HAL
open science

Analyse des blocs de matière colorante de Praileaitz I (Deba, Gipuzkoa)

Alain Queffelec, Francesco d'Errico, Marian Vanhaeren

To cite this version:

Alain Queffelec, Francesco d'Errico, Marian Vanhaeren. Analyse des blocs de matière colorante de Praileaitz I (Deba, Gipuzkoa). Penalber, X. and Mujca, J. Praileaitz I (Deba, Gipuzkoa) : niveles Epipaleoliticos y Magdalenienses, 1, Aranzadi, pp.493-503, 2017, Memoria, 10.21630/mmaas.2017.1.19 . hal-01838850

HAL Id: hal-01838850

https://hal.science/hal-01838850v1

Submitted on 27 May 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Munibe Monographs. Anthropology and Archaeology Series • 1 (2017) • 493-503 • Donostia-San Sebastián • ISSN 2530-4720 - eISSN 2530-4739

Analyse des blocs de matière colorante de Praileaitz I (Deba, Gipuzkoa)

Praileaitz Ieko (Deba, Gipuzkoa) bloke koloratzaileen analisia

Analysis of pigment lumps from Praileaitz I (Deba, Gipuzkoa)

Análisis de bloques de materia colorante de Praileaitz I (Deba, Gipuzkoa)

MOTS-CLÉ: Ocre, Magdalénien, Microscopie, Analyse par fluorescence de rayons X.
GAKO-HITZAK: Okrea, Madaleine, Mikroskopia, X izpien fluoreszentzia analisiak.
KEYWORDS: Ochre, Magdalenian, Microscopy, X-Ray fluorescence analysis.
PALABRAS CLAVE: Ocre, Magdaleniense, Microscopía, Análisis de Fluorescencia de rayos X.

Alain QUEFFELEC[1], Francesco D'ERRICO[1,2], Marian VANHAEREN[1]

RÉSUMÉ

Deux fragments d'ocre façonnés par abrasion ont été découverts à Praileaiz I. La composition élémentaire de ces deux pièces, établie par pXRF, diffère de celle mesurée sur des galets riches en fer récoltés dans le Deba, ce qui plaide pour une origine allochtone de l'ocre archéologique. L'analyse microscopique des traces révèle que la pièce de plus grande taille correspond à un fragment d'un crayon de grande taille et qu'elle a été modifiée, après fracture, pour dégager deux zone pointues, utilisées probablement pour marquer un matériel souple.

LABURPENA

Praileaiz I aztarnategian urraduraz landutako bi okre-zati aurkitu ziren. Bi ale hauen oinarrizko konposizioa, pXRF analisiaz lortua, ezberdina da Deban jasotako burdinan aberatsak ziren harri koskorretan neurtutako konposiziotik, eta, ondorioz, okre arkeologikoen jatorri aloktonoa erakusten du. Ebakien analisi mikroskopikoak erakutsi zuen, neurri handieneko zatia, tamaina handiagoko arkatz zati bati dagokiola, hausturaren ondoren bi gune puntadunak izateko aldatua, eta horiekin, material malgua markatzeko erabiliak beharbada.

ABSTRACT

Two modified lumps of ochre were found at Praileaitz I in a Lower Magdalenian context. We submit these two objects, one of composed of two fragments that refit together, to a microscopic and X-Ray fluorescence analysis. The elementary composition of these lumps markedly differs from that recorded on iron rich pebbles collected on the Deba River banks, which supports the exogenous provenance of the archaeological pieces. A difference in elementary composition is also observed between the two fragments that refit together (PA2a-b) and the third piece (PA1). This suggests that the latter was originally part of a different crayon. Microscopic analysis shows that both pieces were extensively shaped by grinding, and that PA1 was reshaped after breakage to produce two protuberances used to mark a soft material.

RESUMEN

En Praileaiz I se descubrieron dos fragmentos de ocre trabajados por abrasión. La composición elemental de estas dos piezas, establecida por pXRF, difiere de la composición medida en los cantos ricos en hierro recogidos en el río Deba, lo que apunta a un origen alóctono del ocre arqueológico. El análisis microscópico de las incisiones reveló que el trozo más grande corresponde a un fragmento de lápiz de mayor tamaño modificado después de la fractura para despejar dos zonas apuntadas, probablemente utilizadas para marcar un material flexible.

1.- INTRODUCTION

De nombreux sites paléolithiques d'Europe, du Proche Orient et d'Afrique ont livré des blocs facettés de matières colorantes (BORDES, 1952; MARSCHACK, 1981; DEMARS, 1992; PALMA DI CESNOLA, 1993; WATTS, 1999, 2010; MCBREARTY, BROOKS, 2000; BARHAM, 2002; HOVERS *et al.*, 2003; HENSHILWOOD *et al.*, 2009, D'ERRICO *et al.,* 2010). L'interprétation quant à leur utilisation varie selon les auteurs. Certains les considèrent comme des fragments dont on a extrait par abrasion sur un support dur une poudre colorante

[1] Univ. Bordeaux, CNRS-UMR 5199 PACEA, B18, allée Geoffroy St Hilaire, F-33615 Pessac, France. email: alain.queffelec@u-bordeaux.fr
[2] DST-NRF Centre of Excellence in Palaeosciences Evolutionary Studies Institute University of the Witwatersrand Private Bag 3, WITS 2050I Johannesburg, South Africa.

doi: 10.21630/mmaas.2017.1.19

(cc) BY - NC - ND

utilisée ensuite dans des activités fonctionnelles ou symboliques (SORESSI *et al.*, 2002; D'ERRICO *et al.*, 2003; D'ERRICO, SORESSI, 2006). D'autres, surtout quand les facettes forment une extrémité pointue, interprètent ces facettes comme les stigmates d'un façonnage ayant comme objectif de réaliser un crayon ou un fusain, outils destinés à marquer ou recouvrir une surface de pigment (LEROI-GOURHAN, 1965). Dans certains sites européens du Paléolithique supérieur ces objets sont décorés de traits gravés et d'entailles (D'ERRICO, VANHAEREN, 2008) et portent des stigmates indiquant qu'ils ont été conservés et utilisés à plusieurs reprises. La fouille de la grotte de Praileaitz I (cf. PEÑALVER, MUJIKA, 2003, PEÑALVER *et al.*, 2017) a permis la découverte de deux blocs facettés de matière colorante, dont l'un constitué de deux fragments qui remontent, et plusieurs fragments ne portant pas de trace de modification apparente. Ces objets proviennent du vestibule et sont attribués sur la base de leur contexte archéologique au Magdalénien ancien cantabrique.

