'un accroissement rapide de la population et d'une complexité sociale, sans doute stimulée par la culture du maïs et complétée par la chasse et les cultures multiples, dans les régions aux sols fertiles en alluvions et aux précipitations abondantes (*Snarskis et al., 2001*).

-*Période III récent-période IV ancienne*

Développement des complexes céramiques (*Snarskis et al., 2001*).

-*Période IV (1000 av. J.-C.-500 ap. J.-C)*

Développement de la céramique bichrome semblable aux styles contemporains du reste de la Méso-Amérique. Vers la moitié de la période IV, les villages se développent. Une structure sociale hiérarchisée et ordonnée se met en place, avec la présence de grands cimetières et de sépultures de dignitaires contenant des objets en jade (haches et pendentifs).

Les jades costariciens ont beaucoup de points en commun avec le travail lapidaire des Olmèques, tant du point de vue du traitement du matériel que du style, bien que ces deux peuples n'aient pas eu, semble-t-il, de contact direct. Les pendentifs en jade ont la forme

générale d'une hache et sont gravés de manière à évoquer un oiseau ou un être humain (*Barbier, 1999*). Dans les travaux lapidaires du Costa Rica et chez les Olmèques, la forme de hache ou de dieu hache semble avoir été d'une grande importance. D'après *Snarskis et al. (2001)* ces formes seraient associées probablement au contrôle des terres et à la redistribution d'aliments.

Selon les archéologues, des gisements de jade (jadéite) ont pu exister au Costa Rica. Ces gisements sont peut-être épuisés ou à redécouvrir.

Vers 200/300-500 ap. J.-C la population et la stratification sociale continuent à s'accroître. Les motifs linéaires s'accroissent et la diffusion des objets d'élite, tels les jades et autres masses de cérémonie s'intensifie (*Snarskis et al., 2001*).

-Période V (500-1000 ap. J.-C)

C'est le début de la divergence stylistique de cette région. On voit apparaître la célèbre poterie polychrome de Guanacaste-Nicoya. Vers 800 ap. J.-C, on assiste à un mouvement de la population vers la côte ; plusieurs hypothèses ont été émises, entre autres, un probable événement volcanique et l'arrivée de peuplades en provenance du Nord qui auraient bouleversé la culture locale (*Snarskis et al., 2001*).

-Période VI (1000-1500 ap. J.-C)

Les tendances amorcées dans la période V se poursuivent. Les centres de population sont plus proches de la côte et l'utilisation des ressources maritimes est devenue plus importante (*Snarskis et al., 2001*).

Des statues en roches volcaniques, parfois de grandeur nature, sont confectionnées sur le versant atlantique du Costa Rica (*Barbier, 1999*).

Trois pièces ont été étudiées ici : une petite masse d'arme (n° 22) et de deux haches-pendentifs (n° 53 et n° 54 de la période IV ?).

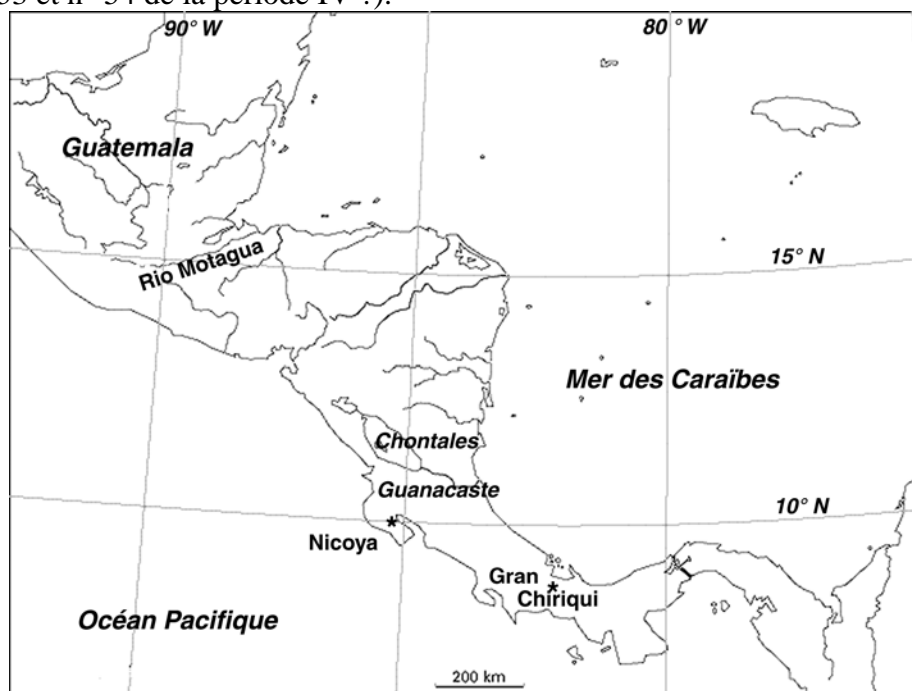


Fig. 14. Carte du Sud de l'Amérique Centrale. Rio Motagua (zone de gisement de la jadéite), régions de Guanacaste-Nicoya, Gran Chiriqui et Chontales.

**Petite masse d'arme**

Donateur : Marie-Madeleine Fourgheon-Salce, 26 mars 2001.

Petite masse à forme d'oiseau, yeux en creux (rehaussés de blanc), oreilles en relief (*Mongne, 2001*)

Style : Culture Choretega ? (Région Nicoya) selon l'expert de la vente (*Mongne, 2001*)

Densité : 2,63

La pièce réagit modérément aux UVC (rougeâtre avec plaques blanches)

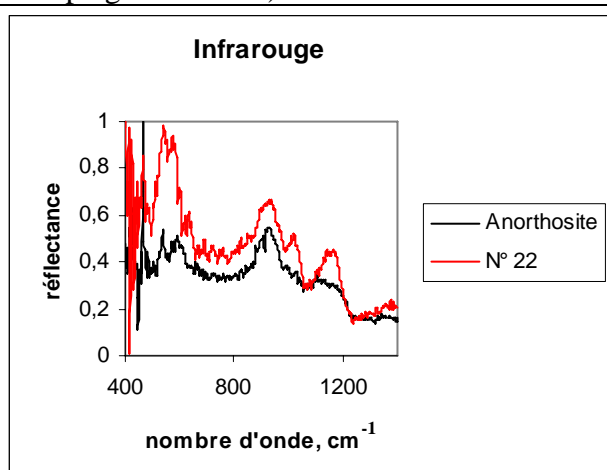


Photo A. Cassard, LPG Nantes

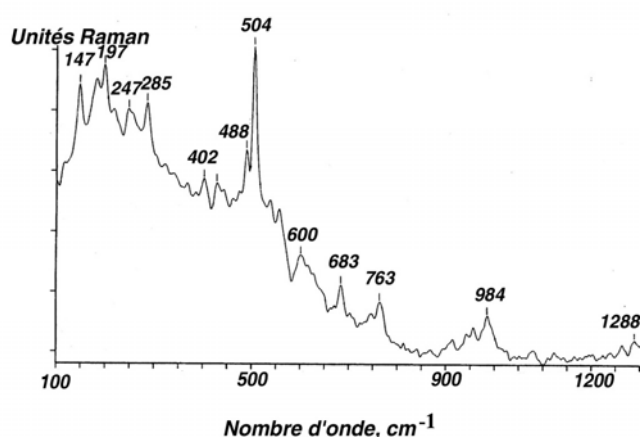
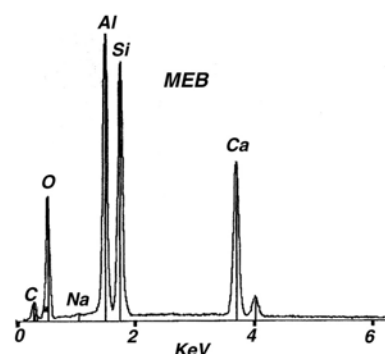
Hauteur : 6 cm

Largeur : 8,3 cm

Épaisseur : 6 cm



Corrélation : 0,97



Le spectre est comparable à l'étalon d'anorthosite de Madagascar.

