

D'une amulette en cuivre aux grandes statues de bronze

Évolution des techniques de fonte à la cire perdue, de l'Indus à la Méditerranée, du 5^e millénaire au 5^e siècle av. J.-C.

présentée à l'Université de Paris-Nanterre pour l'obtention du grade de Docteur
et à l'Université de Fribourg pour l'obtention du grade de *Doctor rerum naturalium*

par

Benoît Mille

Volume 2 : annexes

Préparée au Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France (Paris)
et au laboratoire Préhistoire et Technologie (UMR 7055, Nanterre)

Thèse soutenue publiquement à Nanterre le 13 juin 2017 devant le jury composé de :

Catherine Perlès	Professeur des universités émérite	Directeur de thèse
Vincent Serneels	Professeur des universités	Directeur de thèse
Henri-Paul Francfort	Directeur de recherche émérite du CNRS	Rapporteur
Thilo Rehren	Professeur des universités	Rapporteur
Sophie Descamps	Conservateur général du Patrimoine	Examineur
Denis Gratias	Directeur de recherche émérite du CNRS	Examineur
Isabelle Pallot-Frossard	Conservateur général du Patrimoine	Examineur

LISTE DES ANNEXES

A. Balochistan ancien, objets des missions archéologiques françaises, composition élémentaire du métal	7
B. Balochistan ancien, plan du site de Nausharo	23
C. Statues d'homme de Basse-Égypte (collection Posno), musée du Louvre, département des antiquités égyptiennes, composition élémentaire du métal	25
D. Grands bronzes sudarabiques, mission Louvre-DAO / C2RMF dans les musées du Yémen (2008), fiches HEPHAISTOS.....	27
E. Grands bronzes sudarabiques, composition élémentaire du métal	113
F. Objets de Mésopotamie, d'Iran et d'Asie Centrale des 4^e et 3^e millénaires fabriqués par fonte à la cire perdue, composition élémentaire du métal.....	123

A. Balochistan ancien, objets des missions archéologiques françaises, composition élémentaire du métal

Composition élémentaire des objets métalliques. Les analyses ont été effectuées par ICP-AES, PIXE et DCP-AES au C2RMF.

Pour le détail des conditions d'analyse, cf volume 1 chapitre 1 § 2 p. 39-40.

La valeur « 0 » indique une teneur inférieure à la limite de détection.

Quel que soit l'élément chimique considéré, la limite de détection est toujours inférieure à 100 ppm pour l'ICP-AES et le DCP-AES, toujours inférieure à 1000 ppm pour le PIXE.

Une valeur non renseignée signifie que l'élément n'a pas été recherché

n°labo	n°inv.	Désignation	Site	Datation
FZ61423	MR.76.1F.14.01	Reste de coulée ?	Mehrgarh	Chalcolithique récent, début (3500-2900)
FZ61425	MR.76.1F.99.01	Épingle	Mehrgarh	Chalcolithique récent, début (3500-2900)
FZ61426	MR.76.1F.109.01	Herminette	Mehrgarh	Chalcolithique récent, début (3500-2900)
FZ61430	MR.77.01.00.01	Ciseau	Mehrgarh	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ61431	MR.77.1K.38.0	Ciseau	Mehrgarh	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ61433	MR.78.1K.25.01	Épingle	Mehrgarh	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ61448A	MR.80.01.13.0	Pot à khôl (panse)	Mehrgarh	Indus période 3 (2100-1900)
FZ61448B	MR.80.01.13.0	Pot à khôl (remplissage)	Mehrgarh	Indus période 3 (2100-1900)
FZ61449	MR.81.01.03.0	Anneau	Mehrgarh	Indus période 3 (2100-1900)
FZ61451	MR.81.01.03.0	Anneau	Mehrgarh	Indus période 3 (2100-1900)
FZ61458	MR.84.01.35.01	Hache	Mehrgarh	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ23948	NS.94.20.86.06	Tige	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ23949	NS.92.01.43.05	Burin	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ23951	NS.94.20.40.03	Tige	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ23954	NS.93.02.00.01	Ciseau	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ23956	NS.94.00.00.02	Tige	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ23957	NS.90.08.10.02	Outil	Nausharo	Indus période 1 (2500-2300)
FZ23959	NS.87.03.01.159	Outil	Nausharo	Indus période 1 (2500-2300)
FZ23961	NS.91.08.23.11	Ciseau	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ23962	NS.91.11.73.03	Hache - lingot	Nausharo	Indus période 1 (2500-2300)
FZ23964	NS.90.08.07.03	Pointe de lance	Nausharo	Indus période 1 (2500-2300)
FZ23967	NS.89.03.12.258	Ciseau	Nausharo	Indus période 1 (2500-2300)
FZ23968	NS.91.11.56.01	Ciseau	Nausharo	Indus période 1 (2500-2300)
FZ23976	NS.90.08.07.02	Tige	Nausharo	Indus période 1 (2500-2300)
FZ23978	NS.92.02.55.03	Anneau	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ24429a	NS.90.09.00.12	Statuette de bovidé	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ31035	NS.86.01.18.19	Fragment indéterminé	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31036	NS.86.01.18.21	Outil	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31037	NS.86.01.25.41	Outil	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31039	NS.87.01.06.37	Fragment indéterminé	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31040	NS.87.01.07.44	Outil	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31041	NS.87.01.11.107	Anneau	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31042	NS.87.01.37.313	Baguette	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31043	NS.88.01.10.188	Ciseau ?	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31044	NS.88.01.22.108	Pointe	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31045	NS.90.01.06.13	Outil	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31046	NS.90.01.15.21	Foret ?	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31047	NS.90.01.38.05	Hameçon ?	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31048	NS.90.09.00.14	Ciseau	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ31049	NS.91.01.10.01	Ciseau ?	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31050	NS.91.01.27.07	Pointe de lance	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31053	NS.92.01.01.01	Tige	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31054	NS.92.01.11.01	Ciseau	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31055	NS.92.01.26.02	Tige	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31056	NS.91.01.33.05	Tige	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31057	NS.92.01.53.01	Tige	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31059	NS.92.01.60.10	Goutte	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31060	NS.92.01.63.04	Disque, balance ou miroir	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31061	NS.92.13.32.02	Métal dans scorie	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31062	NS.92.13.34.01	Poinçon	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31063	NS.92.13.93.13	Épingle spatulée	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31064	NS.92.13.97.16	Ciseau	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31065	NS.93.02.05.09	Ciseau	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)

n°labo	n°inv.	Désignation	Site	Datation
FZ31066	NS.93.02.20.01	Épingle	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ31067	NS.93.02.39.05	Épingle	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ31068	NS.93.12.07.01	Ciseau	Nausharo	Indus période 1 (2500-2300)
FZ31069	NS.93.12.07.02	Ciseau	Nausharo	Indus période 1 (2500-2300)
FZ31070	NS.93.12.07.03	Herminette	Nausharo	Indus période 1 (2500-2300)
FZ31071	NS.93.12.15.01	Pointe	Nausharo	Indus période 1 (2500-2300)
FZ31072	NS.93.12.29.01	Pointe de lance	Nausharo	Indus période 1 (2500-2300)
FZ31073	NS.93.12.42.01	Pince	Nausharo	Indus période 1 (2500-2300)
FZ31074	NS.93.20.72.02	Petit lingot ?	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ31075	NS.93.20.79.01	Fragment indéterminé	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ31076	NS.93.20.83.05	Lame	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ31077	NS.93.20.84.04	Épingle à double enroulement	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ31078	NS.94.16.04.10	Fragment indéterminé	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ31079	NS.94.20.10.07	Épingle	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ31080	NS.94.2011.04	Tige	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ31081	NS.94.20.18.04	Ciseau	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ31082	NS.94.20.78.10	Ciseau	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ31084	NS.95.01.11.06	Perle	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31086	NS.95.01.15.03	Lame	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31087	NS.95.05.16.04	Tige	Nausharo	Indus période 3 (2100-1900)
FZ31088	NS.95.05.18.01	Tige	Nausharo	Indus période 3 (2100-1900)
FZ31089	NS.95.05.18.02	Tige	Nausharo	Indus période 3 (2100-1900)
FZ31090	NS.95.05.26.01	Lame (fragment)	Nausharo	Indus période 3 (2100-1900)
FZ31091	NS.95.05.51.01	Ciseau	Nausharo	Indus période 3 (2100-1900)
FZ31092	NS.96.06.00.14	Bille	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ31093	NS.96.06.03.09	Manche de spatule à fard ?	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ31094	NS.96.06.06.01	Perle	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ31095	NS.96.06.15.08	Perle	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ31096	NS.96.06.17.01	Reste de coulée ?	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ31097	NS.96.06.32.15	Pointe de lance	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ31098	NS.96.06.41.35	Espaceur, 4 trous	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ31099	NS.96.06.44.20	Perle	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ31100	NS.96.10.01.05	Outil ?	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31101	NS.96.10.01.06	Fragment de tôle replié	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31126	NS.95.02.01.04	Ciseau	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ31127	NS.95.02.01.01	Pointe de lance	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ31128	NS.92.13.50.01	Pointe de lance	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31129	NS.95.01.05.09	Hache - herminette	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31130	NS.95.02.41.01	Ciseau	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ31131	NS.95.02.31.01	Ciseau	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ61461	NS.86.06.44.19	Ciseau	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ61463	NS.87.02.18.01	Pointe ?	Nausharo	Indus période 1 (2500-2300)
FZ61464	NS.87.02.18.10	Ciseau	Nausharo	Indus période 1 (2500-2300)
FZ61466	NS.87.04.0.220	Disque	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ61467	NS.87.01.11.108	Anneau (plomb)	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ61468	NS.89.06.02.159	Tige	Nausharo	Indus période 2 (2300-2100)
FZ61470	NS.88.01.03.30	Herminette	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ61472	NS.92.13.60.05	Burin	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ61474	NS.92.13.87.11	Sceau compartimenté	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ61475	NS.92.13.90.01	Pointe de lance	Nausharo	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31083	DB.95.00.00.01	Sceau compartimenté	Damboli	Indus période 3 (2100-1900)
FZ31106	DA.2000.01.01.01	Hachoir - rasoir	Dauda Damb	Indus période 3 (2100-1900)
FZ31107	DA.2000.01.01.02	Épingle	Dauda Damb	Indus période 3 (2100-1900)