L'objectif de cette étude est de documenter par une analyse microscopique les modifications présentes sur les blocs facettés et d'assurer une analyse élémentaire et non destructive des blocs, interprétée à la lumière d'un référentiel actuel collecté à proximité du site.

2.- CONTEXTE ARCHÉOLOGIQUE

N.	N. Inv.	Carré	Zone
1	283.12	8D	Vestibule
2a*	294.5	8C	Vestibule
2b*	279.14	8D	Vestibule
-	279.13	8D	Vestibule
-	265.1	12A	Vestibule
-	284	10D	Vestibule
-	212.2a	4E	Vestibule
-	212.2b	4E	Vestibule

Tabl. 1. Informations concernant les blocs facettés de Praileaitz I (1 et 2a-b) et les autres fragments d'ocre découverts dans le site. N. : numéro dans cet article. N. Inv. : numéro d'inventaire à la fouille. * : fragments du même bloc qui remontent. / Contextual information on modified (1 and 2a-b) and unmodified ochre lumps from Praileaitz I. N.: number in this article. N. Inv.: excavation catalog number. *: lumps that refit.

Le tableau 1 présente les données contextuelles détaillées de chaque pièce. Les trois blocs facettés (Fig. 1), dont deux remontent, proviennent du centre du vestibule

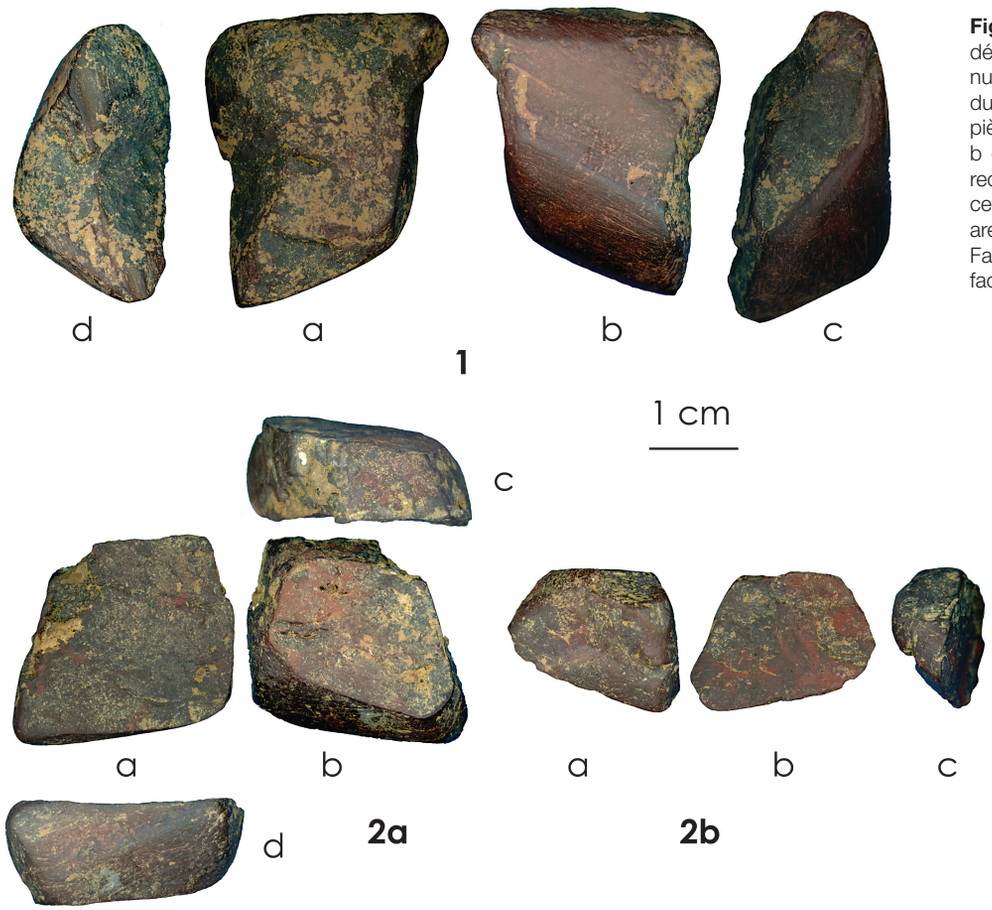

Fig. 1. Blocs d'ocre facettés découverts à Praileaitz I. Les numéros correspondent à ceux du tableau 1. La face b de la pièce 2a remonte avec la face b de la pièce 2b. / Lumps of red ochre bearing abrasion facets from Praileaitz I. Numbers are those indicated in table 1. Face b of piece 2a refits with face b of piece 2b.