Conclusion : la pièce est une anorthosite, composée principalement d'anorthite [ $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ , densité : 2,76-2,75 (*Nickel et Nichols, 1991*)]. Les anorthosites sont d'après *Hatch et al. (1961)* des roches composées principalement de plagioclases, généralement du type labradorite ou bytownite, mais la nature du plagioclase dépend de l'environnement où se trouve la roche. Elles sont souvent associées aux complexes lités ultrabasiques ou aux batholites des cratons précambriens. Les feldspaths luminescent parfois rouge aux UV (*E. Fritsch, communication personnelle 2003*).



**Hache pendentif anthropomorphe**

Donateur : Marie-Madeleine Fourgheon-Salce, 26 mars 2001.

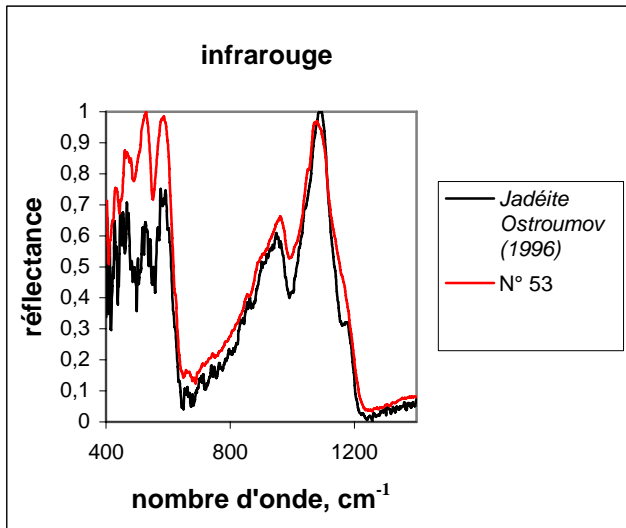
« Hache pendentif en bas relief, brisée et recollé au niveau du percement transversal, nervure de décollement du nucleus au dos de la pièce, deux chocs après fabrication sur le nez et sur la lame » (Mongne, 2001)

Style : « Typique du Costa Rica. Culture Guanacaste ?, zone de Nicoya (Nord) vers 200-600 ap. J.-C ? » (Mongne, 2001)

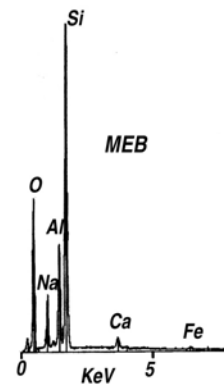
Densité : 3,31



Hauteur : 19,9 cm  
Largeur : 3,4 cm  
Épaisseur : 1,2 cm



Corrélation : 0,99



Conclusion : La pièce est composée principalement de jadéite avec un peu de diopside (présence de Ca).

Il est probable que cette jadéite provienne des gisements du Guatemala, région de Motagua, car, d'après Hargett (1991) c'est le seul gisement important connu actuellement en Amérique centrale.



**Hache pendentif anthropomorphe**

Donateur : Marie-Madeleine Fourgheon-Salce, 26 mars 2001.

« Hache en bas relief au style très horizontal et linéaire, intacte, épaufrure sur le tranchant. Importante nervure ovale de décollement du nucleus au dos de la pièce. Perforation transversale » (Mongne, 2001)

Style : « Typique du Costa Rica. Culture Guanacaste ?, zone du Nicoya (Nord) vers 200-600 ap J.-C ? » (Mongne, 2001)

Densité : 3,32

La roche de couleur vert clair présente quelques veines qui réagissent très légèrement aux UVC (couleur blanchâtre)

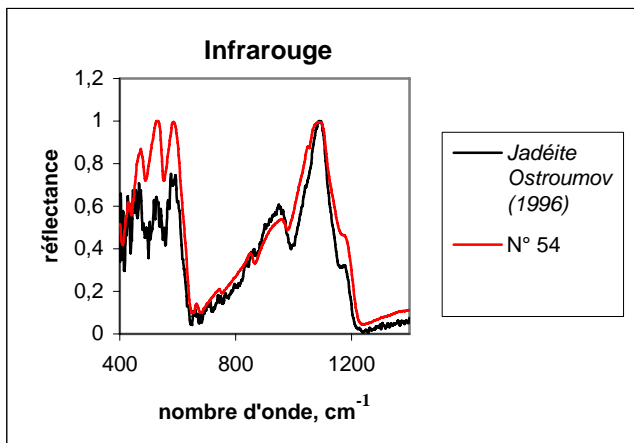


Photo A. Cossard, LPG Nantes

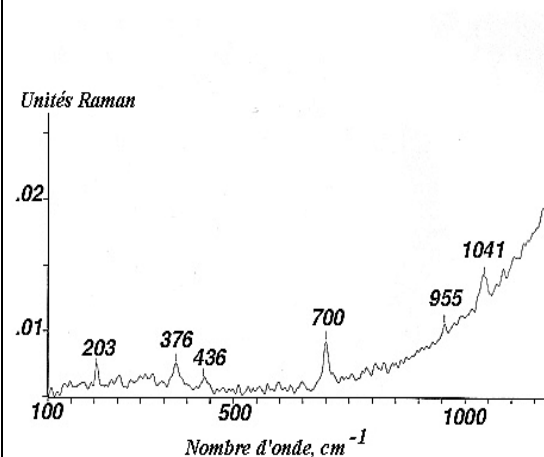
Hauteur : 13,9 cm

Largeur : 3,4 cm

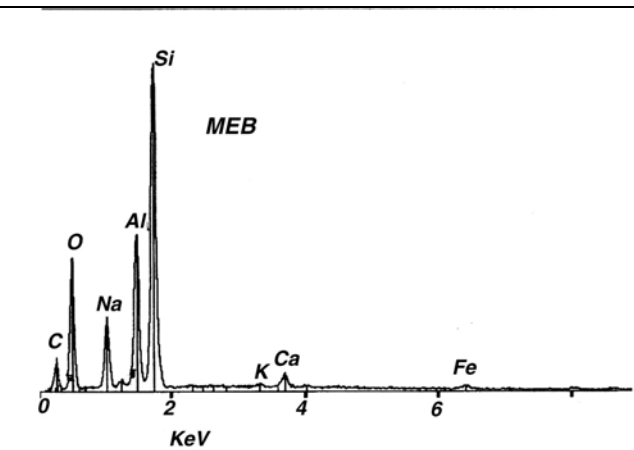
Épaisseur : 1,9 cm



Corrélation : 0,98



Le spectre correspond à la jadéite.



Conclusion : la pièce est constituée principalement de jadéite. Les jadéites luminescent parfois jaune-blanc aux UV (E. Fritsch, communication personnelle 2003).

Il est probable que cette jadéite provienne des gisements du Guatemala, région de Motagua, comme le sont probablement la plupart des jadéites de la Mésio-Amérique.

## VI- Pièces sud-américaines

La civilisation andine centrale produit un éventail d'œuvres d'art aussi important que celui des hautes civilisations de Mésopotamie. Pour la région centrale des Andes, trois cultures vont diffuser dans la région toute entière : celle de Chavín (1200-300 av. J.-C.), celle de Huari (600-1000 ap. J.-C.) et entre 1450-1540, la culture incasique (*Hachette, 2001*).

Chronologiquement, l'aire sud-américaine peut se découper en six périodes :

### - *La préhistoire*

La présence de l'homme remonte dans cette région à une période comprise entre 20000 et 18 000 avant notre ère. Dès les années 7000 on relève les premières traces de sédentarisation et d'agriculture. Vers 2000 avant notre ère la culture du maïs se répand et l'homme commence à domestiquer le lama et à fabriquer des récipients en céramique (*Guillochet, 1989*).

### - *Période formative ou horizon ancien*

Apparition des premières civilisations andines. Après l'introduction de la céramique, apparaît, vers 1200 av. J.-C., un premier style largement diffusé (*style Chavin*), dont le foyer est le temple de Chavín de Huantar (fig. 15) sur les hauts plateaux du Nord. Sur la côte septentrionale sont élevés plusieurs temples (en adobe recouvert de stuc) ornés de masques de jaguars en bas-reliefs. Après le déclin de Chavín, apparaissent à Paracas (fig. 15) des tissus (appelés «nécropole» ) entre 300 et 100 av. J.-C. Des grandes capes faites de ces tissus (étoffe de laine et de coton) enveloppaient les corps momifiés de notables. Leurs motifs, tels que des personnages mythologiques et humains, sont représentés brodés, selon des tracés curvilignes (*Hachette, 2001*).