n°labo	n°inv.	Désignation	Site	Datation
FZ31104	SG.99.00.00.02	Clou ?	Shah Ghair	Indus période 3 (2100-1900)
FZ31105	SG.99.00.00.03	Vaisselle	Shah Ghair	Indus période 3 (2100-1900)
FZ31102	SB.97.00.00.01	Sceau compartimenté	Sibri	Indus période 3 (2100-1900)
FZ61455	SB.81.0.65.0	Tige	Sibri	Indus période 3 (2100-1900)
FZ61456	SB.82.0.11.0	Épingle	Sibri	Indus période 3 (2100-1900)
FZ36271	204/04-po.2005	Burin	Gholam-i Jump	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ36272	204/04-po.2007	Burin	Gholam-i Jump	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ25679	1/90/III/36	Ciseau	Miri Qalat	Chalcolithique ancien (4000-3500)
FZ24375	2/97/III/26	Hachette plate	Shahi-Tump	Chalcolithique ancien (4000-3500)
FZ24396	2/97/III/27	Burin	Shahi-Tump	Chalcolithique ancien (4000-3500)
FZ25672	2/98/III/39	Ciseau	Shahi-Tump	Chalcolithique ancien (4000-3500)
FZ25673	2/98/III/42	Hachette plate	Shahi-Tump	Chalcolithique ancien (4000-3500)
FZ25674	2/98/III/54	Poinçon	Shahi-Tump	Chalcolithique ancien (4000-3500)
FZ25675	2/98/II/69	Aiguille	Shahi-Tump	Chalcolithique ancien (4000-3500)
FZ25676	2/98/II/402/PO644	Poids aux Léopards (anneau)	Shahi-Tump	Chalcolithique récent, début (3500-2900)
FZ25676	2/98/II/402/PO644	Poids aux Léopards (rempl.)	Shahi-Tump	Chalcolithique récent, début (3500-2900)
FZ25678	2/98/II/435	Sceau compartimenté	Shahi-Tump	Chalcolithique récent, début (3500-2900)
FZ31159	2/00/II/145	Couteau	Shahi-Tump	Chalcolithique ancien (4000-3500)
FZ31160	2/00/II/164	Fragment d'outil	Shahi-Tump	Chalcolithique ancien (4000-3500)
FZ31161	2/00/II/200	Outil	Shahi-Tump	Chalcolithique ancien (4000-3500)
FZ31162	2/00/III/61	Outil	Shahi-Tump	Chalcolithique ancien (4000-3500)
FZ31163	2/00/III/103	Reste de coulée ?	Shahi-Tump	Chalcolithique ancien (4000-3500)
FZ31164	2/00/II/150	Fragment indéterminé	Shahi-Tump	Chalcolithique ancien (4000-3500)
FZ31165	2/00/II/807	Sceau compartimenté	Shahi-Tump	Chalcolithique récent, début (3500-2900)
FZ31166	2/00/II/730	Sceau compartimenté	Shahi-Tump	Chalcolithique récent, début (3500-2900)
FZ36266	2/04/IV/60/PO2016	Ciseau ?	Shahi-Tump	Chalcolithique ancien (4000-3500)
FZ36267	2/04/IV/65/PO2017	Hache	Shahi-Tump	Chalcolithique ancien (4000-3500)
FZ36268	2/04/IV/63/PO2018	Alêne ?	Shahi-Tump	Chalcolithique ancien (4000-3500)
FZ36269	2/04/III/258/PO2020	Alêne ?	Shahi-Tump	Chalcolithique ancien (4000-3500)
FZ31108	MG.B.33.0	Foret	Mundigak	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31109	MG.B.27.0	Poinçon	Mundigak	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31110	MG.B.31.0	Poinçon	Mundigak	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31111	MG.B.42.0	Lame de couteau	Mundigak	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31112	MG.B.25.06	Lame de couteau	Mundigak	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31113	MG.B.25.24	Lame	Mundigak	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31114	MG.B.37.0	Lame de couteau	Mundigak	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31115	MG.B.42.0	Poinçon	Mundigak	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31116	MG.D.64.0	Poinçon	Mundigak	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ31117	MG0.D.98.0	Poinçon	Mundigak	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ36274	MA 2815	Pointe de lance	Mundigak	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ36275	MA 2816	Hache	Mundigak	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ6540	60171636	Hache à douille	Mundigak	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ6541	60171638	Hache à douille	Mundigak	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ6542	60171637	Ciseau ou hache plate	Mundigak	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ6548	SANS	Lingot en forme de disque	Mundigak	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ6550	60171714	Pointe de lance	Mundigak	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ9119	MG.B.36.0	Poinçon	Mundigak	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ9121	MG.B.40.0	Poinçon ?	Mundigak	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ9123	MG.B.3940.0	Ciseau	Mundigak	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ9124	MG.B.31.0	Lame de couteau	Mundigak	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)
FZ9128	MG.B.37.0	Lingot	Mundigak	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)

n°labo	Datation	Type alliage	Tech.an.	Cu (%)	As (%)	Pb (%)	Sn (%)
FZ61423	Chalcolithique récent, début (3500-2900)	1 Cuivre non allié	ICP	99	0.52	0.04	0
FZ61425	Chalcolithique récent, début (3500-2900)	1 Cuivre non allié	ICP	98	0.63	0.8	0
FZ61426	Chalcolithique récent, début (3500-2900)	1 Cuivre non allié	ICP	100	0.003	0	0
FZ61430	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	3 Cuivre à l'arsenic	ICP	94	6.3	0	0
FZ61431	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénisé	ICP	98	1.4	0.06	0
FZ61433	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	1 Cuivre non allié	ICP	99	0.32	0	0
FZ61448A	Indus période 3 (2100-1900)	1 Cuivre non allié	ICP	96	0.69	0.8	0.04
FZ61448B	Indus période 3 (2100-1900)	6 Plomb	ICP	0	0	99	0.06
FZ61449	Indus période 3 (2100-1900)	2 Cuivre arsénisé	ICP	96	2.3	0.6	0.2
FZ61451	Indus période 3 (2100-1900)	2 Cuivre arsénisé	ICP	96	2.2	0.8	0.2
FZ61458	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	1 Cuivre non allié	ICP	98	0.17	0.3	0
FZ23948	Indus période 2 (2300-2100)	3 Cuivre à l'arsenic	PIXE	93	5.5	0.1	0.02
FZ23949	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	1 Cuivre non allié	ICP	99	0.69	0.2	0
FZ23951	Indus période 2 (2300-2100)	3 Cuivre à l'arsenic	PIXE	88	5.4	1.1	1.4
FZ23954	Indus période 2 (2300-2100)	2 Cuivre arsénisé	ICP	95	2.9	2.1	0
FZ23956	Indus période 2 (2300-2100)	3 Cuivre à l'arsenic	PIXE	94	5.2	0.05	0.006
FZ23957	Indus période 1 (2500-2300)	2 Cuivre arsénisé	ICP	96	3.2	0.6	0.10
FZ23959	Indus période 1 (2500-2300)	2 Cuivre arsénisé	ICP	95	3.8	0.4	0.1
FZ23961	Indus période 2 (2300-2100)	5 Bronze	ICP	91	0.58	0.2	8.2
FZ23962	Indus période 1 (2500-2300)	2 Cuivre arsénisé	PIXE	97	2.2	0.01	0
FZ23964	Indus période 1 (2500-2300)	2 Cuivre arsénisé	ICP	97	2.5	0.2	0
FZ23967	Indus période 1 (2500-2300)	2 Cuivre arsénisé	ICP	96	3.3	0.2	0.02
FZ23968	Indus période 1 (2500-2300)	2 Cuivre arsénisé	ICP	96	3.6	0.02	0
FZ23976	Indus période 1 (2500-2300)	2 Cuivre arsénisé	ICP	96	2.6	0.7	0.2
FZ23978	Indus période 2 (2300-2100)	2 Cuivre arsénisé	PIXE	95	2.5	0.2	0
FZ24429a	Indus période 2 (2300-2100)	4 Cuivre au plomb	ICP	57	0.20	43	0.03
FZ31035	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénisé	PIXE	93	1.9	0.6	0.6
FZ31036	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénisé	PIXE	98	1.7	0.04	0.005
FZ31037	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénisé	ICP	96	4.0	0.04	0
FZ31039	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénisé	ICP	97	0.80	1.7	0.2
FZ31040	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénisé	ICP	95	3.6	0.6	0.04
FZ31041	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénisé	PIXE	94	3.9	0.02	0.02
FZ31042	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénisé	PIXE	95	2.8	0.008	0
FZ31043	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénisé	ICP	98	2.4	0	0
FZ31044	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénisé	ICP	98	2.2	0.03	0
FZ31045	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénisé	PIXE	95	1.9	1.3	0.3
FZ31046	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénisé	PIXE	95	4.2	0.02	0.007
FZ31047	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénisé	ICP	97	2.8	0.02	0
FZ31048	Indus période 2 (2300-2100)	2 Cuivre arsénisé	ICP	96	3.5	0.7	0.02
FZ31049	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénisé	ICP	95	1.5	2.7	0.02
FZ31050	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénisé	ICP	98	1.4	0.2	0
FZ31053	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	1 Cuivre non allié	PIXE	98	0.47	0.6	0.10
FZ31054	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénisé	PIXE	94	1.8	3.0	0.07
FZ31055	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénisé	PIXE	94	2.0	3.2	0.004
FZ31056	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénisé	ICP	98	0.006	1.7	0
FZ31057	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénisé	PIXE	96	2.4	1.3	0
FZ31059	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	3 Cuivre à l'arsenic	PIXE	94	5.0	0.3	0
FZ31060	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénisé	PIXE	95	3.9	0.8	0.03
FZ31061	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénisé	PIXE	95	4.5	0.9	0
FZ31062	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénisé	PIXE	95	3.7	0.9	0
FZ31063	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	1 Cuivre non allié	PIXE	98	0.57	1.0	0.07
FZ31064	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénisé	ICP	99	1.3	0	0
FZ31065	Indus période 2 (2300-2100)	2 Cuivre arsénisé	ICP	94	3.7	1.7	0