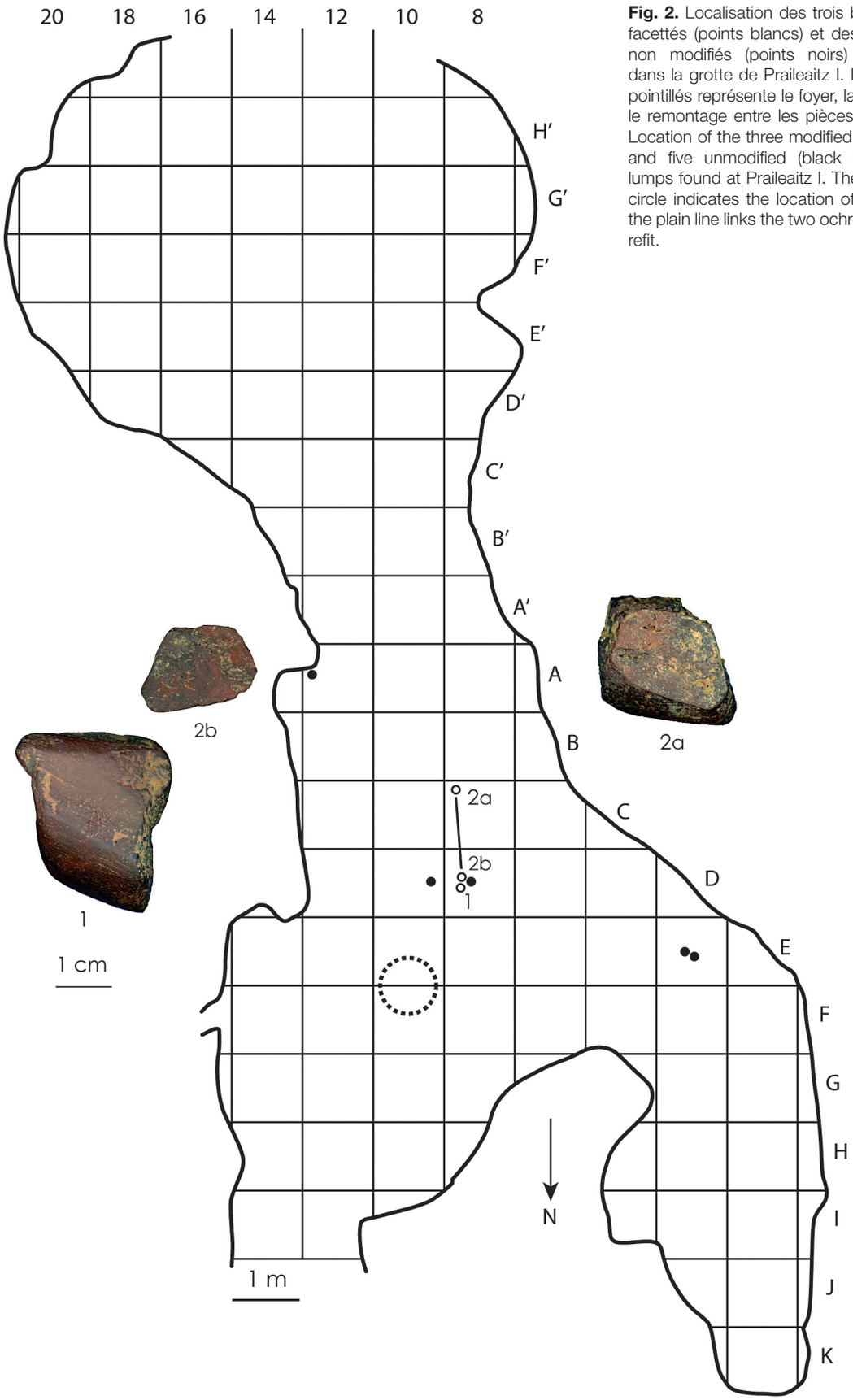

Fig. 2. Localisation des trois blocs d'ocre facettés (points blancs) et des cinq blocs non modifiés (points noirs) découverts dans la grotte de Praileaitz I. Le cercle en pointillés représente le foyer, la ligne pleine le remontage entre les pièces 2a et 2b. / Location of the three modified (white dots) and five unmodified (black dots) ochre lumps found at Praileaitz I. The dotted line circle indicates the location of the hearth, the plain line links the two ochre lumps that refit.

(Fig. 2) dans une zone située à la périphérie de la zone rubéfiée qui a livré la majorité de la faune et de l'industrie lithique ainsi que les dents de bouquetin perforées et une partie des galets perforés. Ces vestiges sont attribués à une occupation du Magdalénien ancien cantabrique (cf. PEÑALVER, MUJIKA, 2003, PEÑALVER *et al.*, 2017) datée par radiocarbone et calibrée par IntCal13 (Beta 162880 AMS : 18311 – 18610 cal. BP, GrA 20464 : 18516 – 18917 cal. BP, GrA 24685 : 18577 – 18979 cal. BP et GrA 24688 : 18824 – 19391 cal. BP) d'environ 18 700 cal. BP (PEÑALVER, MUJIKA, 2003, PEÑALVER *et al.*, 2017, PEÑALVER *et al.*, 2006, PEÑALVER, SAN JOSE, 2008) ce qui correspond à un évènement froid appelé « Heinrich 1 » vers la fin du dernier maximum glaciaire (STANFORD *et al.* 2011). Deux fragments de colorant rouge non modifiés ont été découverts tout près des fragments facettés (Tabl. 1, Fig. 2). Trois autres fragments (Tabl. 1) non modifiés proviennent d'un rayon de 3 mètres autour de la zone des blocs facettés : deux près de la paroi ouest et un près de la paroi est du vestibule (Fig. 2).

3.- MATÉRIAUX ET MÉTHODES

Au cours des prospections menées dans la vallée du Deba en aval du site de Praileaitz I pour documenter la variabilité minéralogique et morphologique des galets transportés par ce cours d'eau et rechercher des galets semblables à ceux transformés en pendeloques à Praileaitz I (D'ERRICO *et al.* 2017), nous avons collecté cinq blocs d'oxyde de fer pouvant servir de matière colorante (Fig. 3). Le lieu de collecte correspond à une petite île située à 1,2 km en aval du site (43°17'06.50"N ; -2°22'01.18"W). Les quatre faces des blocs facettés de Praileaitz I ont été digitalisées avec un scanner Epson Perfection à une résolution de 1200 dpi et observés avec une loupe binoculaire Wild M3C équipée d'une caméra digitale Nikon coolpix 995. Les images digitales des objets ont servi comme support pour enregistrer la localisation et la nature des traces microscopiques identifiées.

La composition élémentaire des blocs facettés et des galets d'oxyde de fer collectés dans le Deba a été établie de manière non destructive en utilisant un spectromètre à fluorescence X (ED-XRF) portatif SPECTRO xSORT. Cet appareil utilise comme source d'excitation un tube à rayons X de 40kV et 50µA à anticathode de tungstène et un détecteur de type SDD. Les mesures ont été acquises durant 60 secondes dans une station d'accueil métallique permettant une mesure en toute sécurité. Le xSORT est fixé à cette station et analyse l'objet par en dessous, ce qui évite de charger l'objet avec le poids de l'appareil et élimine les risques de frottement. Lorsque cela était possible, plusieurs mesures ont été réalisées sur les objets, sur différentes zones, en évitant les zones encroûtées secondairement. Les analyses ainsi réalisées ont été étudiées avec le logiciel xLabPro (Ametek). Celui-ci permet une visualisation du spectre mesuré par l'appareil et l'identification des éléments chimiques représentés par les pics. Une calibration de l'appareil basée sur la méthode Lucas-

Fig. 3. Blocs d'ocre collectés sur une plage à galets le long du Deba. / Lumps of ochre collected on a river bank of the Deba River.

Tooth & Price (1961) a été établie en analysant des échantillons de composition connue (standards internationaux et échantillons analysés en ICP-AES et ICP-MS au SARM-CRPG) (Fig. 4). Nous n'avons conservé que les éléments chimiques pour lesquels le R^2 de la droite de corrélation entre les valeurs officielles et les valeurs calculées par notre méthode était supérieur à 0,9. Cette calibration nous permet de calculer la concentration chimique des éléments retenus pour les échantillons de composition inconnue que sont les objets archéologiques et les galets naturels. Les analyses statistiques et les représentations graphiques ont été réalisées à l'aide du logiciel CoDaPack (THIO-HENESTROSA, COMAS, 2006) qui se base sur la méthode décrite par Aitchison et Greenacre (2002) (dans