### - *Période classique ou intermédiaire ancien*

Sur près d'un millénaire (500 avant J.-C au V<sup>e</sup> siècle de notre ère) de petits états indépendants et rivaux vont s'épanouir, notamment les civilisations Nazca et Mochica (*Guillochet, 1989*).

La culture de Nazca est marquée par de très belles céramiques polychromes. Les motifs utilisés pour ces céramiques ont été reproduits à une échelle kilométrique, associés à des lignes enchevêtrées et rayonnantes. Ils ont alors été gravés sur les flancs des hautes montagnes désertiques qui surplombent les vallées de la côte méridionale du Pérou.

A la même époque, la culture Mochica se développe sur la côte septentrionale, dans la vallée de la Moche (fig. 15). D'inspiration Chavin, les Mochicas utilisent des motifs très réalistes. Sur le site côtier de Moche, deux grandes pyramides en brique d'adobe ont été construites. Selon la tradition, elles seraient dédiées aux dieux du Soleil et de la Lune.

La floraison des styles régionaux Mochica et Nazca correspond en quelque sorte à la période classique méso-américaine. Elle est contemporaine de la construction du centre cérémoniel de Tiahuanaco, dans les hautes terres méridionales de Bolivie (fig.15), près du lac Titicaca (*Hachette, 2001*).

- *L'horizon moyen ou l'empire Hauri*

Cette période, qui chronologiquement s'étend du VI<sup>e</sup> siècle au X<sup>e</sup> siècle de notre ère, s'accompagne d'un retour aux influences unificatrices où se développent les styles Huari et Chimú (*Guillochet*, 1989). Les chefs de la cité de Huari, sur les hauts plateaux du centre du Pérou, vont se convertir à la religion célébrée à Tiahuanaco. Les artistes de la côte méridionale vont transposer les couleurs vives et les lignes stylisantes des céramiques et des textiles du style Nazca ancien aux représentations du Tiahuanaco, avant de céder leur technique à la côte centrale, où le sanctuaire et l'oracle de Pachacamac finira par éclipser Tiahuanaco.

Avec le déclin de l'influence Huari, les lignées royales de Lambayeque, et plus tard de Chimú, apparaissent sur la côte septentrionale du Pérou. Les rois de Chimú se font bâtir d'impressionnantes citadelles à Chanchán, dans la vallée de la Moche (*Hachette*, 2001).

- *L'époque des états régionaux ou l'intermédiaire récent*

C'est l'époque de l'ascension des Incas. La production artistique est importante et l'on assiste à un retour au régionalisme (*Guillochet*, 1989).

- *L'horizon récent ou l'horizon inca*

A l'origine de l'Empire Inca se trouve une petite tribu d'agriculteurs et de guerriers établis dans la vallée de Cuzco (fig. 15). A l'époque de son apogée, sous le règne de Huayna Capac, l'Empire Inca constitue le territoire le plus vaste d'Amérique (*Guillochet*, 1989). Les objets décoratifs incas, tels que les étoffes et la céramique, sont caractérisés par la sobriété et la pureté des formes géométriques. L'architecture et les ouvrages d'art des Incas surpassent ceux de leurs prédécesseurs. Des routes pavées desservent tout l'Empire, d'importants systèmes de terrassement et d'irrigation sont mis au point et d'épais murs sont construits selon un appareillage parfaitement ajusté (exemple, la cité de Machu Picchu). À 3 km au Nord de la capitale inca de Cuzco sont bâtis la citadelle et le centre cérémoniel de Sacsahuamán (*Hachette*, 2001).

Deux objets de cet ensemble géographique ont été étudiés. Le premier est une petite masse d'arme (N° 21) de style Mochica ou Chimú (III-V<sup>e</sup> ou X-XV<sup>e</sup>) ; le second (N° 850.16.31) de style inca (XIV-XVI<sup>e</sup>), est un récipient utilisé pour des offrandes appelé conopa.

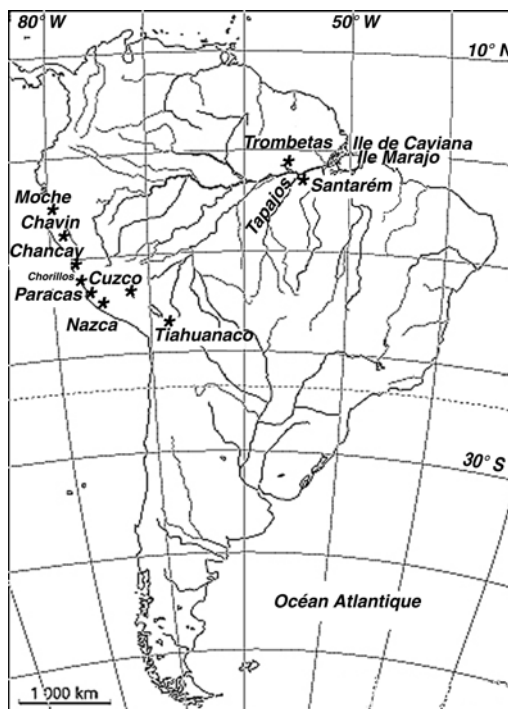


Fig. 15  
Civilisations sud-américaines.

**Masse d'arme**

Donateur : Marie-Madeleine Fourgheon-Salce, 26 mars 2001

Petite masse d'arme en forme de tête de chouette.

Style : Pérou, Mochica ou Chimu III<sup>e</sup>-V<sup>e</sup> ou X<sup>e</sup>-XV<sup>e</sup> (Mongne, 2001)

La pièce est composée d'une roche brune à taches noirâtres, constituée d'au moins deux minéraux. Elle est très poreuse et très altérée.

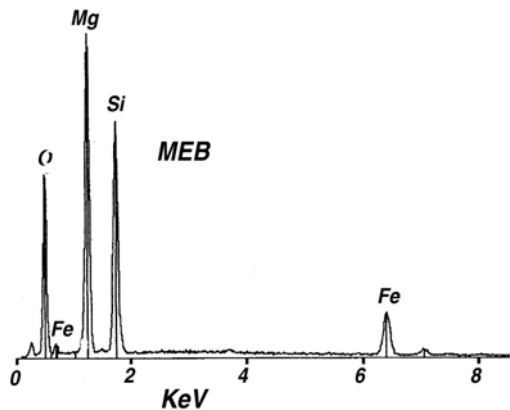


Photo A. Cossard, LPG Nantes

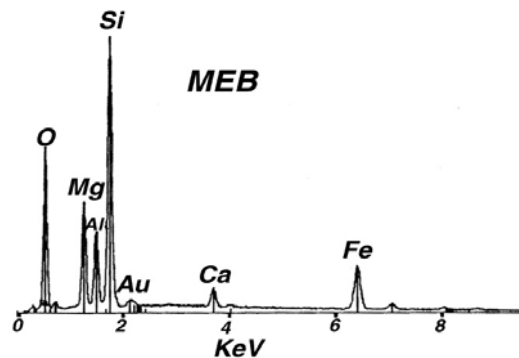
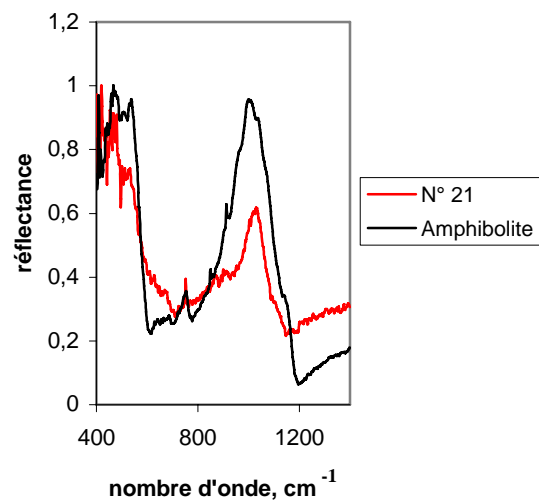
Hauteur : 4,7 cm

Diamètre : 6,9 cm

a)



b)

**Infrarouge**

Corrélation : 0,94

La densité de cette pièce n'a pas pu être déterminée du fait de sa fragilité.