n°labo	Datation	Type alliage	Tech.an.	Cu (%)	As (%)	Pb (%)	Sn (%)
FZ31066	Indus période 2 (2300-2100)	2 Cuivre arsénié	PIXE	95	3.4	0.2	0.3
FZ31067	Indus période 2 (2300-2100)	1 Cuivre non allié	PIXE	99	0.76	0.10	0.03
FZ31068	Indus période 1 (2500-2300)	2 Cuivre arsénié	ICP	97	2.9	0.08	0
FZ31069	Indus période 1 (2500-2300)	2 Cuivre arsénié	ICP	96	3.0	0.9	0
FZ31070	Indus période 1 (2500-2300)	2 Cuivre arsénié	ICP	95	3.7	0.6	0
FZ31071	Indus période 1 (2500-2300)	2 Cuivre arsénié	ICP	97	2.5	0	0
FZ31072	Indus période 1 (2500-2300)	3 Cuivre à l'arsenic	PIXE	93	5.7	0.6	0.04
FZ31073	Indus période 1 (2500-2300)	2 Cuivre arsénié	PIXE	94	4.1	1.0	0.02
FZ31074	Indus période 2 (2300-2100)	3 Cuivre à l'arsenic	PIXE	93	5.7	0.9	0.04
FZ31075	Indus période 2 (2300-2100)	2 Cuivre arsénié	ICP	98	1.7	0	0
FZ31076	Indus période 2 (2300-2100)	2 Cuivre arsénié	ICP	97	2.5	0	0
FZ31077	Indus période 2 (2300-2100)	2 Cuivre arsénié	PIXE	95	2.8	0.2	0.04
FZ31078	Indus période 2 (2300-2100)	2 Cuivre arsénié	ICP	96	3.3	0.05	0
FZ31079	Indus période 2 (2300-2100)	2 Cuivre arsénié	ICP	96	3.3	0.7	0.02
FZ31080	Indus période 2 (2300-2100)	2 Cuivre arsénié	PIXE	95	3.5	0.5	0.05
FZ31081	Indus période 2 (2300-2100)	2 Cuivre arsénié	ICP	94	3.6	1.1	0.2
FZ31082	Indus période 2 (2300-2100)	2 Cuivre arsénié	ICP	95	3.1	0.9	0.8
FZ31084	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	5 Bronze	PIXE	87	1.0	0.9	9.7
FZ31086	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénié	PIXE	98	1.4	0.07	0.006
FZ31087	Indus période 3 (2100-1900)	2 Cuivre arsénié	PIXE	95	3.3	0.6	0.08
FZ31088	Indus période 3 (2100-1900)	5 Bronze	PIXE	82	1.8	0.09	13
FZ31089	Indus période 3 (2100-1900)	2 Cuivre arsénié	PIXE	95	4.0	0.3	0.03
FZ31090	Indus période 3 (2100-1900)	2 Cuivre arsénié	PIXE	95	2.4	0.2	0.07
FZ31091	Indus période 3 (2100-1900)	5 Bronze	ICP	91	2.0	0.4	5.7
FZ31092	Indus période 2 (2300-2100)	5 Bronze	PIXE	81	0.37	1.2	15
FZ31093	Indus période 2 (2300-2100)	2 Cuivre arsénié	PIXE	98	1.2	0.1	0.02
FZ31094	Indus période 2 (2300-2100)	5 Bronze	PIXE	89	2.1	1.0	6.3
FZ31095	Indus période 2 (2300-2100)	2 Cuivre arsénié	PIXE	96	3.9	0.04	0
FZ31096	Indus période 2 (2300-2100)	2 Cuivre arsénié	PIXE	93	3.5	1.9	0.06
FZ31097	Indus période 2 (2300-2100)	2 Cuivre arsénié	ICP	94	4.4	0.7	0.03
FZ31098	Indus période 2 (2300-2100)	5 Bronze	PIXE	86	2.0	0.4	10
FZ31099	Indus période 2 (2300-2100)	2 Cuivre arsénié	ICP	94	1.3	3.8	0.01
FZ31100	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénié	ICP	96	3.3	0.3	0
FZ31101	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénié	PIXE	94	4.8	0.2	0.004
FZ31126	Indus période 2 (2300-2100)	2 Cuivre arsénié	ICP	97	2.7	0.3	0
FZ31127	Indus période 2 (2300-2100)	2 Cuivre arsénié	ICP	95	3.2	0.9	0.2
FZ31128	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénié	PIXE	96	2.0	0.7	0.008
FZ31129	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénié	ICP	96	3.1	0.4	0
FZ31130	Indus période 2 (2300-2100)	2 Cuivre arsénié	ICP	97	2.5	0.2	0.3
FZ31131	Indus période 2 (2300-2100)	2 Cuivre arsénié	ICP	96	3.2	0.6	0.03
FZ61461	Indus période 2 (2300-2100)	2 Cuivre arsénié	ICP	97	1.4	1.0	0.02
FZ61463	Indus période 1 (2500-2300)	2 Cuivre arsénié	ICP	95	3.0	0.4	0
FZ61464	Indus période 1 (2500-2300)	2 Cuivre arsénié	ICP	97	3.3	0.05	0
FZ61466	Indus période 2 (2300-2100)	2 Cuivre arsénié	ICP	98	2.0	0.02	0
FZ61467	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	6 Plomb	ICP	0	0	99	0
FZ61468	Indus période 2 (2300-2100)	5 Bronze	ICP	88	0.61	0.2	11
FZ61470	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénié	ICP	99	1.2	0.02	0
FZ61472	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénié	ICP	96	3.5	0.03	0
FZ61474	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	4 Cuivre au plomb	ICP	84	2.3	13	0
FZ61475	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénié	ICP	98	1.7	0.008	0
FZ31083	Indus période 3 (2100-1900)	3 Cuivre à l'arsenic	PIXE	87	7.9	0.8	0.06
FZ31106	Indus période 3 (2100-1900)	5 Bronze	PIXE	93	0.57	0.04	5.8
FZ31107	Indus période 3 (2100-1900)	2 Cuivre arsénié	ICP	96	2.1	0.06	0.08

n°labo	Datation	Type alliage	Tech.an.	Cu (%)	As (%)	Pb (%)	Sn (%)
FZ31104	Indus période 3 (2100-1900)	1 Cuivre non allié	PIXE	96	0.76	0.2	0.02
FZ31105	Indus période 3 (2100-1900)	2 Cuivre arsénié	PIXE	96	3.5	0.03	0.003
FZ31102	Indus période 3 (2100-1900)	4 Cuivre au plomb	PIXE	91	1.9	6.5	0
FZ61455	Indus période 3 (2100-1900)	2 Cuivre arsénié	ICP	96	1.2	0.007	0.04
FZ61456	Indus période 3 (2100-1900)	2 Cuivre arsénié	ICP	95	2.2	0.3	0.4
FZ36271	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénié	ICP	96	2.3	0.3	0.6
FZ36272	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénié	ICP	98	1.2	0.4	0.007
FZ25679	Chalcolithique ancien (4000-3500)	1 Cuivre non allié	ICP	100	0.010	0.06	0.008
FZ24375	Chalcolithique ancien (4000-3500)	1 Cuivre non allié	ICP	99	0.017	0.4	0.02
FZ24396	Chalcolithique ancien (4000-3500)	1 Cuivre non allié	ICP	100	0.001	0.2	0.003
FZ25672	Chalcolithique ancien (4000-3500)	1 Cuivre non allié	ICP	99	0.76	0.07	0.008
FZ25673	Chalcolithique ancien (4000-3500)	1 Cuivre non allié	ICP	99	0.25	0.1	0.009
FZ25674	Chalcolithique ancien (4000-3500)	1 Cuivre non allié	ICP	99	0.067	0.1	0.02
FZ25675	Chalcolithique ancien (4000-3500)	2 Cuivre arsénié	ICP	98	2.0	0.2	0.02
FZ25676	Chalcolithique récent, début (3500-2900)	4 Cuivre au plomb	ICP	83	3.5	12	0.03
FZ25676	Chalcolithique récent, début (3500-2900)	6 Plomb	ICP	0	0.013	99	0.02
FZ25678	Chalcolithique récent, début (3500-2900)	4 Cuivre au plomb	ICP	86	0.24	14	0.009
FZ31159	Chalcolithique ancien (4000-3500)	1 Cuivre non allié	ICP	100	0.001	0	0.007
FZ31160	Chalcolithique ancien (4000-3500)	1 Cuivre non allié	ICP	100	0.10	0	0
FZ31161	Chalcolithique ancien (4000-3500)	1 Cuivre non allié	ICP	100	0.002	0	0
FZ31162	Chalcolithique ancien (4000-3500)	2 Cuivre arsénié	ICP	98	2.3	0.1	0
FZ31163	Chalcolithique ancien (4000-3500)	2 Cuivre arsénié	ICP	93	1.9	2.3	0
FZ31164	Chalcolithique ancien (4000-3500)	1 Cuivre non allié	ICP	99	0.006	0.06	0
FZ31165	Chalcolithique récent, début (3500-2900)	4 Cuivre au plomb	ICP	74	1.3	23	0
FZ31166	Chalcolithique récent, début (3500-2900)	4 Cuivre au plomb	ICP	69	1.5	28	0
FZ36266	Chalcolithique ancien (4000-3500)	1 Cuivre non allié	ICP	99	0.77	0.06	0.006
FZ36267	Chalcolithique ancien (4000-3500)	1 Cuivre non allié	ICP	100	0.002	0.3	0
FZ36268	Chalcolithique ancien (4000-3500)	1 Cuivre non allié	ICP	100	0	0	0.02
FZ36269	Chalcolithique ancien (4000-3500)	1 Cuivre non allié	ICP	100	0.26	0.05	0
FZ31108	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	1 Cuivre non allié	ICP	99	0.60	0.1	0
FZ31109	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénié	ICP	96	2.5	0.9	0
FZ31110	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénié	ICP	96	3.6	0.3	0
FZ31111	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénié	ICP	96	2.4	0.8	0
FZ31112	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénié	ICP	99	1.0	0.09	0
FZ31113	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénié	ICP	96	2.2	1.4	0
FZ31114	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénié	ICP	97	2.2	0.6	0
FZ31115	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénié	ICP	97	2.8	0.08	0
FZ31116	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	1 Cuivre non allié	ICP	98	0.79	0.7	0
FZ31117	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénié	ICP	96	1.3	2.8	0
FZ36274	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénié	ICP	96	2.3	1.7	0.03
FZ36275	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	1 Cuivre non allié	ICP	98	0.58	0.5	0
FZ6540	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	1 Cuivre non allié	DCP	99	0.15	0.2	0
FZ6541	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	1 Cuivre non allié	DCP	99	0.23	0.3	0.001
FZ6542	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	1 Cuivre non allié	DCP	98	0.29	0.4	0.001
FZ6548	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	4 Cuivre au plomb	DCP	75	0.077	24	0.001
FZ6550	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	1 Cuivre non allié	DCP	99	0.39	0.7	0.001
FZ9119	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénié	ICP	92	3.1	4.4	0.05
FZ9121	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénié	ICP	97	2.9	0.2	0
FZ9123	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénié	ICP	95	2.2	2.1	0.03
FZ9124	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	2 Cuivre arsénié	ICP	97	1.8	0.7	0
FZ9128	Chalcolithique récent, fin (2900-2500)	4 Cuivre au plomb	ICP	63	1.2	35	0.02