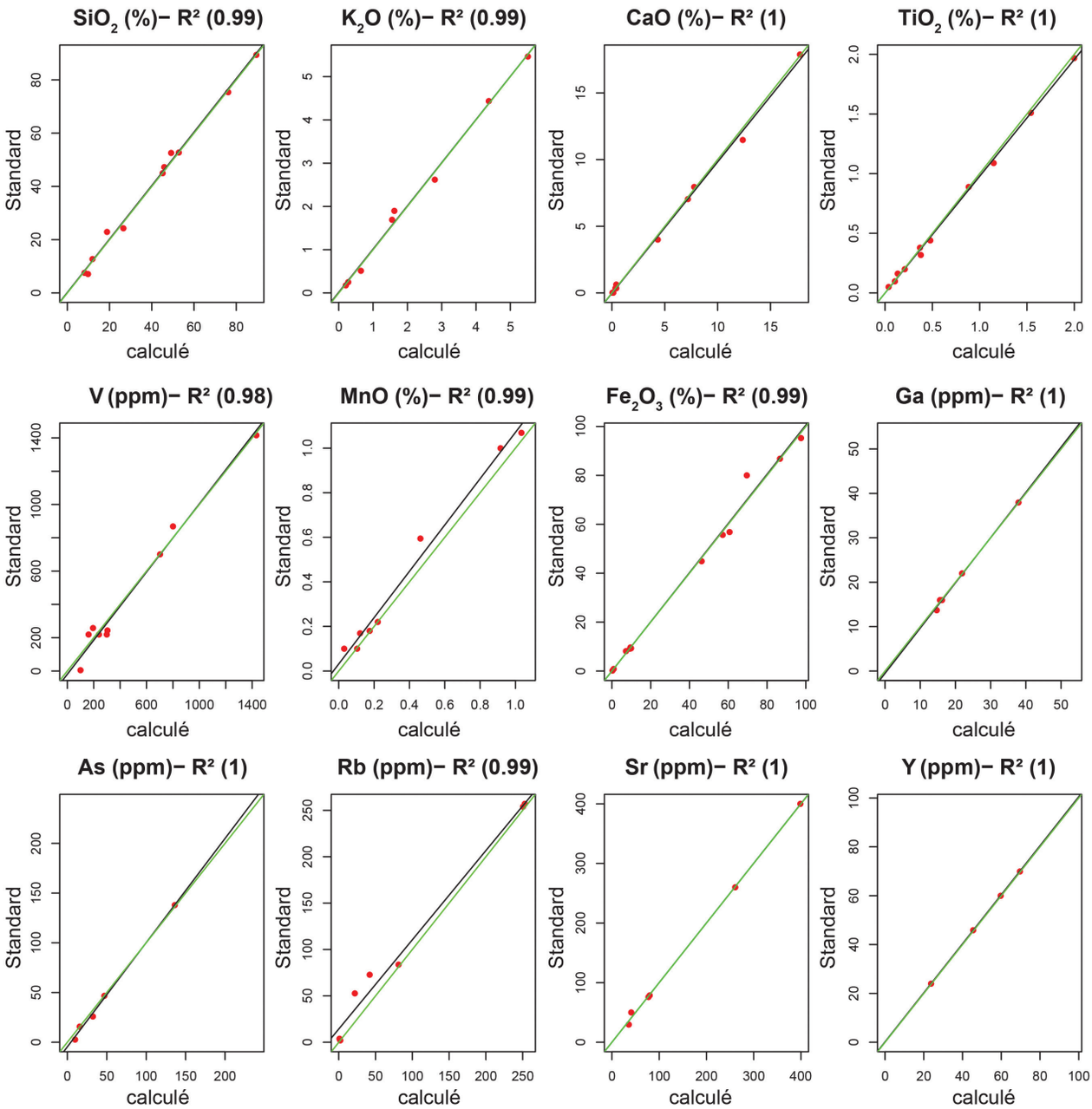

Fig. 4. Droites de calibration obtenues par la méthode Lucas-Tooth & Price à partir de 13 échantillons de composition chimique connue (standards internationaux ou analyses ICP-AES/ICP-MS). Les concentrations calculées sont comparées aux données officielles des standards. Les droites noires et vertes représentent respectivement la régression calculée et la régression attendue (y=x). / Linear regression plots obtained with the Lucas-Tooth & Price method on 13 samples of known elemental composition (international standards or ICP-AES/ICP-MS analysis) in which calculated concentrations are compared to standards concentrations. Black and green lines indicate the actual and expected (y=x) regressions respectively.

notre cas une transformation CLR) et les recommandations de Martin-Fernandez *et al.* (2003) pour le remplacement des valeurs inférieures à la limite de détection.

4.- RÉSULTATS

4.1. Composition élémentaire

	SiO_2 (%)	K_2O (%)	CaO (%)	TiO_2 (%)	V (%)	MnO (%)	Fe_2O_3 (%)	Ga (%)	As (%)	Rb (%)	Sr (%)	Y (%)
PA2a	9,62	0,27	< LDD	0,05	< LDD	< LDD	90,03	0,0030	0,0255	0,0020	0,0025	0,0005
PA2a	20,91	0,56	< LDD	0,13	< LDD	< LDD	78,38	0,0030	0,0114	0,0003	0,0010	0,0006
PA2b	6,21	0,14	0,12	0,03	< LDD	< LDD	93,46	0,0029	0,0198	0,0016	0,0022	< LDD
PA1	18,90	0,32	1,31	0,11	0,051562	< LDD	79,31	0,0016	< LDD	< LDD	0,0003	0,0018
PA1	< LDD	0,23	< LDD	0,03	0,0314384	< LDD	99,70	0,0053	0,0024	0,0030	0,0013	< LDD
PA1	16,95	0,71	< LDD	0,12	0,0874	< LDD	95,17	0,0043	0,0029	0,0006	0,0015	< LDD
Deba 1	< LDD	0,04	0,29	0,03	< LDD	0,49	99,13	0,0004	0,0058	0,0005	0,0035	< LDD
Deba 1	< LDD	< LDD	0,39	0,04	< LDD	0,34	99,21	0,0013	0,0059	0,0036	0,0018	< LDD
Deba 2	< LDD	0,05	0,22	0,03	< LDD	0,33	99,35	0,0017	0,0049	0,0031	0,0019	< LDD
Deba 2	5,05	0,03	0,19	0,03	< LDD	0,31	94,37	0,0017	0,0033	0,0003	0,0028	< LDD
Deba 3	< LDD	< LDD	0,20	0,03	< LDD	1,01	98,75	< LDD	0,0029	0,0003	0,0001	< LDD
Deba 3	< LDD	0,05	0,11	0,03	< LDD	0,61	99,17	< LDD	< LDD	0,0223	< LDD	< LDD
Deba 4	< LDD	0,00	0,27	0,03	< LDD	1,12	98,54	< LDD	< LDD	0,0183	0,0060	< LDD
Deba 4	22,86	0,26	0,79	0,07	< LDD	0,79	75,20	< LDD	< LDD	0,0091	0,0052	< LDD
Deba 4	< LDD	0,07	0,22	0,03	< LDD	0,61	99,03	< LDD	< LDD	0,0224	0,0038	< LDD
Deba 5	8,96	0,11	0,25	0,07	< LDD	0,18	90,41	0,0027	0,0065	0,0028	0,0018	0,0006
Deba 5	4,38	0,03	0,05	0,04	< LDD	0,43	95,06	0,0007	0,0041	0,0002	< LDD	< LDD