**Conclusion** : la caractérisation de la nature de cette pièce a été difficile étant donné l'altération de la roche. Les analyses spectrales montrent que les deux minéraux présents dans l'échantillon sont probablement de la serpentine (a) et des amphiboles (b). Ces dernières pourraient provenir de l'altération de roches ultrabasiques.

**Récipient ou conopa**

Donateur : Tenaud (1850)

Provenance : Chorillos ( ancien village à environ 12 km. de Lima), Pérou.

Epoque : Inca

Conopa : c'est une représentation animale. La crinière stylisée permet de reconnaître un alpaga. Le creux dans le dos servait à recueillir le suif des lamas ou les aromates pour le sacrifice. Aujourd'hui encore, des statuettes similaires sont enterrées en guise d'offrandes pour la déesse de la Terre, sous le seuil des portes, dans les champs ou devant les parcs à lamas, pour encourager magiquement la prolifération des bêtes (Disselhoff et Sigvald, 1960).



Photo A. Cossard, LPG Nantes

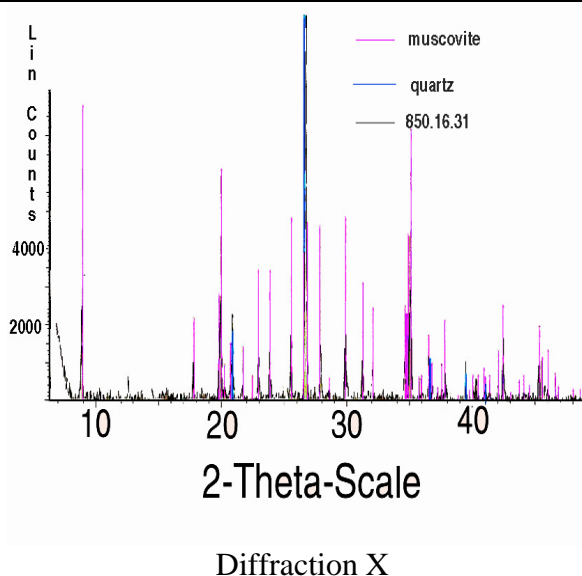
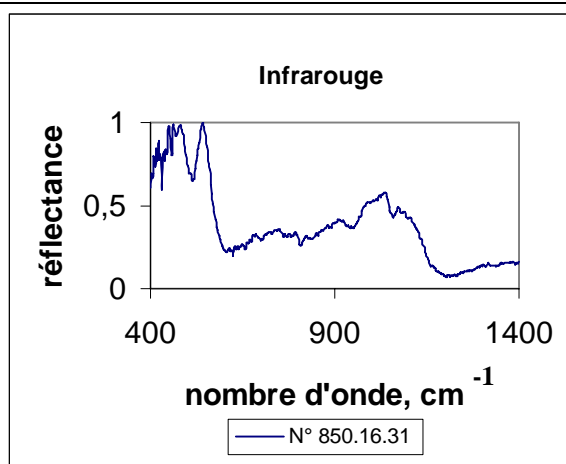
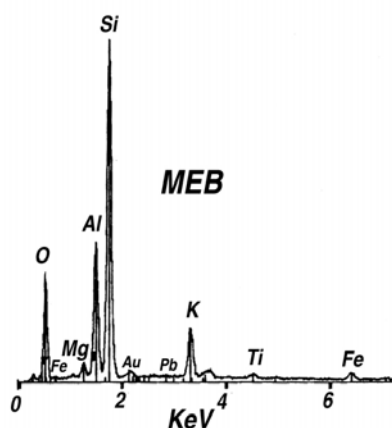
Hauteur : 9,2 cm

Largeur : 12,4 cm

Epaisseur : 5,1 cm

La pièce est composée d'une roche à grain très fin de couleur noire.

Densité : 2,73



**Conclusion** : la détermination de la nature de cette pièce est rendue difficile par un manque d'échantillon-étalon pour le spectre infrarouge. Elle est massive et semble noire, mais le diagramme de diffraction conclut à la présence de deux minéraux leucocrates: muscovite  $[KAl_2Si_3O_{10}(OH)_2]$  et quartz  $[SiO_2]$ . L'analyse par MEB montre la présence de Mg, de Fe et de Ti. Ces deux derniers éléments pourraient expliquer la couleur de la pièce. Celle-ci, composée principalement de micas potassiques, pourrait être une ferro-aluminoceladonite,  $[KAl(Fe,Mg)Si_4O_{10}(OH)_2]$  d'après la classification de Rieder et al. (1998).

## 6b- Culture brésilienne (Trombetas)

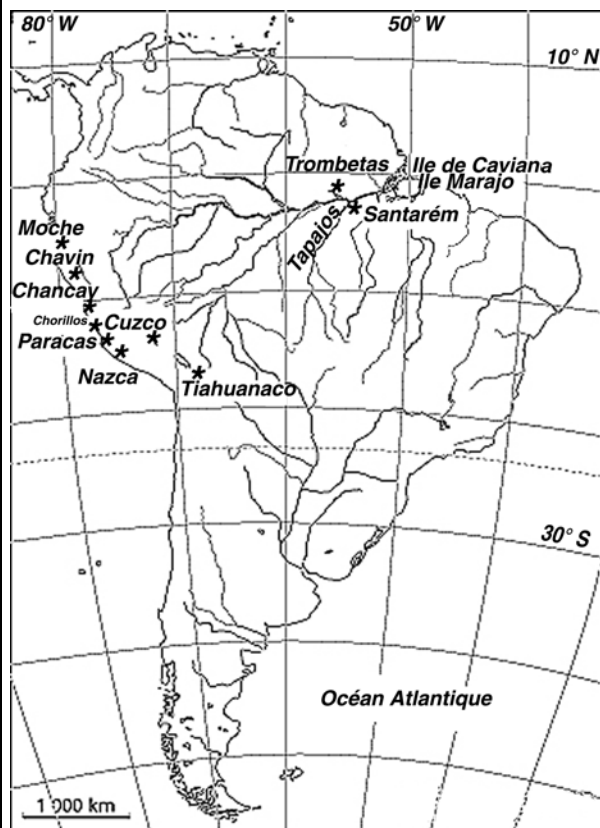


Fig.15. Civilisations sud-américaines.

L'aire amazonienne est moins bien connue que ses voisines andines. Ce territoire se découpe en quatre zones archéologiques (Guillochet, 1989) : l'île de Marajo, le Nord-Est brésilien, la région de Santarem et le centre amazonien (fig. 15).

Des chasseurs-récolteurs sont présents en Amazonie, au moins 10 000 ans avant notre ère. Dès le IV<sup>e</sup> millénaire av. J.-C., apparaissent des outils primitifs, des haches semi-polies, grattoirs, tranchoirs, perles taillées dans la pierre ou les coquillages (Barbier, 1999).

Vers 1100 av. J.-C, des immigrants possédant quelques connaissances en matière d'agriculture et de céramique s'installent dans la Basse-Amazone et dans l'île de Marajo, en provenance de Colombie ou du Venezuela. Ces proto-agriculteurs céramistes sont les responsables de la phase *Ananatuba* à Marajo qui se termine en 200 av. J.-C. Ils sont remplacés peu à peu par des nouveaux venus, horticulteurs de la forêt tropicale, qui peuplent également l'île Caviana. C'est la phase *Mangueiras*, qui se termine vers 100 ap. J.-C.

La phase suivante, toujours à Marajo, se nomme *Formiga* (100 ap. J.-C à 400 ap. J.-C). Elle se caractérise pour une régression de la céramique.

Au cours de la phase suivante, due à l'arrivée des peuples venus des régions sub-andines, on assiste à une véritable révolution. Cette période appelée *Marajoara* (400 ap. J.-C à 1350 ap. J.-C) est caractérisée par des rites funéraires particuliers. Les corps sont provisoirement enterrés, puis les os sont exhumés, placés dans une grande urne de céramique, et un enterrement « secondaire » a lieu.