n°labo	Tech.an.	Ag (ppm)	Fe (ppm)	Ni (ppm)	S (ppm)	Sb (ppm)	Zn (ppm)	Au (ppm)	Ba (ppm)
FZ61423	ICP	930	0	950	0	160	0	10	0
FZ61425	ICP	880	0	1200	0	0	0	0	0
FZ61426	ICP	2600	24	310	0	16	0	100	0
FZ61430	ICP	180	6	440	660	3	0	25	0
FZ61431	ICP	440	5	310	0	11	0	16	0
FZ61433	ICP	15	47	3900	0	0	0	2	0
FZ61448A	ICP	2400	220	4200	440	17000	0	10	0
FZ61448B	ICP	190	0	0	0	0	150	88	0
FZ61449	ICP	860	6300	1100	840	430	0	13	0
FZ61451	ICP	820	6300	1100	1000	430	0	16	0
FZ61458	ICP	9800	0	3900	0	95	0	18	0
FZ23948	PIXE	225	2530	400	8480	70	0	290	
FZ23949	ICP	390	57	390	0	210	0	5	0
FZ23951	PIXE	300	2990	1945	33860	190	0	275	
FZ23954	ICP	400	0	760	640	170	0	42	0
FZ23956	PIXE	100	5680	420	4955	210	0	325	
FZ23957	ICP	48	2700	2300	630	110	0	13	0
FZ23959	ICP	220	2700	670	610	190	0	11	0
FZ23961	ICP	66	1600	1900	220	0	0	10	0
FZ23962	PIXE	120	0	90	4165	70	0	150	
FZ23964	ICP	700	370	140	0	110	0	22	0
FZ23967	ICP	530	5300	250	450	360	0	24	0
FZ23968	ICP	1200	3500	140	360	38	0	22	0
FZ23976	ICP	540	3900	450	0	180	0	80	0
FZ23978	PIXE	65	1920	255	16030	100	0	325	
FZ24429a	ICP	70	360	570	980	60	0	30	0
FZ31035	PIXE	6240	7890	1480	16705	510	0	170	
FZ31036	PIXE	655	50	115	615	300	0	230	
FZ31037	ICP	400	410	190	0	24	0	8	0
FZ31039	ICP	880	3600	310	1300	390	65	49	0
FZ31040	ICP	200	4700	880	700	91	0	12	0
FZ31041	PIXE	2735	0	155	13255	100	90	250	
FZ31042	PIXE	105	230	1525	14165	0	0	235	
FZ31043	ICP	470	84	26	0	18	0	20	0
FZ31044	ICP	680	35	120	0	86	0	25	0
FZ31045	PIXE	1455	385	125	0	165	0	280	
FZ31046	PIXE	755	0	6330	2255	50	0	205	
FZ31047	ICP	500	29	37	0	44	0	2	0
FZ31048	ICP	120	86	830	60	67	0	10	0
FZ31049	ICP	740	28	130	0	110	0	6	0
FZ31050	ICP	330	210	120	0	24	10	6	0
FZ31053	PIXE	380	140	0	4070	0	0	0	
FZ31054	PIXE	6440	80	0	4340	130	0	290	
FZ31055	PIXE	580	380	2160	0	315	0	0	
FZ31056	ICP	170	9	34	0	170	0	4	0
FZ31057	PIXE	495	200	90	0	110	0	410	
FZ31059	PIXE	1490	50	230	255	80	0	0	
FZ31060	PIXE	1330	220	0	670	140	0	180	
FZ31061	PIXE	310	0	190	0	300	0	0	
FZ31062	PIXE	475	310	165	0	0	0	280	
FZ31063	PIXE	300	160	130	520	180	0	440	
FZ31064	ICP	320	6	880	0	9	0	17	0
FZ31065	ICP	34	1200	2000	480	11	0	23	0

n°labo	Tech.an.	Ag (ppm)	Fe (ppm)	Ni (ppm)	S (ppm)	Sb (ppm)	Zn (ppm)	Au (ppm)	Ba (ppm)
FZ31066	PIXE	140	815	2070	9725	0	0	160	
FZ31067	PIXE	100	0	1420	1130	50	0	140	
FZ31068	ICP	560	20	95	0	56	0	5	0
FZ31069	ICP	1100	1300	570	840	26	0	2	0
FZ31070	ICP	580	1300	1400	790	44	0	6	0
FZ31071	ICP	510	53	41	0	140	0	70	0
FZ31072	PIXE	880	980	0	2390	0	0	250	
FZ31073	PIXE	1305	1480	760	5925	70	0	220	
FZ31074	PIXE	170	3215	1380	2785	80	0	460	
FZ31075	ICP	100	310	760	80	8	0	8	0
FZ31076	ICP	24	1200	3500	2100	50	0	8	0
FZ31077	PIXE	460	10440	3140	5240	260	0	0	
FZ31078	ICP	98	4100	310	260	19	0	11	0
FZ31079	ICP	400	880	610	170	140	0	12	0
FZ31080	PIXE	145	1645	6620	2490	340	0	270	
FZ31081	ICP	200	5500	1500	600	110	0	10	0
FZ31082	ICP	170	590	1300	1000	21	0	26	0
FZ31084	PIXE	0	970	4040	4850	90	0	0	
FZ31086	PIXE	940	70	465	370	130	0	230	
FZ31087	PIXE	610	1590	245	8090	980	0	275	
FZ31088	PIXE	680	3520	5350	11640	170	0	320	
FZ31089	PIXE	900	4320	0	3620	60	0	380	
FZ31090	PIXE	0	8370	320	11640	300	0	270	
FZ31091	ICP	610	6200	1300	470	59	0	22	0
FZ31092	PIXE	330	3800	6250	6480	250	0	0	
FZ31093	PIXE	220	1250	0	1300	800	0	300	
FZ31094	PIXE	100	2860	1515	13250	270	0	0	
FZ31095	PIXE	580	0	0	1330	40	0	470	
FZ31096	PIXE	95	365	4660	12235	730	0	220	
FZ31097	ICP	58	7200	980	400	13	0	10	0
FZ31098	PIXE	0	6320	2160	4740	0	50	0	
FZ31099	ICP	96	100	2400	1300	170	0	10	0
FZ31100	ICP	740	120	180	0	82	0	26	0
FZ31101	PIXE	890	955	270	2940	100	0	180	
FZ31126	ICP	88	1400	780	290	20	0	18	0
FZ31127	ICP	180	2400	1000	400	67	0	14	0
FZ31128	PIXE	1390	1220	100	11080	710	0	0	
FZ31129	ICP	170	230	2300	70	72	0	11	0
FZ31130	ICP	58	730	1900	1600	6	0	9	0
FZ31131	ICP	95	1700	750	170	29	0	11	0
FZ61461	ICP	48	1500	3200	1300	140	0	10	0
FZ61463	ICP	1000	6600	520	2300	31	0	6	0
FZ61464	ICP	500	0	75	0	160	0	10	0
FZ61466	ICP	82	340	0	0	0	0	0	0
FZ61467	ICP	0	90	0	0	0	0	24	0
FZ61468	ICP	150	190	2200	920	44	0	21	0
FZ61470	ICP	1300	0	790	0	150	0	18	0
FZ61472	ICP	400	650	99	0	0	0	5	0
FZ61474	ICP	1700	0	99	0	850	0	0	0
FZ61475	ICP	300	250	280	0	330	0	61	0
FZ31083	PIXE	750	26735	195	4515	3920	0	590	
FZ31106	PIXE	210	4390	1010	2810	0	0	160	
FZ31107	ICP	88	9600	2900	410	190	0	9	0