Tabl. 2. Résultats de l'analyse ED-XRF sur les éléments calibrés pour les blocs d'ocre de Praileaitz I et pour les oxydes de fer ramassés sur la plage de galets le long du Deba. Les valeurs calculées inférieures à la limite de détection (< LDD) sont indiquées et sont parfois trop nombreuses pour que l'élément ait pu être pris en compte dans l'ACP (V et Y). / Results of the ED-XRF analysis conducted on modified ochre lumps from Praileaitz I and ochre pebbles collected on a riverbank of the Deba River. Values under detection limits (< LDD), where too numerous (V and Y), were not taken into account in the PCA.

Les analyses ED-XRF (Tabl. 2, Fig. 5) montrent que les trois pièces facettées de Praileaitz I sont majoritairement composés de fer. La combinaison de l'observation des spectres et des valeurs mesurées pour les éléments ayant pu être calibrés permet d'identifier des éléments présents en faible proportion (Si, K, Ca, Ti) ou en traces (V, Cr, Ni, Zn, Ga, As, Rb, Sr, Y). Les fragments de matière colorante collectés dans le Deba présentent une teneur en fer comparable à celle des pièces archéologiques mais se différencient de celles-ci par la présence de manganèse, absent chez les premières, de plus faibles proportions de potassium et de silicium et des plus fortes concentrations de cuivre et de zinc (Tabl. 2, Fig. 5). L'analyse en composantes principales (ACP après transformation de type CLR des données compositionnelles) des teneurs observées confirme ce constat (Fig. 6), et le diagramme ternaire utilisant les trois variables les plus discriminantes de l'analyse permet également de bien visualiser la différence entre les deux groupes.

En ce qui concerne les ocres archéologiques eux-mêmes, on notera la proximité dans l'ACP des points d'analyses issus des deux fragments qui remontent, à savoir Pa2a et PA2b, et l'écart entre ces points et certains points de l'artefact PA1. Cet écart est également visible dans le tableau 2 et sur la figure 5 par la présence de vanadium dans PA1 (non inclus dans l'ACP car c'est l'unique échantillon présentant une mesure au-delà de la limite de détection) et la très faible proportion d'arsenic.

4.2. Analyse microscopique

Les pièces PA1 et PA2 de Praileaitz I sont constituées de la même roche cryptocristalline, faiblement schisteuse. De couleur vert foncée à noire sur les fractures naturelles, cette roche prend une couleur rouge foncé à marron sur les facettes produites par abrasion.

Le fragment de plus grandes dimensions, PA1 (Fig. 1 n. 1), a une morphologie assimilable à celle d'un tronc de cône sectionné le long de son plan médian vertical. La surface courbe correspond probablement à la surface externe du crayon d'origine. Cette surface résulte d'un frottement intense contre une meule dormante aplatie et révèle deux ruptures de plan dégageant trois facettes aux limites adoucies. L'orientation prédominante des stries d'abrasion indique que le frottement a été exercé dans la direction de la hauteur du cône (Fig. 7a, b). La présence de stries fines et individuelles entrecroisées indique que le frottement a mobilisé des particules abrasives provenant de la meule ou ajoutées sur la surface de celle-ci qui ont contribué au processus d'abrasion et se sont mélangées à la poudre colorante engendrée par le processus. Les trois autres surfaces de cette pièce, correspondant à ce qui reste de la grande et petite base du tronc de cône et à son plan de fracture verticale, portent de faibles traces d'une abrasion volontaire qui a eu comme objectif d'un côté d'adoucir les bords entre la surface d'origine du crayon et les surfaces de fracture (Fig. 7c) et, de