Vers 1350, la région est envahie par les Indiens de Guyane (les Aruas), auteurs d'urnes moins élaborées, coutumes abandonnées vers le XIX<sup>e</sup> siècle du fait des colons portugais. Si l'archéologie de Marajo, de la Basse-Amazone et de la Haute-Amazone est assez bien connue, la culture dite de Santarem, qui occupe un vaste territoire à hauteur de la rivière Tapajos, l'est beaucoup moins (Barbier, 1999).

Deux pièces de cette aire ont été étudiées : des idoles de pêche (N° 882.1.456 et N° 882.1.469) que les pêcheurs accrochaient aux proues des embarcations. Elles proviennent du Complexe Tapajos-Trombetas (Brésil), régions peu connues aujourd'hui.

**Bas-relief incomplet**

Donateur : abbé Cullère (1886)

Provenance : complexe Tapajos, Trombetas, Amazonie, Brésil

Représentation d'un animal à tête de serpent et au corps formé de deux poissons entre lesquels sont percés deux trous.

Une note de Cuillère conservée dans les archives du Musée Dobrée (*Catalogue d'exposition*, 1958) indique que l'objet a été découvert en 1884 sur les bords du Lac Sapucoa, à l'endroit où le Rio Trombetas se jette dans l'Amazone, paroisse d'Obidos, Bas-Amazone, Brésil.

Il s'agit d'une idole de pêche que l'on fixait à la proue des embarcations (*Catalogue d'exposition*, 1958)



Photo A. Cossard, LPG Nantes

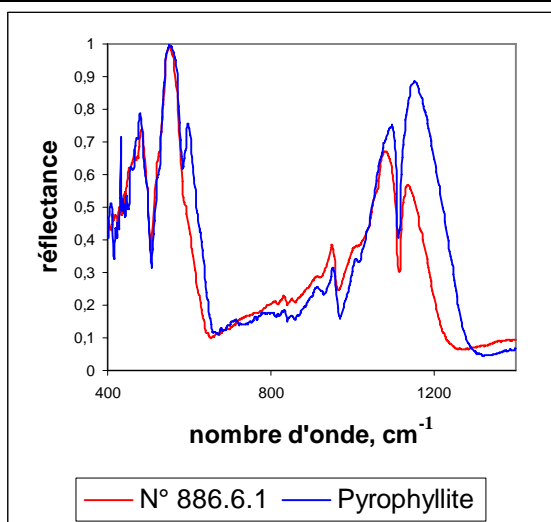
Hauteur : 14,7 cm

Largeur : 10,7 cm

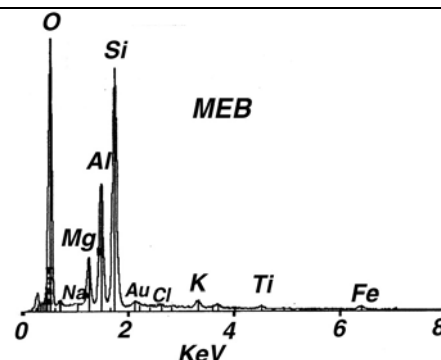
Épaisseur : 6,8 cm

La pièce réagit très faiblement aux UVC et UVL (brun-verdâtre).

Densité : 2,71



Corrélation : 0,95



Lazarenko (1963) mentionne la présence de MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et FeO dans la pyrophyllite.

**Conclusion** : La pièce est composée principalement de pyrophyllite (Al<sub>4</sub>[Si<sub>8</sub>O<sub>20</sub>](OH)<sub>4</sub>, densité : 2,65-2,90 (Deer et al., 1992).

Minéral peu commun, résultant de l'altération des roches métamorphiques riches en Al (métapelites, metabauxites, métaquartzites) jusqu'au faciès des schistes verts et par altération hydrothermale des minéraux (feldspaths, muscovite, etc.) dans les roches siliceuses (Deer et al., 1992).

Des gisements de stéatite (terme général utilisé pour le talc et la pyrophyllite) sont mentionnés au Brésil dans la région de Ouro Preto (Bariand et Poirot, 1998).



**Bas-relief anthropomorphe**

Donateur : abbé Cullère (1886)

Provenance : Complexe Tapajos, Trombetas  
Amazonie, Brésil

« Représentation d'une tête de mort, coiffée d'un heaume empanaché et enchâssé dans un ornement en forme de tête de cheval : les parois de cet arceau sont gravées de deux têtes placées symétriquement. Le revers de l'objet est gravé d'une ligne sinueuse. Il est perforé de deux grands trous. Sur une large bande alternent deux figures humaines encadrées par des animaux. »  
(Guillochet, 1989)

Densité : 2,77



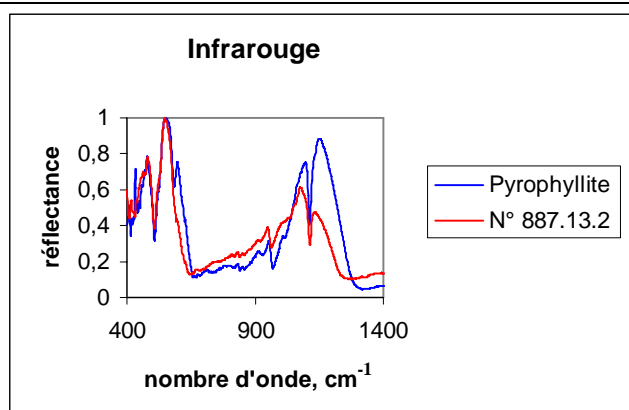
Photo A. Cossard, LPG Nantes

Hauteur : 13,3 cm

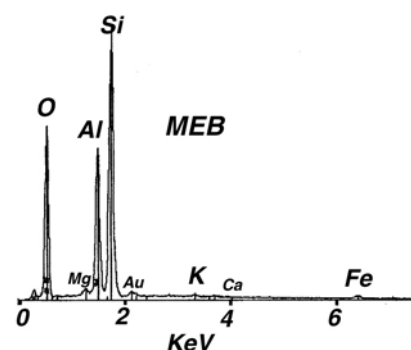
Largeur : 14,8 cm

Épaisseur : 5,3 cm

La pièce réagit très faiblement aux UVC et UVL (brun-verdâtre).



Corrélation : 0,94



Conclusion : La pièce est composée principalement de pyrophyllite

Discussion : ces deux pièces brésiliennes sont très probablement composées de pyrophyllite selon l'analyse du MEB, la densité et la très bonne corrélation obtenue dans l'infrarouge. Néanmoins, cette pièce présente une dureté légèrement supérieure à la valeur classique de la pyrophyllite : 1-2 (Deer et al., 1992). Il est donc possible que ces pièces aient été chauffées pour les durcir, traitement qui est mentionné par Poirot (1976) pour la stéatite.



## VII- Bijoux

7a- N° 882.1.456

**Petit anneau en or avec une gemme bleue gravée en creux (intaille)**

Donateur : Collection Parenteau (1882)

Provenance : environs de Brest (Finistère)

Epoque : gallo-romaine. Par sa forme, appartient au type 2 : I<sup>er</sup> au milieu du III<sup>e</sup> siècle ap. J.-C. (Guiraud, 1988).

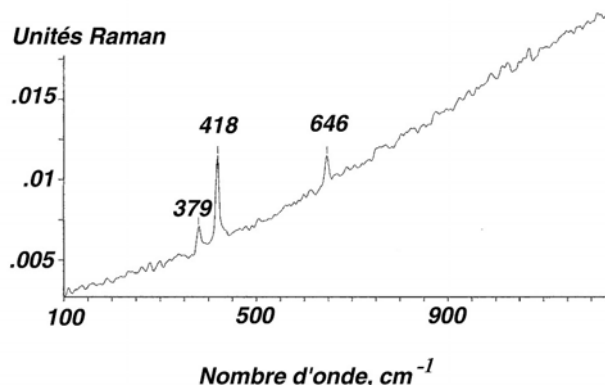
La bague de forme circulaire est constituée de deux feuilles d'or fins soudées sur le rebord intérieur. Sur la face plane du cabochon est gravé en creux (intaille) le portrait d'un homme aux traits sévères, dont la barbe est figurée par des bandes obliques et dont la tête est ceinte d'une couronne à deux rangs, ornée de trois globules. Les boucles des cheveux sont représentées par des petits cercles et l'œil par un simple globule (Gerbier, 1988).

D'après Guiraud (1988) l'intaille représente la tête d'Hercule d'âge avancé.