n°labo	Tech.an.	Ag (ppm)	Fe (ppm)	Ni (ppm)	S (ppm)	Sb (ppm)	Zn (ppm)	Au (ppm)	Ba (ppm)
FZ31104	PIXE	360	23970	305	5345	60	0	345	
FZ31105	PIXE	580	170	190	2675	165	0	165	
FZ31102	PIXE	70	0	190	0	620	0	0	
FZ61455	ICP	53	1300	22000	4800	0	31	12	0
FZ61456	ICP	280	13000	3700	1900	97	0	45	0
FZ36271	ICP	340	6500	310	0	52	0	8	0
FZ36272	ICP	90	26	230	0	110	0	0	0
FZ25679	ICP	438	273	83	0	97	82	11	
FZ24375	ICP	1290	379	120	190	500	4000	43	
FZ24396	ICP	50	155	0	0	25	141	3	
FZ25672	ICP	1310	116	67	0	182	85	10	
FZ25673	ICP	710	108	1270	31	216	103	11	
FZ25674	ICP	1620	245	625	0	1140	224	28	
FZ25675	ICP	1540	236	143	140	382	219	25	
FZ25676	ICP	1100	190	3300	1000	13000	260	2	3
FZ25676	ICP	498	130	131	0	141	156	14	
FZ25678	ICP	544	163	990	310	632	106	14	
FZ31159	ICP	460	0	11	0	0	0	4	0
FZ31160	ICP	600	15	7	0	22	0	3	0
FZ31161	ICP	0	10	290	0	2	30	3	0
FZ31162	ICP	160	18	5	0	270	0	2	0
FZ31163	ICP	400	0	500	0	26000	0	1	0
FZ31164	ICP	460	500	49	6900	50	0	2	0
FZ31165	ICP	2000	1000	9000		4000	0		
FZ31166	ICP	1300	330	9300	0	1800	0	1	0
FZ36266	ICP	960	15	4600	0	240	0	2	0
FZ36267	ICP	1200	16	14	0	130	0	54	0
FZ36268	ICP	540	17	0	1800	0	0	0	0
FZ36269	ICP	990	45	0	0	22	46	4	0
FZ31108	ICP	820	1500	7	0	56	14	3	0
FZ31109	ICP	400	56	190	0	260	0	10	0
FZ31110	ICP	360	270	110	0	310	0	8	0
FZ31111	ICP	1100	390	31	0	280	0	57	1
FZ31112	ICP	0	160	370	0	6	120	2	0
FZ31113	ICP	280	9	740	0	8	0	8	0
FZ31114	ICP	450	150	210	0	360	0	17	0
FZ31115	ICP	450	290	200	43	360	0	8	0
FZ31116	ICP	1200	0	58	0	94	0	7	0
FZ31117	ICP	720	270	170	0	67	0	84	0
FZ36274	ICP	460	49	200	0	510	0	14	0
FZ36275	ICP	4200	10	63	0	590	0	8	0
FZ6540	DCP	1800	70	6	0	330	41		1
FZ6541	DCP	1100	90	2	0	660	210		2
FZ6542	DCP	3300	90	6	0	660	36		2
FZ6548	DCP	330	5800	6	0	260	69		330
FZ6550	DCP	93	300	180	0	7	410		3
FZ9119	ICP	1100	15	89	0	99	0	8	0
FZ9121	ICP	380	35	94	0	52	0	12	0
FZ9123	ICP	6400	1600	130	180	270	84	23	0
FZ9124	ICP	1100	10	580	0	130	0	40	0
FZ9128	ICP	940	0	54	580	720	0	16	0

n°labo	Tech.an.	Bi (ppm)	Cd (ppm)	Co (ppm)	Cr (ppm)	Ge (ppm)	Hg (ppm)	In (ppm)	Mg (ppm)
FZ61423	ICP	36	0	0	0	0	6	0	15
FZ61425	ICP	63	0	0	0	0	0	0	39
FZ61426	ICP	14	0	0	0	0	6	0	7
FZ61430	ICP	59	3	0	0	0	4	0	0
FZ61431	ICP	22	0	0	0	0	6	0	10
FZ61433	ICP	0	0	68	0	0	0	0	22
FZ61448A	ICP	720	0	9	0	0	6	0	13
FZ61448B	ICP	290	0	0	0	0	0	20	0
FZ61449	ICP	150	0	100	0	0	5	0	29
FZ61451	ICP	140	0	100	0	0	4	4	11
FZ61458	ICP	15	0	0	0	0	6	0	10
FZ23948	PIXE	80	40	55	0		0	0	
FZ23949	ICP	97	0	1	0	0	5	3	0
FZ23951	PIXE	90	130	75	0		230	0	
FZ23954	ICP	72	0	5	0	0	5	6	0
FZ23956	PIXE	160	20	60	0		0	0	
FZ23957	ICP	0	0	38	0	0	0	0	8
FZ23959	ICP	83	0	11	0	0	6	6	11
FZ23961	ICP	170	0	19	0	0	5	4	17
FZ23962	PIXE	70	0	40	0		0	0	
FZ23964	ICP	440	0	10	0	0	6	7	0
FZ23967	ICP	170	0	54	0	0	6	7	0
FZ23968	ICP	210	0	11	0	0	5	6	0
FZ23976	ICP	1800	0	12	0	0	9	10	0
FZ23978	PIXE	130	0	90	0		0	0	
FZ24429a	ICP	8	0	46	0	0	2	8	220
FZ31035	PIXE	325	0	135	0		0	0	
FZ31036	PIXE	150	40	0	0		0	50	
FZ31037	ICP	97	0	1	0	0	6	4	18
FZ31039	ICP	750	0	64	0	0	5	22	0
FZ31040	ICP	84	0	54	0	0	6	7	0
FZ31041	PIXE	555	0	0	0		0	0	
FZ31042	PIXE	115	0	140	0		0	0	
FZ31043	ICP	79	0	0	0	0	6	4	0
FZ31044	ICP	580	0	3	0	0	6	4	0
FZ31045	PIXE	11390	0	65	50		0	100	
FZ31046	PIXE	310	0	100	0		220	0	
FZ31047	ICP	68	0	0	1	0	6	3	8
FZ31048	ICP	53	0	4	0	0	6	6	0
FZ31049	ICP	2700	0	0	0	0	5	7	0
FZ31050	ICP	160	0	2	0	0	6	4	0
FZ31053	PIXE	770	0	0	0		0	20	
FZ31054	PIXE	3540	0	0	0		340	0	
FZ31055	PIXE	185	0	75	0		0	0	
FZ31056	ICP	7	0	0	0	0	6	3	0
FZ31057	PIXE	480	30	50	0		0	35	
FZ31059	PIXE	880	40	0	0		0	0	
FZ31060	PIXE	1130	0	60	0		0	20	
FZ31061	PIXE	170	0	0	0		150	0	
FZ31062	PIXE	275	0	60	0		0	0	
FZ31063	PIXE	770	0	60	0		0	0	
FZ31064	ICP	17	0	3	0	0	6	3	0
FZ31065	ICP	30	0	54	0	0	4	8	0

n°labo	Tech.an.	Bi (ppm)	Cd (ppm)	Co (ppm)	Cr (ppm)	Ge (ppm)	Hg (ppm)	In (ppm)	Mg (ppm)
FZ31066	PIXE	150	20	170	0		0	50	
FZ31067	PIXE	320	0	0	0		0	0	
FZ31068	ICP	180	0	0	0	0	6	5	5
FZ31069	ICP	42	0	70	0	0	5	5	3
FZ31070	ICP	54	0	76	0	0	6	7	0
FZ31071	ICP	73	0	0	0	0	6	6	0
FZ31072	PIXE	630	0	50	0		0	0	
FZ31073	PIXE	255	0	115	0		170	30	
FZ31074	PIXE	140	0	125	0		180	30	
FZ31075	ICP	10	0	6	0	0	6	5	150
FZ31076	ICP	29	0	67	0	0	6	12	0
FZ31077	PIXE	50	0	180	0		0	0	
FZ31078	ICP	41	0	44	0	0	6	7	3
FZ31079	ICP	88	0	7	0	0	6	5	0
FZ31080	PIXE	120	0	200	0		0	0	
FZ31081	ICP	66	0	23	0	0	6	15	3
FZ31082	ICP	45	0	31	0	0	6	7	0
FZ31084	PIXE	0	0	0	0		0	190	
FZ31086	PIXE	85	0	0	0		0	0	
FZ31087	PIXE	610	30	75	0		0	0	
FZ31088	PIXE	150	0	90	0		0	0	
FZ31089	PIXE	200	0	60	0		0	30	
FZ31090	PIXE	130	30	90	0		0	40	
FZ31091	ICP	340	0	46	0	0	6	7	240
FZ31092	PIXE	0	0	120	0		0	0	
FZ31093	PIXE	300	60	0	0		0	40	
FZ31094	PIXE	365	80	70	0		0	0	
FZ31095	PIXE	270	0	50	0		0	50	
FZ31096	PIXE	300	40	70	0		0	30	
FZ31097	ICP	39	0	70	0	0	5	8	4
FZ31098	PIXE	170	270	160	0		0	0	
FZ31099	ICP	18	0	25	0	0	6	5	18
FZ31100	ICP	440	0	0	0	0	6	3	1
FZ31101	PIXE	410	40	0	0		0	0	
FZ31126	ICP	41	0	28	0	0	6	6	10
FZ31127	ICP	46	0	86	0	0	6	9	98
FZ31128	PIXE	310	30	0	0		0	40	
FZ31129	ICP	43	0	20	0	0	5	7	0
FZ31130	ICP	49	0	120	0	0	5	9	52
FZ31131	ICP	330	0	18	0	0	5	7	0
FZ61461	ICP	37	0	88	0	0	6	0	0
FZ61463	ICP	150	0	140	0	0	4	0	15
FZ61464	ICP	86	0	0	0	0	5	0	15
FZ61466	ICP	210	0	0	0	0	0	0	91
FZ61467	ICP	0	0	0	0	0	0	25	91
FZ61468	ICP	54	0	14	0	0	5	0	410
FZ61470	ICP	28	0	0	0	0	5	0	14
FZ61472	ICP	140	0	0	0	0	5	0	15
FZ61474	ICP	660	0	0	0	0	0	0	36
FZ61475	ICP	260	0	0	0	0	5	0	130
FZ31083	PIXE	760	40	585	0		250	80	
FZ31106	PIXE	140	0	100	0		0	0	
FZ31107	ICP	25	0	190	0	0	6	13	14