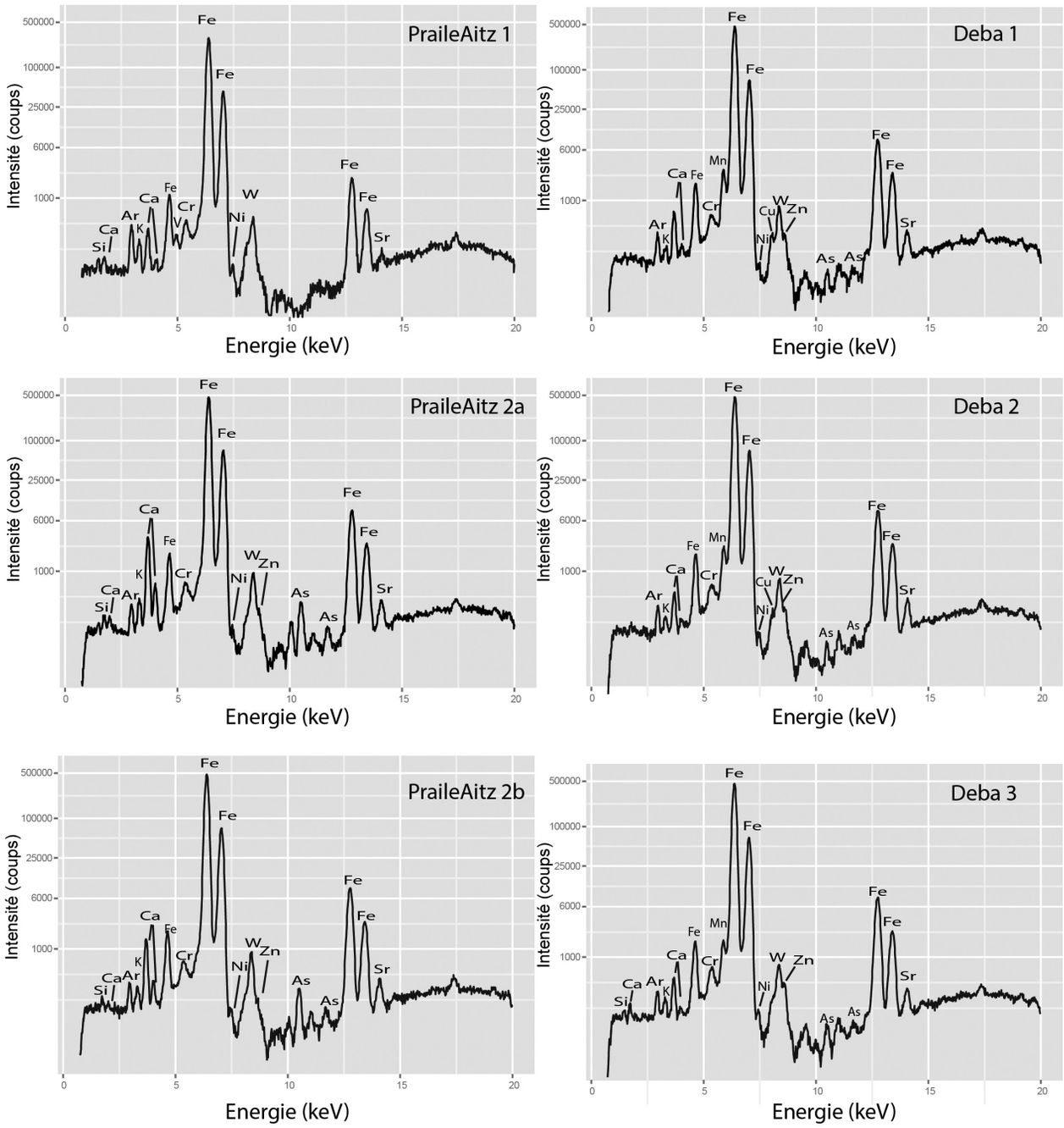

Fig. 5. Spectres XRF des trois blocs facettés de Praileaitz I et de trois galets d'ocre collectés le long du Deba. Le pic de tungtène (W) est produit par l'anticathode du tube X de l'appareil. Les pics de fer (Fe) proches du strontium (Sr) et du chrome (Cr) sont des artefacts liés à la très grande teneur en fer des échantillons. Ils masquent certains autres éléments. / XRF spectra obtained on the three modified ochre lumps from Praileaitz I and three ochre lumps collected on the Deba riverbank. The peak of tungstene (W) is produced by the anticathode of the X-ray tube. Iron peaks (Fe) close to strontium (Sr) and chromium (Cr) are due to the high concentration of iron and mask some other elements.

l'autre, de dégager deux extrémités pointues (Fig. 7d-f). L'extrémité d'une de ces pointes présente une facette lisse (Fig. 7f) produite vraisemblablement par l'utilisation du bloc pour marquer d'un trait une surface souple. Le fragment PA2, en deux morceaux qui remontent, présente une surface externe (hors surfaces de fracture qui remontent entre elles) entièrement couverte de stries d'abrasion fines formant des facettes à bords adoucis en tous points semblables à celles décrites sur la première pièce.

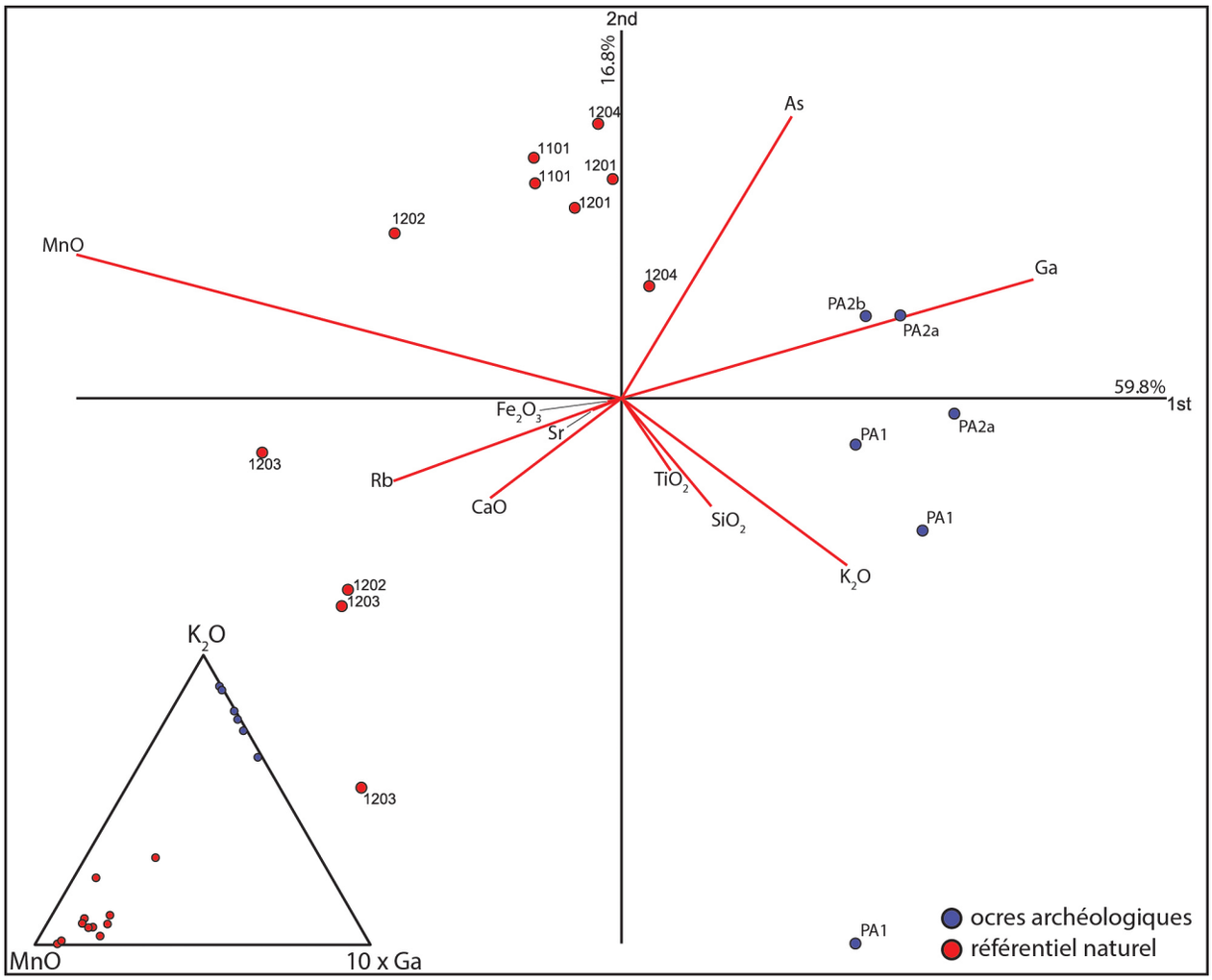

Fig. 6. Biplot représentant les deux premiers axes de l'analyse en composantes principales réalisée à partir des analyses ED-XRF sur les trois blocs facettés de Praileaitz I et les cinq blocs de colorant rouge collectés sur une plage à galets le long du Deba. En encart, diagramme ternaire centré utilisant les 3 éléments chimiques les plus discriminants sur le premier axe de l'ACP. / Biplot of the first two axes of a PCA using results of ED-XRF analysis conducted on the three lumps of modified ochre from Praileaitz I and five lumps of ochre collected on a riverbank of the Deba River. A ternary plot using the more discriminant elements along the first axis of the PCA is also provided.