Photo A. Cossard, LPG Nantes

Dimensions de l'objet  
Hauteur : 1,8cm  
Largeur : 1,8 cm  
Epaisseur : 0,5cm



Le spectre est celui d'un corindon (saphir)

Le saphir a un dichroïsme marqué (bleu-violet, bleu pâle). Deux petites inclusions noires et opaques avec des figures d'éclatement, ont été observées. L'une d'elles a une section triangulaire (côté culasse).

L'analyse du métal donne les résultats suivants :

Au 93,96 %, Cu 2,68 %, Ag 3,54 %.

La pureté de cet alliage peut être le résultat de différents procédés d'affinage utilisés, selon Mohen (1988) par les Romains : coupellation, amalgame, cémentation. Procédés qui permettaient d'obtenir des objets à titre d'or élevé. Mais il peut, tout aussi, s'agir d'or non raffiné provenant directement d'un gîte primaire ou plus vraisemblablement d'un dépôt alluvial (or pépitique).

Conclusion : l'anneau est composé d'or à l'état presque pur ; la gemme de belle qualité est un corindon (saphir).

D'après *Hyrsl* (2001) plusieurs origines sont possibles pour ces saphirs anciens :

- les dépôts alluvionnaires du Sri Lanka (Ceylan) arrivés en Europe avec Alexandre le Grand pendant le I<sup>e</sup> siècle avant J.-C et devenus courants en joaillerie à l'époque romaine ( I<sup>e</sup> et III<sup>e</sup> siècle après J.-C)
- les saphirs de la région du Puy de Dôme (France) et de Jizerska Louka dans le Nord-Est de Bohème (Autriche) bien que moins abondants, restent des candidats possibles.

Selon *Vollenweider* (1974) les saphirs qui nous sont parvenus de l'antiquité se distinguent par leur rareté. Sur la douzaine qui se trouve dans les musées, seulement deux se distinguent pour leur qualité et leur gravure. Le premier (collection privée en Angleterre) montre une tête de Zeus. D'après *Boardman* (1968), il ne pourrait être plus tardif que le III<sup>e</sup> siècle avant J.-C. Le second saphir, un camée en forme de cœur (collection du Fitzwilliam Museum à Cambridge) correspond au style classique et à la dynastie d'Auguste (I<sup>e</sup> siècle après J.-C).

**Bague épiscopale ?**

Epoque : VI<sup>e</sup> siècle (*Millet*, 1999)

Provenance : la bague fut trouvée dans un sarcophage, à Rezé en 1854 (Nantes)

Rezé est une ancienne ville portuaire gallo-romaine, sur le bord Sud d'un bras de Loire nommé le Seil, à l'Ouest de la confluence de la Sèvre Nantaise avec le fleuve. La ville se développe dès l'époque augustinienne (son nom romain serait Ratiatum). Elle devient siège d'évêché dès le début du VI<sup>e</sup> siècle et le reste jusqu'à une période comprise entre 533 et 541 (*Millet*, 1999)

Deux hypothèses sur l'appartenance de cette bague sont données :

-*Parenteau* (1878) l'attribue à Adelphius (évêque régional de Ratiate, en 511).

-*Millet* (1999) estime qu'il n'existe pas de preuve formelle pour attribuer cette bague à Adelphius, car l'occupant du tombeau n'a pas été identifié. Cependant la riche décoration chrétienne de la bague et la concentration importante de sarcophages mérovingiens dans le cimetière du bourg, autour de l'église de Saint-Pierre, pourraient indiquer que le site était un centre spirituel. Cette bague devait donc appartenir à un haut dignitaire de l'église.



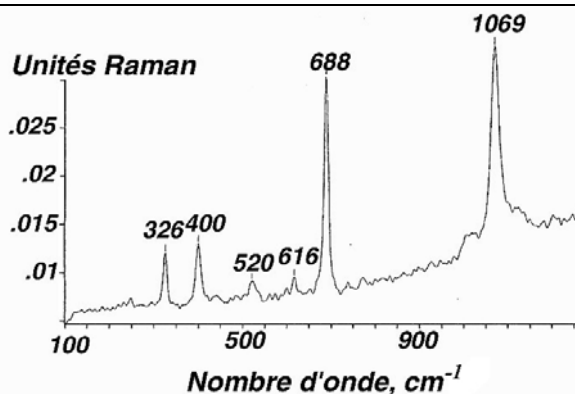
Photo A. Cossard, LPG Nantes.

Dimensions de l'objet

Diamètre : 1,8 cm

Épaisseur : 1 cm

Poids : 3,5 gr

**Conclusion :**

Le spectre Raman correspond à celui d'un béryl, la couleur est celle d'une émeraude. L'analyse du métal :

Au (45,87 %); Cu (23,13 %); Ag (31%) correspond à un titrage de 12 carats (*Baume*, 1996)

L'analyse MEB de la pâte verte montre qu'il s'agit probablement d'une cire naturelle colorée au Chrome.

D'après *Heuzé* (2000) plusieurs origines peuvent être suggérées pour cette émeraude : Égypte, Autriche (exploitation de Habachtal), Pakistan, Afghanistan, Oural. Une analyse ICPMS (qui n'a malheureusement pas été possible dans le cadre de ce travail) pourrait permettre de retrouver l'origine géologique de cette émeraude.

« Bague à jonc annulaire et épaulements triangulaires, richement ornée de quatre feuilles, volutes doubles, rinceaux et grappes de raisin ; chaton à émeraude rectangulaire taillé en table aux angles abattus » (*Micro Musée*, 2000).

La gemme est assez opaque et taillée très grossièrement. Elle semble être « posée » sur une pâte verte qui recouvre aussi le coin écorché de la pierre. Quelques petites inclusions fluides ont été observées.

## VIII- Discussion

L'objectif initial du travail présenté ici était de caractériser la nature pétrographique de plusieurs pièces du Musée Dobrée de Nantes, en s'appuyant sur les différentes techniques non destructives mises à notre disposition par l'Institut des Matériaux Jean Rouxel. Les pièces ont d'abord été analysées de manière systématique par différentes techniques telles que sonde Raman, MEB, mesures de densité, dans le seul but de les caractériser. Cependant, quelques doutes persistaient si bien qu'une autre technique non destructive a été mise en œuvre pour affiner l'interprétation de nos premiers résultats.

Cette dernière technique non destructive fait appel à la spectrométrie infrarouge en réflectance spéculaire. Jusqu'alors, cette technique avait été peu utilisée, car les réglages propres à l'accessoire étaient longs et délicats et les échantillons étaient limités en taille.

L'adaptation d'une partie de l'accessoire ATR diamant (utilisé pour la première fois dans le cadre de cette étude) a permis d'obtenir des spectres ayant un bon rapport signal sur bruit, de manière très rapide et sur des échantillons de taille décimétrique. La technique s'est donc avérée efficace pour l'analyse des pièces de musée. Toutes les pièces ont été ré-analysées avec cette technique, puis comparées au catalogue des données-étalons établi par *Ostroumov* en 1996. Comme ce catalogue n'avait pas été établi dans les mêmes conditions techniques, une « cross-corrélation » normalisée a été utilisée, afin de ne comparer que la forme des spectres et d'avoir une mesure quantitative de compatibilité entre eux. Le catalogue a également été enrichi par de nouvelles données-étalons obtenues sur des échantillons bruts ou sciés.

Une fois la méthode maîtrisée et les étalons acquis, la technique s'est avérée plus efficace qu'on ne l'espérait au début de l'expérimentation : beaucoup de pièces auraient pu être caractérisées avec cette seule méthode (16 pièces sur 22, sans prendre en compte les deux bagues). Il est cependant important de souligner que ces pièces archéologiques sont composées presque exclusivement d'un seul minéral.

Trois pièces ont posé des problèmes majeurs :

- le masque aztèque n° 856.36.1, composé de plusieurs minéraux (au moins trois) ;
- la masse d'arme sud-américaine n° 21, composée d'une roche très altérée, avec au moins deux minéraux ;
- le conopa péruvien n° 850.16.31.

L'utilisation de la réflectance infrarouge spéculaire pour la détermination d'échantillons de musée composés de plusieurs minéraux, en association avec les méthodes plus classiques d'analyse non-destructive, reste donc une perspective de recherche intéressante pour le futur.