n°labo	Tech.an.	Bi (ppm)	Cd (ppm)	Co (ppm)	Cr (ppm)	Ge (ppm)	Hg (ppm)	In (ppm)	Mg (ppm)
FZ31104	PIXE	270	30	460	0		0	80	
FZ31105	PIXE	240	20	0	40		0	20	
FZ31102	PIXE	1260	70	50	0		0	0	
FZ61455	ICP	0	0	1100	0	0	6	18	20
FZ61456	ICP	61	0	290	0	0	5	9	10
FZ36271	ICP	61	0	2	0	0	3	9	14
FZ36272	ICP	8	0	0	0	0	3	4	19
FZ25679	ICP	504		7					
FZ24375	ICP	282		2					
FZ24396	ICP	53		1					
FZ25672	ICP	36		7					
FZ25673	ICP	55		8					
FZ25674	ICP	124		19					
FZ25675	ICP	88		13					
FZ25676	ICP	350	0	20	2	0	4	14	3
FZ25676	ICP	0		11					
FZ25678	ICP	66		9					
FZ31159	ICP	20	0	0	1	0	6	3	0
FZ31160	ICP	50	0	0	0	0	6	2	12
FZ31161	ICP	0	0	33	0	0	6	3	0
FZ31162	ICP	12	0	0	0	0	7	2	0
FZ31163	ICP	410	0	2	0	0	6	5	0
FZ31164	ICP	0	0	0	0	0	11	0	280
FZ31165	ICP								
FZ31166	ICP	90	0	0	0	0	8	10	8
FZ36266	ICP	15	0	0	0	0	4	6	23
FZ36267	ICP	170	0	0	0	0	5	5	33
FZ36268	ICP	6	0	0	0	0	4	5	16
FZ36269	ICP	52	0	0	0	0	5	3	28
FZ31108	ICP	82	0	0	9	0	6	5	4
FZ31109	ICP	340	0	3	0	0	5	4	0
FZ31110	ICP	80	0	1	1	0	6	5	12
FZ31111	ICP	1300	0	0	0	0	5	5	79
FZ31112	ICP	13	0	120	0	0	5	4	0
FZ31113	ICP	64	0	4	0	0	5	4	0
FZ31114	ICP	320	0	0	0	0	6	5	0
FZ31115	ICP	83	0	3	0	0	5	5	0
FZ31116	ICP	310	0	0	0	0	6	4	4
FZ31117	ICP	200	0	0	0	0	5	4	0
FZ36274	ICP	310	0	0	0	0	3	11	18
FZ36275	ICP	75	0	0	0	0	4	6	24
FZ6540	DCP	260	0	34					
FZ6541	DCP	81	0	89					
FZ6542	DCP	7	0	4500					
FZ6548	DCP	65	4	54					
FZ6550	DCP	8	0	340					
FZ9119	ICP	3400	0	1	0	0	5	11	0
FZ9121	ICP	83	0	0	0	0	6	3	0
FZ9123	ICP	790	0	13	0	0	5	7	0
FZ9124	ICP	130	0	0	0	0	5	3	0
FZ9128	ICP	8200	0	2	0	0	4	11	0

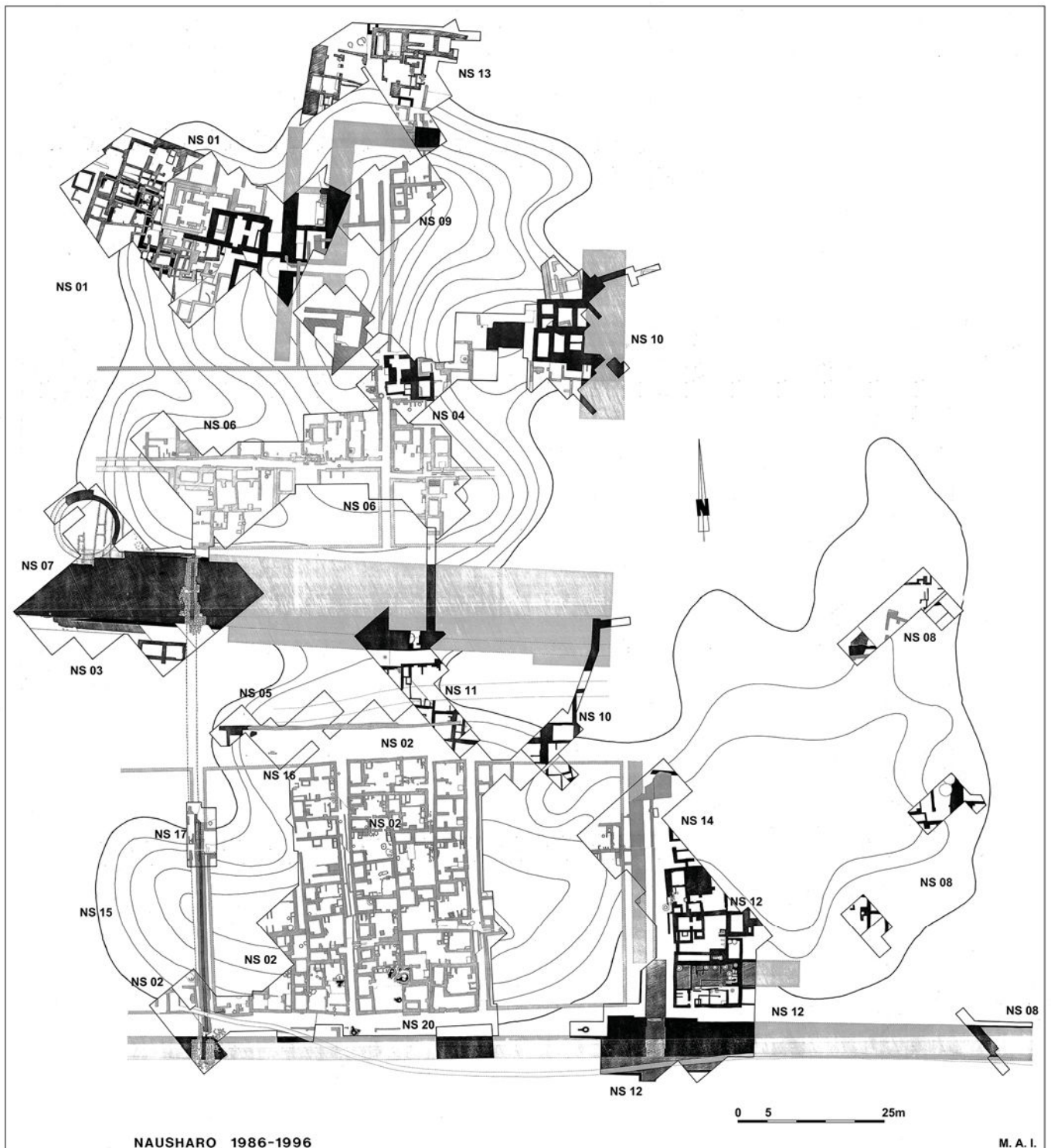
n°labo	Tech.an.	Mn (ppm)	Mo (ppm)	P (ppm)	Se (ppm)	Te (ppm)	Ti (ppm)	U (ppm)	V (ppm)	W (ppm)
FZ61423	ICP	0	0	0	34	43	2	0	0	0
FZ61425	ICP	0	0	0	26	43	5	0	0	0
FZ61426	ICP	0	0	0	49	60	3	0	0	0
FZ61430	ICP	0	0	0	57	33	2	0	0	0
FZ61431	ICP	0	0	0	34	30	2	0	0	0
FZ61433	ICP	0	0	0	38	40	2	0	0	0
FZ61448A	ICP	0	0	0	14	31	2	0	0	0
FZ61448B	ICP	0	0	0	0	76	0	0	0	0
FZ61449	ICP	0	0	0	54	47	2	0	0	0
FZ61451	ICP	0	0	0	63	43	2	0	0	0
FZ61458	ICP	0	0	0	130	33	2	0	0	0
FZ23948	PIXE	60			0	60			50	
FZ23949	ICP	0	0	0	200	0	14	0	0	23
FZ23951	PIXE	120			115	0			0	
FZ23954	ICP	0	0	0	80	0	12	0	0	24
FZ23956	PIXE	0			225	0			0	
FZ23957	ICP	0	0	0	85	0	12	0	0	23
FZ23959	ICP	0	0	55	71	0	15	7	0	15
FZ23961	ICP	0	0	0	96	0	11	0	0	18
FZ23962	PIXE	40			180	0			0	
FZ23964	ICP	0	0	43	37	0	12	0	0	22
FZ23967	ICP	0	0	0	50	0	12	16	0	10
FZ23968	ICP	0	0	0	73	0	12	13	0	16
FZ23976	ICP	0	0	0	50	0	11	0	0	14
FZ23978	PIXE	60			610	0			50	
FZ24429a	ICP	1	0	25	24	0	6	0	0	0
FZ31035	PIXE	0			135	90			0	
FZ31036	PIXE	0			65	0			0	
FZ31037	ICP	0	0	0	110	0	13	0	0	21
FZ31039	ICP	0	0	41	31	0	12	12	0	14
FZ31040	ICP	0	0	31	97	0	14	20	0	14
FZ31041	PIXE	40			45	140			0	
FZ31042	PIXE	0			0	0			50	
FZ31043	ICP	0	0	34	18	120	13	0	0	22
FZ31044	ICP	0	0	0	58	0	13	0	0	23
FZ31045	PIXE	50			200	245			50	
FZ31046	PIXE	50			140	150			0	
FZ31047	ICP	0	0	0	300	160	13	0	0	21
FZ31048	ICP	0	0	0	110	0	12	0	0	23
FZ31049	ICP	0	0	0	54	120	13	0	0	20
FZ31050	ICP	0	0	44	190	0	14	0	0	22
FZ31053	PIXE	0			400	130			60	
FZ31054	PIXE	0			290	0			0	
FZ31055	PIXE	40			160	110			50	
FZ31056	ICP	0	0	0	250	0	12	0	0	23
FZ31057	PIXE	0			315	120			0	
FZ31059	PIXE	70			510	0			50	
FZ31060	PIXE	0			410	100			0	
FZ31061	PIXE	0			0	0			0	
FZ31062	PIXE	0			360	40			0	
FZ31063	PIXE	0			460	0			80	
FZ31064	ICP	0	0	0	38	0	12	0	0	24
FZ31065	ICP	0	0	0	67	0	12	0	0	20