5.- DISCUSSION ET CONCLUSION

L'analyse de la composition élémentaire des blocs facettés et sa comparaison avec un échantillon d'oxydes de fer disponibles à proximité du site semble indiquer que les préhistoriques n'ont pas collecté leurs matières colorantes localement. Cette conclusion n'est cependant que préliminaire et doit être vérifiée dans le futur par l'analyse des autres fragments de matière colorante provenant des mêmes couches et découverts dans le vestibule ainsi que par des prospections systématiques dans la vallée du Deba et dans les vallées limitrophes. Ces premiers résultats doivent s'enrichir dans le futur d'analyses non destructives permettant de caractériser les minéraux en présence (Raman, IRTF, µXRD) et de mieux quantifier la composition élémentaire des matières colorantes (PIXE-PIGE). La découverte de la source de matière première permettrait aussi une reproduction expérimentale des traces observées sur les pièces archéologiques. Nos analyses montrent également que des différences sensibles existent entre PA1 et PA2. Elle suggèrent que ces fragments proviennent, à l'origine, de deux crayons d'ocre différents. Nos observations montrent que la matière colorante dont sont constitués ces fragments n'est pas rouge à l'état naturel et que les seules zones qui le sont et ont vraisemblablement livré une poudre colorante rouge sont celles couvertes de traces d'abrasion. Il est possible que le minerai de fer découvert à Praileaitz I libère un pigment rouge seulement à la suite d'une oxydation engendrée par une action mécanique. Il faut alors envisager que les Magdaléniens qui ont fréquenté le site connaissaient les propriétés de ce minerai et le collectaient pour produire de la poudre colorante ou marquer des surfaces même s'il ne présentait

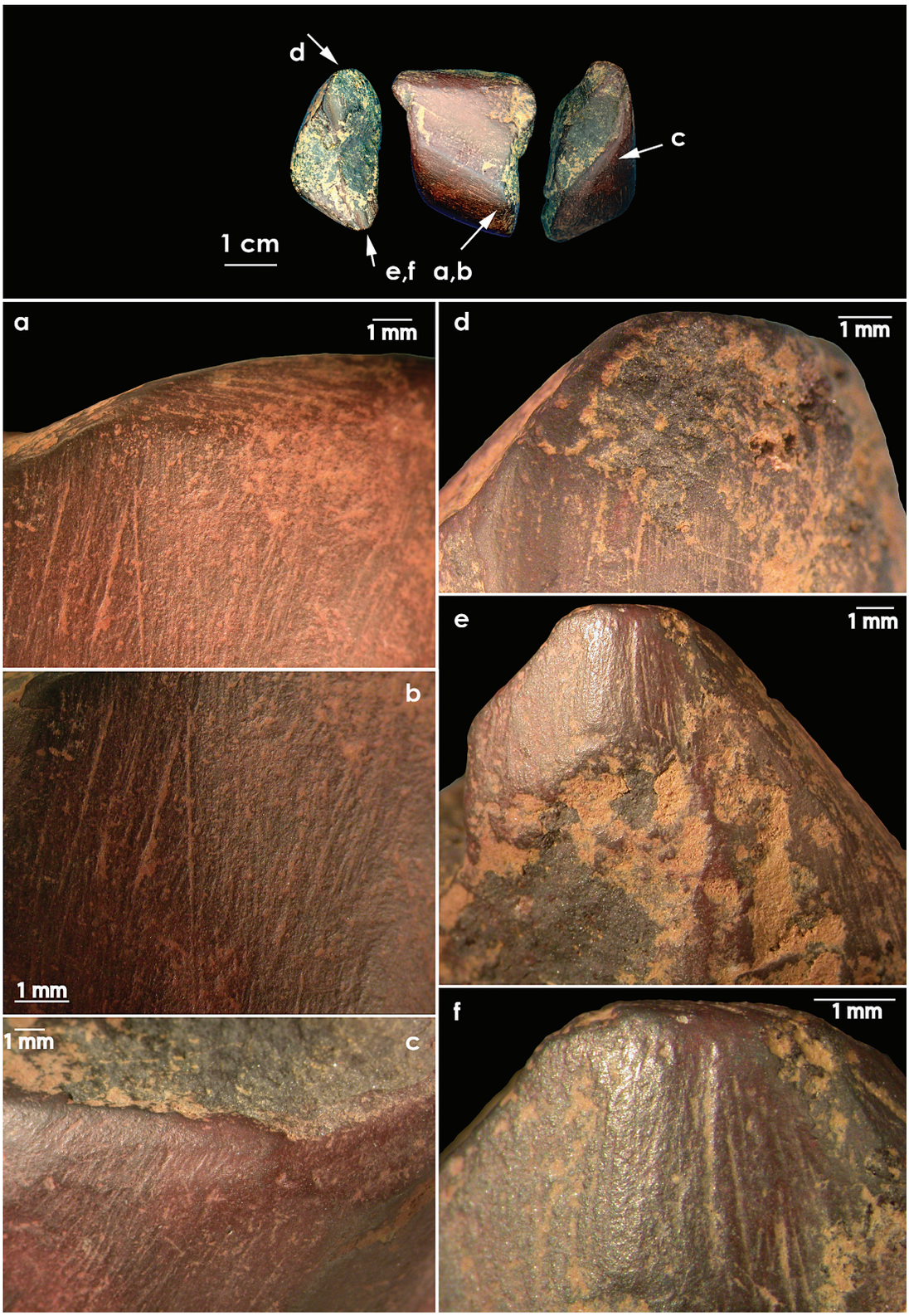

Fig. 7. Photos microscopiques du fragment d'ocre facetté n.1 de Praileaitz I (voir texte). / Micrographs of selected areas on the Praileaitz I n.1 ochre lump (see text).

pas à l'état naturel d'éléments permettant de déceler son pouvoir colorant.

L'analyse microscopique des traces préservées sur ces fragments permet de reconstituer certaines étapes de leur utilisation. La matière colorante a probablement été introduite dans le site sous la forme de deux crayons coniques, presque entièrement façonnés. La fracture, accidentelle ou délibérée, de ces objets, a conduit les préhistoriques à refaçonner un 'crayon' plus petit en utilisant un des fragments issus de la fracture de la pièce originale et l'utiliser ensuite pour marquer une surface.