D'autre part, le temps imparti à cette étude n'a pas permis d'aborder la gîtologie des roches-mères. Cependant, pour les jadéites d'Amérique Centrale, seul un gisement important est mentionné dans la bibliographie consultée. Il s'agit, d'après *Hargett* (1990), des jadéites du Guatemala, qui auraient pu fournir les matières premières à toute la Mésio-Amérique. D'après *Harlow* (2003) des études pétrographiques, des analyses d'éléments traces et des mesures isotopiques sont actuellement en cours, afin de comprendre l'origine et les relations qui existent entre les serpentines, les jadéites et les autres roches du Guatemala.

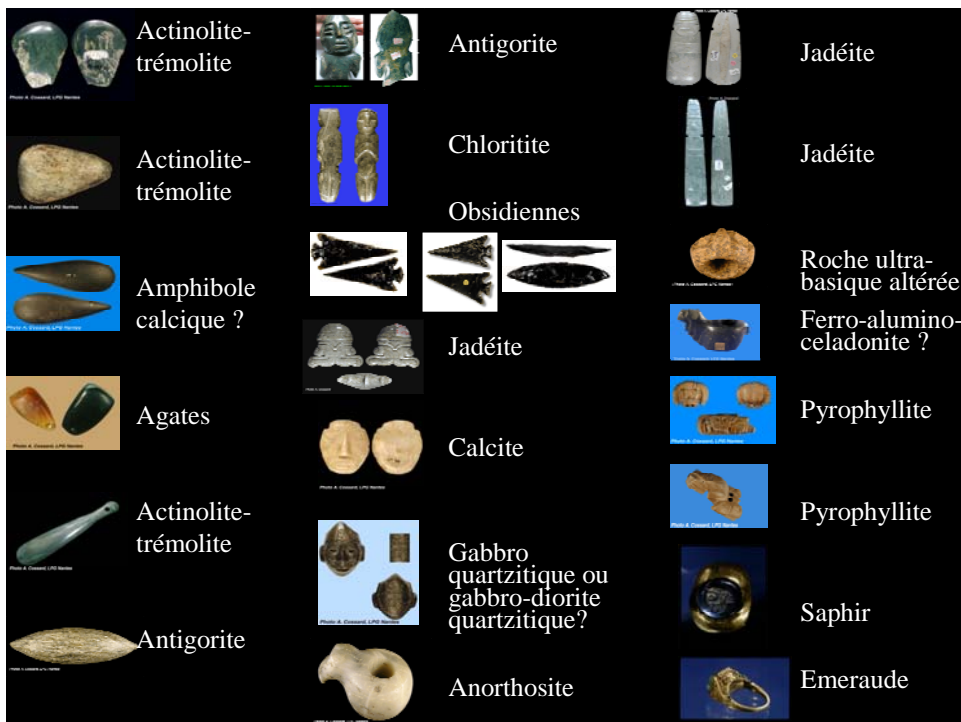
## IX- Conclusion

Les musées disposent de collections de pièces variées, souvent peu étudiées du point de vue de leur nature pétrographique. Plus particulièrement, les roches vertes fréquentes dans ces collections sont souvent cataloguées comme des « jades ».

Chaque pièce de musée étant unique, il faut adapter son analyse en fonction de ses caractères particuliers et des techniques disponibles. Cette étude a montré que des techniques non destructives, telles que la spectrométrie infrarouge en réflectance spéculaire et la sonde Raman, sont des techniques de caractérisation très adaptées. A l'heure actuelle, elles ne sont totalement efficaces que pour des gemmes (application aux bijoux) ou à des pièces polycristallines 'quasi' mono-minérales. Pour l'étude des pièces à composition principalement métallique, l'analyse au MEB est la plus indiquée pour leur caractérisation. Pour l'étude des pièces composées de roches (poly-minérales) seul un ensemble de méthodes peut permettre d'identifier leur nature. C'est ainsi que le MEB, l'étude des densités ou la luminescence, entre autres techniques, fournissent des informations complémentaires parfois indispensables.

En conclusion, l'étude des pièces de musée et des gemmes par réflectance spéculaire a est un outil efficace et non destructif de caractérisation des pièces de musée de taille millimétrique à décimétrique. Elle mérite donc d'être développée. Le domaine spectral utilisé dans cette étude s'étendait de 400 à 1600  $\text{cm}^{-1}$ . Les domaines de nombre d'onde compris entre 0 et 400  $\text{cm}^{-1}$  restent encore à explorer avec l'accessoire de l'ATR diamant, par exemple en augmentant le nombre de scans. D'autre part, la caractérisation, par l'absorption infrarouge, de chacun des minéraux présents dans les roches poly-minérales, fait actuellement l'objet de recherches en géologie. Enfin, le catalogue des échantillons étalons, initié par *Ostroumov* en 1996 et modestement complété dans le cadre de ce travail, doit être continuellement enrichi. Lorsqu'ils présentent des faces planes, les échantillons bruts donnent en effet des spectres très caractéristiques et très discriminants.

Voici un tableau récapitulatif (fig. 16) des pièces étudiées et de leur nature minéralogique :



## Références bibliographiques

- Aron, C. (1996) *Etude des collections précolombiennes du Musée archéologique de Nantes (Musée Dobrée)*, Mémoire de Maîtrise d'Histoire, Univ. Rennes 2, France, 170 p.
- Barbier, J. (1999) *Guide de l'Art Précolombien*, Musée Barbier-Mueller Art Precolombi, Skira, Barcelone, Espagne, 102 p.
- Bariand, P., Cesbron, F. et Geffroy, J. (1977) *Les Minéraux*, Editions du BRGM, Orléans, France, 3 tomes, 489 p.
- Bariand, P. et Poirot, J.-P. (1998) *Larousse des pierres précieuses*, Larousse, Paris, France, 284 p.
- Baume, G. (1996) *Etude des bijoux de la famille Dobrée*, Mémoire de DU Gemmologie, Univ. de Nantes, France, 171 p.
- Boardman, J. (1968) *Engraved Gems, The Lonides Collection*, Thames and Hudson , n° 15, Londres, Grande-Bretagne.
- Catalogue d'exposition (1958) *Trésors d'archéologie américaine et océanienne des musées de Provence*, Musée Dobrée, Nantes, France, 63 p.
- Carr, M., Rose, W., et Stoiber, R. (1982) *Central America in Thorpe, R.S. ed., Andesites : Orogenic Andesites and Related Rocks, Central America*, John Wiley & Sons, London, U. K., pp. 148-166.
- Chalain, J.-P.(1992) *Vers une gemmologie de laboratoire*, Mémoire de DU Gemmologie, Univ. de Nantes, France, 228 p.
- Deer, W., Howie, R., and Zussman, J. (1992) *The Rock forming minerals*, John Wiley & Sons, London , U. K., 435 p.
- Disselhoff, H. et L. Sigvald (1960 ) *Amérique Précolombienne*, Albin Michel, Paris, France, 286 p.
- Duverger C. (1999) *La Méso-Amérique*, Flammarion, Paris, France, 478 p.
- Encyclopaedia Universalis (2001) version 7, CD-Rom.
- Gagny, C. et Nicolas, A. (1966) *La séparation des minéraux dans les roches*, inédit, Univ. Nantes, France, 74 p.
- Gay, C. (1967) *Mezcala stone sculpture : The human figure*, Museum of Primitive Art Studies, New York, N. Y.
- Gerbier, C. (1988) *Les bijoux et les intailles d'époque romaine du Musée Dobrée de Nantes*, Mémoire de Maîtrise d'Histoire ancienne, Univ. Nantes, France, 220 p.