n°labo	Tech.an.	Mn (ppm)	Mo (ppm)	P (ppm)	Se (ppm)	Te (ppm)	Ti (ppm)	U (ppm)	V (ppm)	W (ppm)
FZ31066	PIXE	40			210	100			0	
FZ31067	PIXE	0			180	0			0	
FZ31068	ICP	0	0	0	200	0	12	0	0	24
FZ31069	ICP	0	0	0	60	0	12	0	0	20
FZ31070	ICP	0	0	0	83	0	12	0	0	21
FZ31071	ICP	0	0	0	21	110	12	0	0	22
FZ31072	PIXE	0			120	70			40	
FZ31073	PIXE	0			215	110			30	
FZ31074	PIXE	70			150	0			0	
FZ31075	ICP	1	0	55	110	0	15	0	0	23
FZ31076	ICP	0	0	0	100	0	11	0	0	23
FZ31077	PIXE	0			300	0			0	
FZ31078	ICP	0	0	0	46	0	12	18	0	12
FZ31079	ICP	0	0	0	68	0	12	0	0	21
FZ31080	PIXE	40			40	100			0	
FZ31081	ICP	0	0	0	64	0	11	0	0	17
FZ31082	ICP	0	0	0	71	0	12	0	0	22
FZ31084	PIXE	0			230	0			0	
FZ31086	PIXE	75			85	110			0	
FZ31087	PIXE	80			0	0			0	
FZ31088	PIXE	0			400	0			140	
FZ31089	PIXE	50			350	0			0	
FZ31090	PIXE	0			270	0			0	
FZ31091	ICP	0	0	95	51	0	11	26	0	8
FZ31092	PIXE	80			460	0			60	
FZ31093	PIXE	0			170	0			0	
FZ31094	PIXE	50			240	190			100	
FZ31095	PIXE	50			430	0			0	
FZ31096	PIXE	55			490	0			50	
FZ31097	ICP	0	0	0	88	0	12	28	0	6
FZ31098	PIXE	100			330	0			0	
FZ31099	ICP	0	0	0	120	0	11	0	0	22
FZ31100	ICP	0	0	0	76	0	13	0	0	22
FZ31101	PIXE	75			70	0			80	
FZ31126	ICP	0	0	47	69	0	12	0	0	21
FZ31127	ICP	0	0	140	78	0	12	10	0	16
FZ31128	PIXE	0			330	0			0	
FZ31129	ICP	0	0	0	91	0	13	0	0	22
FZ31130	ICP	0	0	55	81	0	13	0	0	22
FZ31131	ICP	0	0	0	74	0	13	7	0	18
FZ61461	ICP	0	0	0	130	63	2	0	0	0
FZ61463	ICP	0	0	0	64	48	2	0	0	0
FZ61464	ICP	0	0	0	140	37	2	0	0	0
FZ61466	ICP	0	0	0	330	51	7	0	0	0
FZ61467	ICP	0	0	0	0	150	0	0	4	0
FZ61468	ICP	0	0	0	79	46	2	0	1	0
FZ61470	ICP	0	0	0	72	39	2	0	0	0
FZ61472	ICP	3	0	0	400	32	3	0	0	0
FZ61474	ICP	0	0	0	440	42	4	0	0	0
FZ61475	ICP	0	0	0	140	39	1	0	0	0
FZ31083	PIXE	95			0	0			0	
FZ31106	PIXE	70			50	190			0	
FZ31107	ICP	0	0	0	57	0	12	33	0	0

n°labo	Tech.an.	Mn (ppm)	Mo (ppm)	P (ppm)	Se (ppm)	Te (ppm)	Ti (ppm)	U (ppm)	V (ppm)	W (ppm)
FZ31104	PIXE	0			80	0			0	
FZ31105	PIXE	50			155	70			40	
FZ31102	PIXE	0			0	80			0	
FZ61455	ICP	0	0	0	43	36	2	0	0	0
FZ61456	ICP	0	0	0	82	58	2	0	0	0
FZ36271	ICP	0	0	0	78	0	1	7	0	0
FZ36272	ICP	0	0	24	60	0	1	0	0	0
FZ25679	ICP	9		0						
FZ24375	ICP	3		50						
FZ24396	ICP	1		20						
FZ25672	ICP	8		0						
FZ25673	ICP	8		0						
FZ25674	ICP	21		0						
FZ25675	ICP	17		0						
FZ25676	ICP	0	0	0	29	48	1	0	0	0
FZ25676	ICP	13		60						
FZ25678	ICP	10		0						
FZ31159	ICP	0	0	0	240	0	14	0	0	24
FZ31160	ICP	0	0	0	33	0	14	0	0	22
FZ31161	ICP	0	0	0	38	0	12	0	0	21
FZ31162	ICP	0	0	0	13	0	13	0	0	23
FZ31163	ICP	0	0	0	33	0	10	0	0	19
FZ31164	ICP	10	0	0	280	0	20	0	0	30
FZ31165	ICP									
FZ31166	ICP	0	0	0	13	0	9	0	0	24
FZ36266	ICP	0	0	0	24	0	1	0	0	0
FZ36267	ICP	0	0	0	17	110	0	0	0	3
FZ36268	ICP	0	0	0	250	0	0	0	0	0
FZ36269	ICP	0	0	0	0	0	1	0	0	0
FZ31108	ICP	4	0	0	16	0	13	0	0	18
FZ31109	ICP	0	0	0	170	0	12	0	0	23
FZ31110	ICP	0	0	0	110	0	13	0	0	22
FZ31111	ICP	0	0	0	34	0	15	0	0	21
FZ31112	ICP	0	0	0	0	0	13	0	0	25
FZ31113	ICP	0	0	0	47	0	12	0	0	23
FZ31114	ICP	0	0	0	79	0	13	0	0	22
FZ31115	ICP	0	0	0	150	0	13	0	0	22
FZ31116	ICP	0	0	60	16	0	13	0	0	23
FZ31117	ICP	0	0	0	32	0	12	0	0	22
FZ36274	ICP	0	0	0	86	0	0	0	0	2
FZ36275	ICP	0	0	0	52	0	1	0	0	0
FZ6540	DCP		1	0	150	110				
FZ6541	DCP		1	10	520	1100				
FZ6542	DCP		0	10	100	14				
FZ6548	DCP		160	530	35	11				
FZ6550	DCP		1	3	35	4				
FZ9119	ICP	0	0	0	41	140	12	0	0	22
FZ9121	ICP	0	0	39	56	0	13	0	0	23
FZ9123	ICP	0	0	0	82	0	12	0	0	18
FZ9124	ICP	0	0	0	95	0	13	0	0	23
FZ9128	ICP	0	0	0	18	190	9	0	0	14

B. Balochistan ancien, plan du site de Nausharo

D'après Jarrige, 1996, dessin G. Quivron.



C. Statues d'homme de Basse-Égypte (collection Posno), musée du Louvre, département des antiquités égyptiennes, composition élémentaire du métal

Les analyses ont été effectuées par ICP-AES au C2RMF.

Les conditions d'analyse sont identiques à celles des objets du Balochistan analysés par ICP-AES (cf. volume 1 chapitre 1 § 2 p. 39-40).

nd : inférieur à la limite de détection.