6.- REMERCIEMENTS

Nous remercions Xabier Peñalver, Jose Antonio Mujika et Solange Rigaud pour la relecture critique de ce manuscrit. Cette recherche a été financée par le projet TRACSYMBOLS (FP7/2007/2013/ERC Grant n.249587), et le LabEx Sciences archéologiques de Bordeaux, programme financé par l'ANR - n°ANR-10-LABX-52.

7.- BIBLIOGRAPHIE

AITCHISON, J., GREENACRE, M.
2002 Biplots of compositional data. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics) 51*, 375–392.

BARHAM, L.S.
2002 Systematic pigment use in the Middle Pleistocene of south-central Africa. *Current Anthropology 31*, 181-190.

BORDES, F.
1952 Sur l'usage probable de la peinture corporelle dans certaines tribus moustériennes. *Bulletin de la Société Préhistorique Française 49*, 169-171.

DEMARS, P.-Y.
1992 Les colorants dans le Moustérien du Périgord. L'apport des fouilles de F. Bordes. *Bulletin de la Société Préhistorique de l'Ariège* 67, 185-194.

D'ERRICO, F., SORESSI, M.
2006 Une vie en couleur. *Les Dossiers de la Recherche*, 84-87.

D'ERRICO, F., HENSHILWOOD, C., LAWSON, G., VANHAEREN, M., TILLIER, A.-M., SORESSI, M., BRESSON, F., MAUREILLE, B., NOWELL, A., LAKARRA, J., BACKWELL, L., JULIEN, M.
2003 Archaeological evidence for the emergence of language, symbolism and music. An alternative multidisciplinary perspective. *Journal of World Prehistory 17(1)*, 1-70.

D'ERRICO, F., VANHAEREN, M.
2008 Microscopic and technological analysis of decorated ochre crayons from Piekary IIa, level 6. Implications for the emergence of symbolism in Europe, en SITLIVY, V., ZIEBA, A., SOBCZYK, K. (Eds.). *Middle and Early Upper Palaeolithic of the Krakow Region, Piekary IIa*. 149–160. Musées royaux d'Art et d'Histoire. Bruxelles. (Monographie de Préhistoire générale).

D'ERRICO, F., VANHAEREN, M., QUEFFELEC, A.
2017 Les galets perforés de Praileaitz I (Deba, Gipuzkoa), en PEÑALVER, X., SAN JOSE, S., MUJIKA-ALUSTIZA, J.A. *La cueva de Praileaitz I (Deba, Gipuzkoa, Euskal Herria). Intervención arqueológica 2000 – 2009.* Munibe Monographs. Anthropology and Archaeology Series 1, 453-484.

D'ERRICO, F., SALOMON, H., VIGNAUD, C., STRINGER, C.
2010 Pigments from the Middle Palaeolithic levels of Es-Skhul (Mount Carmel, Israel). *Journal of Archaeological Science 37*, 3099–3110.

HENSHILWOOD, C.S., D'ERRICO, F., WATTS, I.
2009 Engraved ochres from the Middle Stone Age levels at Blombos Cave, South Africa. *Journal of Human Evolution 57*, 27-47.

HOVERS E., ILANI S., BAR-YOSEF O., VANDERMEERSCH B.
2003 An early case of color symbolism. *Current Anthropology 44*, 491-522.

LEROI-GOURHAN, A.
1965 Chronologie des grottes d'Arcy-sur-Cure. *Gallia Préhistoire 7*, 1-64.

LUCAS-TOOTH, H. J., PRICE, B. J.
1961 A Mathematical Method for the Investigation of Interelement Effects in X-Ray Fluorescence Analysis. *Mettalurgia 64*, 149–152.

MARTIN-FERNANDEZ, J. A., BARCELO-VIDAL, C., PAWLOWSKY-GLAHN, V.
2003 Dealing with Zeros and Missing Values in Compositional Data Sets Using Nonparametric Imputation. *Mathematical Geology 35*, 253–278.

MARSCHACK, A.
1981 On Palaeolithic ochre and the early uses of color and symbol. *Current Anthropology 22*, 188-191.

MCBREARTY, S., BROOKS, A.
2000 The Revolution that wasn't: a new interpretation of the origin of modern human behavior. *Journal of Human Evolution 39*, 453-563.

PALMA DI CESNOLA, A.
1993 *Il Paleolithico superiore in Italia*. Garlatti e Razzai. Firenze.

PEÑALVER IRIBARREN, X., MUJIKA ALUSTIZA, J.A.
2003 Suelo de ocupación magdaleniense en la cueva de Praile Aitz I (Deba, Gipuzkoa): evidencias de arte mobiliar. *Veleia 20*, 157-81.

PEÑALVER IRIBARREN, X., SAN JOSE SANTAMARTA, S.
2008 La grotte de Praileaitz I (Deba, Gipuzkoa, Euskal Herria - Pays Basque et la défense du patrimoine dans le Pays Basque). *Préhistoire du Sud-Ouest 16*, 143-50.

PEÑALVER, X., SAN JOSE, S., MUJIKA-ALUSTIZA, J.A.
2017 *La cueva de Praileaitz I (Deba, Gipuzkoa, Euskal Herria). Intervención arqueológica 2000 – 2009.* Munibe Monographs. Anthropology and Archaeology Series, 1.

PEÑALVER, X., SAN JOSE, S., MUJIKA, S.A., XABI OTERO, A.
2006 *Praileaitz I Haitzuloko (Deba) Madeleine Aldiko Zintzilikarioak*. Gipuzkoako Foru Aldundia. (BERTAN; 22).

SORESSI, M., ARMAND, D., D'ERRICO, F., PUBERT, E., JONES, H., PUBERT, E., RINK, J., TEXIER, J.P., VIVENT, D.
2002 Pech-de-l'Azé I (Carsac) : nouveaux travaux sur le Moustérien de tradition acheuléenne. *Bulletin de la Société Préhistorique Française 99*, 1-7.

STANFORD, J.D., ROHLING, E.J., BACON, S., ROBERTS, A.P., GROUSSET, F.E., BOLSHAW, M.
2011 A new concept for the paleoceanographic evolution of Heinrich event 1 in the North Atlantic. *Quaternary Science Reviews 30(9–10)*, 1047-1066.

THIO-HENESTROSA, S., MARTIN-FERNANDEZ, J. A.
2006 Detailed guide to CoDaPack: a freeware compositional software. *Geological Society, London, Special Publications 264,* 101–118.

WATTS, I
1999 The origin of symbolic culture, en DUNBAR, R., KNIGHT, C., POWER, C. (Eds.). *The Evolution of Culture*. 113-146. Edinburgh University Press. Edinburgh.

2010 The pigments from Pinnacle Point Cave 13B, Western Cape, South Africa. *Journal of Human Evolution 59*, 392.