- Guiraud, H. (1988) *Intailles et camées de l'époque romaine en Gaule (territoire français)*, 48 supplément à Gallia, CNRS ed., Paris, France, 227 p.
- Guillochet, L. (1989) *Les collections américaines du Musée Dobrée*, Mémoire de Maîtrise d'Histoire, Univ. Paris I, France, 195 p.
- Hachette (2001) Encyclopédie Multimédia, CD-Rom.
- Hargett, D. (1990) Jadeite of Guatemala, a Contemporary View, *Gem & Gemology*, 26, 134-141.
- Harlow, G. (2003) *Jadeitites, albitites, eclogites, metabasites and related rocks from Guatemala and elsewhere*, [http://research.amnh.org/earthplan/research/geh\\_jade.html](http://research.amnh.org/earthplan/research/geh_jade.html), consulté le 21/01/2003.
- Hatch, F., Wells, A., et Wells, M. (1961) *Petrology of the igneous rocks*, Allen and Unwin, London, U. K., 515 p.
- Heuzé, M. (2000) Le jardin secret des émeraudes, *L'objet d'art*, 345, 52-65.
- Hyrsl, J. (2001) Sapphires and their imitations on medieval art objects, *Zeitschr. Deutschen Gemm. Ges.*, 50, 153-161.
- Lasnier, B. (1992) La Microsonde Raman en Gemmologie, *Revue de Gemmologie AFG*, hors série, Paris, France, 60 p.
- Lavergne, M. (1986) *Méthodes Sismiques*, Institut Français du Pétrole, Editions Technip, pp. 60-61.
- Lazarenko, E. (1963) *Cours de Minéralogie*, Acad. Sciences Moscou, Russie, 183 p.
- Mandarino, J. (1999) *Fleischer's Glossary of Mineral Species*, The Mineralogical Record Inc., Tucson, Az., 225 p.
- Micro Musée de Dobrée (2000) Banque de données informatiques du Musée, Nantes, France.
- Millet, S. (1999) *Les premières implantations chrétiennes à Nantes et dans sa proche région, des origines au X<sup>e</sup> siècle*, Mémoire de Maîtrise d'Histoire médiévale, Univ. Nantes, France, 223 p.
- Mohen, J. (1988) *Orfèvrerie Gallo-Romaine. Le trésor de Rethel*, Picard, France, 172 p.
- Mongne, P. (2001) *Collections Marie-Madeleine Fourgheon-Salce*, inédit, Musée Dobrée de Nantes, France, 2 p.
- Musée Galerie de la Seita (1992) *Figures de pierre*, Hoëbeke, Paris, France, 11 p.
- Nelken-Terner, A. (2001) *Amérique Précolombienne (Archéologie et Art)*, Encyclopaedia Universalis, version 7, CD-Rom.
- Nickel, E., et Nichols, M. (1991) *Mineral Reference Manual*, Chapman & Hall, New York, N.Y., 250 p.

- Ostroumov, M. (1996) *Catalogue de données infrarouge en réflectance spéculaire*, Univ. Nantes, France, inédit.
- Parenteau, F. (1878) *Inventaire Archéologie*, p. 56, n° 6, pl. 28, Musée Dobrée de Nantes, France.
- Petrequin, P. et Jeunesse, C. (1995) *La Hache de pierre*, Errance, Paris, France, 126 p.
- Poirot, J.P. (1976) *Eléments de Gemmologie*, Inst. Nat. Gemm. Paris, France, 348 p.
- Pomerol, C. et Renard, M. (1997) *Eléments de Géologie*, Masson, Paris, France, 625 p.
- Reed, C. (2002) Guatemala's Olmec Jade, *Geoarchaeology, Geotimes, New Notes*, <http://geotimes.html>, consulté le 15/12/2002.
- Ricq-de Bouard, M. (1996) *Péetrographie et sociétés néolithiques en France méditerranéenne*, CNRS ed., Paris, France, 272 p .
- Rieder, M., Cavazzini, G., D'Yakonov, Y., Frank-Kamenetskii, V., Gottardi, G., Guggenheim, S., Koval, P., Müller, G., Neiva, A., Radoslovich, E., Robert, J.-L., Sassi, F., Takeda, H., Weiss, Z., et Wones, D. (1998) Nomenclature of the micas, *The Canadian Mineralogist*, 36, pp. 905-912.
- Snarskis, M., Salgado, S. et Sanchez, A. (2001) *Arts précolombiens de l'Amérique centrale, Nicaragua, Costa Rica et Panama*, Somogy éditions d'Art, Paris, France, 263 p.
- Soustelle, J. (2001) Méso-Amérique, Encyclopédie Hachette, CD-Rom.
- Taladoire E. et Faugère-Kalfon, B. (1995) *Archéologie et art précolombiens : la Méso-Amérique*, Manuels Ecole du Louvre, Paris, France, 351 p.
- Time-Life (1992) *Grandes civilisations du passé. Les Aztèques*, Time-Life, Amsterdam, Pays-Bas, 168 p.
- Vollenweider, M. (1974) Le plus beau saphir antique, *Revue de Gemmologie AFG*, 39, 25.
- Wooley, A. (1983) Jades axes and other artefacts in Kempe, D., and A. Harvey eds., *The petrology of archaeological artefacts*, Clarendon Press, Oxford, U. K., pp. 257-276.



## *Liste des figures*

Figure 1	Localisation géographique de quelques pièces étudiées.	6
Figure 2	Balance de type Mettler, schéma modifié d'après Gagny et Nicolas (1996)	8
Figure 3	Schéma d'une partie de l'ATR Diamant.	9
Figure 4	Exemples de spectres obtenus par réflectance spéculaire.	10
Figures 5 et 6	L'infrarouge avec une partie de l'accessoire ATR Diamant.	9
Figure 7	Spectres obtenus par réflectance : avec ATR (n°563.3449) et étalon Ostroumov.	11
Figure 8	La Méso-Amérique d'après Taladoire et Faugère-Kalfon (1995).	20
Figure 9	Culture Mezcala. Région de Guerrero.	22
Figure 10	Pyramide de la Lune.	25
Figure 11	Tête de Quetzalcoalt, Teotihuacan.	25
Figure 12	Coyolxuahqui, déesse lunaire aztèque.	27
Figure 13	Masque en pierre représentant le dieu Xipe Totec.	27
Figure 14	Carte du Sud de l'Amérique Centrale. Rio Motagua (zone de gisement de la jadéite), régions de Guanacaste-Nicoya, Gran Chiriqui et Chontales.	33
Figure 15	Civilisations sud-américaines.	38 et 41
Figure 16	Tableau récapitulatif des pièces étudiées et de leur nature minéralogique.	48

*Annexe I*

<b>N° de la pièce et/ou petite description ou origine</b>	<b>Eléments chimiques et % en poids normalisé</b>
993-4-311 La Motte, Pornic	Au 91,07 Ag 8,93
882-1-438 Torque Or, Nozay	Au 93,09 Ag 6,91
882-1-436 Collier, Quimper	Au 85,15 Ag 11,71 Cu 3,14
882-1-436 Fermeture du Collier, Quimper	Au 80,76 Ag 15,65 Cu 3,59
882-443 Fibule (très petite)	Au 87,85 Ag 8,91 Cu 3,24
56-2565 Cuillère Argent	Ag 95,79 Cu 4,21
Bague avec vase, table rectangulaire, embouts ajourés.	Au 95,47 Ag 3,07 Cu 1,46
882-1-437 Bague	Au 84,53 Ag 13,70 Cu 1,77
882-14-49 Bague avec os	Au 100,00
Bague, chaton composé d'une petite hachette polie	Au 87,22 Ag 4,32 Cu 8,46
Bague argent, torsade (trésor de Veillon)	Ag 97,17 Cu 2,83
Rouelle en or	Au 96,47 Ag 2,45 Cu 1,08
993-4-228 Bracelet en perles d'or	Au 98,75 Cu 1,25
Cuillère en argent (trésor de Veillon)	Ag 96,29 Cu 3,71
882-1-435 Boucle d'oreille en or	Au 76,29 Ag 23,71

56-4948 Médaille	Au 75,39 Ag 19,95 Cu 4,66
882-1-4	Au 83,82 Ag 11,97 Cu 4,21
856-28-14	Au 92,61 Ag 7,39
897-3-5 Épingle en argent	Ag 95,81 Cu 4,19
882-1-558 Médaille en argent	Au 0,81 Ag 94,51 Cu 4,68
Boucle d'oreille en forme de feuille	Au 87,54 Ag 12,46
Boucle d'oreille à pendentif bleu	Au 86,81 Ag 13,19
903-731 Bague argent	Ag 100
Anneau d'or avec lettre P	Au 88,14 Ag 7,77 Cu 4,09
56-6643 Bague	Ag 100