° : inférieur à la limite de quantification

n° analyse	n° inv.	Désignation	Localisation prlvmt	Cu %	Pb %	Sn %	Ag %	As %	Fe %	Ni %	S %	Sb %	Zn %
FZ31868a	E7692	Statue de prétre	Sous le pied droit	75 ±7	18 ±2	4,3 ±0,4	0,067 ±0,007	1,0 ±0,1	0,098 ±0,010	0,027 ±0,003	0,21 ±0,02	0,36 ±0,04	0,11 ±0,01
FZ31868b	E7692	Statue de prétre	Main gauche	77 ±8	19 ±2	3,2 ±0,3	0,073 ±0,007	1,0 ±0,1	0,0014 ±0,0002	0,028 ±0,003	0,15 ±0,01	0,38 ±0,04	0,025 ±0,002
FZ31868c	E7692	Statue de prétre	Assemblage épaule gauche	79 ±8	18 ±2	3,2 ±0,3	0,069 ±0,007	1,0 ±0,1	nd <0,00035	0,027 ±0,003	0,15 ±0,01	0,37 ±0,04	0,026 ±0,003
FZ31866a	E7693	Statue de Bepeches	Tenon pied droit	82 ±8	12 ±1	5,3 ±0,5	0,062 ±0,006	1,1 ±0,1	0,45 ±0,04	0,040 ±0,004	0,22 ±0,02	0,62 ±0,06	0,22 ±0,02
FZ31866b	E7693	Statue de Bepeches	Main gauche (en face arriere)	80 ±8	13 ±1	4,6 ±0,5	0,054 ±0,005	1,1 ±0,1	0,047 ±0,005	0,030 ±0,003	0,16 ±0,02	0,66 ±0,07	0,073 ±0,007
FZ31866c	E7693	Statue de Bepeches	Assemblage épaule gauche	80 ±8	11 ±1	5,0 ±0,5	0,059 ±0,006	1,1 ±0,1	0,44 ±0,04	0,039 ±0,004	0,21 ±0,02	0,59 ±0,06	0,21 ±0,02

n° analyse	Au ppm	Ba ppm	Bi ppm	Cd ppm	Co ppm	Cr ppm	Ge ppm	Hg ppm	In ppm	Mg ppm	Mn ppm	Mo ppm	P ppm	Se ppm	Te ppm	Ti ppm	U ppm	V ppm	W ppm
FZ31868a	91 ±9	nd <0,4	176 ±18	nd <0,4	49 ±5	nd <0,8	nd <3,0	3,2 ±0,3	9,4 ±1,5	nd <0,5	nd <0,3	nd <1,2	12° <36 >11	3,6° <7,5 >2,2	44 ±5	nd <0,4	nd <11	nd <0,4	nd <2,9
FZ31868b	95 ±9	nd <0,4	191 ±19	nd <0,4	26 ±3	nd <0,8	nd <3,1	3,8 ±0,5	8,9 ±0,9	nd <0,5	nd <0,3	nd <1,3	nd <11	3,2° <7,7 >2,3	48 ±6	nd <0,4	nd <11	nd <0,4	nd <3,0
FZ31868c	96 ±10	nd <0,4	174 ±17	nd <0,5	25 ±3	nd <0,8	nd <3,2	3,8 ±0,4	7,6° <7,7 >2,3	nd <0,5	nd <0,3	nd <1,3	14° <38 >12	3,6° <8,0 >2,4	44 ±4	nd <0,4	nd <11	nd <0,4	nd <3,1
FZ31866a	48 ±5	nd <0,4	135 ±13	nd <0,4	63 ±6	nd <0,7	nd <2,9	4,4 ±0,6	15 ±3	nd <0,5	nd <0,3	nd <1,2	13° <35 >10	4,2° <7,2 >2,2	25 ±9	nd <0,3	nd <10	nd <0,4	nd <2,8
FZ31866b	51 ±5	nd <1,5	127 ±19	nd <1,6	29 ±3	nd <2,9	nd <11	nd <2,1	10° <27 >8	nd <1,8	nd <1,1	nd <4,5	63° <133 >40	nd <8,3 >4,0	28° <42 >12	nd <1,3	nd <39	nd <1,5	nd <11
FZ31866c	47 ±5	nd <0,4	128 ±13	nd <0,4	61 ±6	nd <0,8	nd <2,9	3,7 ±0,4	10 ±2	nd <0,5	nd <0,3	nd <1,2	nd <11	nd <2,2	20 ±2	nd <0,4	nd <10	nd <0,4	nd <2,9

D. Grands bronzes sudarabiques, mission Louvre-DAO / C2RMF dans les musées du Yémen (2008), fiches HEPHAISTOS

A l'initiative de l'ambassade de France au Yémen (M. Barret, R. Audoin), une mission de trois semaines dans les musées yéménites a été organisée en 2008, sous la direction du musée du Louvre. Ont participé à cette mission F. Demange (Louvre-DAO), B. Mille (C2RMF), C. Pariselle (restauratrice du patrimoine) et A. Ali Aqil (experte sculpture bronzes sudarabiques).

52 statues (plus de 30 cm de hauteur) et statuettes (moins de 30 cm) ont été étudiées au musée national de Sanaa, au musée militaire de Sanaa, au Musée National d'Ibb et au Musée Régional de Baynun. Dix d'entre elles ont été sélectionnées pour un examen analytique plus approfondi incluant des prélèvements. Trente-deux échantillons de métal ont été prélevés pour une analyse élémentaire et quatre échantillons de noyau pour une analyse pétrographique. Les résultats des analyses élémentaires sont présentés dans l'annexe E.

On trouvera dans les pages suivantes sous forme de fiches (4 pages par statue) une description de la technique de fabrication des principales statues qui ont été étudiées au cours de la mission de 2008 basée sur les observations que nous avons effectuées sur place. Les fiches sont extraites de la base de données HEPHAISTOS (cf. Volume 1, introduction de la deuxième partie p. 213 pour une présentation de cette base de données).

Grand sabot (bovidé, camélidé ?)

IDFiche 754 **Création** 29/09/2010 **Dern. modif.** 30/09/2010 **Auteur** Benoît Mille
 Oeuvre
 n° inv. Y001 **Lieu de conservation** Yémen, Musée militaire de Sanaa

Contexte archéologique, étude stylistique

Lieu de découverte	Yémen	Date découverte	
Datation : entre		et	
		d'après	
		Fiabilité datation	
Commentaire datation (d'ap. style ou d'ap. contexte, autres propositions de dates & par qui, ...)			

Lieu supposé de fabrication	Yémen
Comparaisons (autres bronzes analogues, nature des analogies)	

Etude technologique

Masse (en kg)		Dimension max (en cm)	15.3	Epaisseur moyenne (en mm)	3,5
Technique de fonte cire perdue en creux sur négatif					
Liste des pièces Sabot					
Nb de pièces					
1					

Travail de la cire et du noyau	Parois d'épaisseur très irrégulière (2,8 à 4 mm), noyau retiré.

Clous distanciateurs, armatures	Non

Technique d'assemblage	Non

Etude technologique (suite)

Décor

Yeux

Réparation, ajustage, finitions

Non

Remarques

Corrosion active ancienne. Surface perturbée (bubons, concrétions terreuses, fractures récentes, collages modernes, fragments recollés.

Examens et analyses en laboratoire

Type d'analyse

- Radio- Tomographie Compo élémentaire métal Coupe métal. Autre...
 Endoscopie Compo isotopique plomb Diffraction X

Laboratoire(s)

Localisation prélèvements / Résumé des résultats

Bibliographie

ID Fiche biblio

Référence bibliographique abrégée

Grand sabot (bovidé, camélidé ?)

inv. Y001

IDFiche Oeuvre 754



size:1826,1602
image:Photos objets
Yémen/Y001_IMG_3345.JPG



size:1902,1584
image:Photos objets
Yémen/Y001_IMG_3346.JPG



size:1385,1099
image:Photos objets
Yémen/Y001_IMG_3347.JPG



size:1376,1236
image:Photos objets
Yémen/Y001_IMG_3348.JPG

Pied de bovidé : pied d'autel ?

IDFiche Oeuvre 756 **Création** 29/09/2010 **Dern. modif.** 30/09/2010 **Auteur** Benoît Mille
n° inv. Y002 **Lieu de conservation** Yémen, Musée militaire de Sanaa

Contexte archéologique, étude stylistique

Lieu de découverte	Yémen	Date découverte	
Datation : entre		et	
		d'après	
		Fiabilité datation	
Commentaire datation (d'ap. style ou d'ap. contexte, autres propositions de dates & par qui, ...)			

Lieu supposé de fabrication Yémen

Comparaisons (autres bronzes analogues, nature des analogies)

Etude technologique

Masse (en kg)		Dimension max (en cm)	12	Epaisseur moyenne (en mm)	4,5
Technique de fonte cire perdue en creux (pas plus d'information)					
Liste des pièces Pied : la pièce est entière (le bord supérieur de la pièce est nettement visible), la découpe du bord supérieur de la pièce favorise l'hypothèse d'un pied d'autel plutôt que celle d'une statue de bovidé.					
Nb de pièces					
1					

Travail de la cire et du noyau

Noyau retiré

Clous distanciateurs, armatures

Reste de 2 tiges transversales positionnées de façon diamétralement opposées (disposition en croix ?). Tiges de section quadrangulaire, 6x8,5 mm (photo 3366)

Technique d'assemblage

Pas de trace de l'assemblage avec la pièce surmontant ce pied.

Etude technologique (suite)

Décor

Yeux

Réparation, ajustage, finitions

coulée secondaire pour masquer les ouvertures laissées par les tiges (photo 3365).

Remarques

La surface a été nettoyée mécaniquement, surface d'origine localement bien conservée

Examens et analyses en laboratoire

Type d'analyse Radio- Tomographie Compo élémentaire métal Coupe métal. Autre...
 Endoscopie Compo isotopique plomb Diffraction X

Laboratoire(s)

Localisation prélèvements / Résumé des résultats

Bibliographie

ID Fiche biblio
ni

Référence bibliographique abrégée

Pied de bovidé : pied d'autel ?

inv. Y002

IDFiche Oeuvre 756



size:1240,1611
image:Photos objets
Yémen/Y002_IMG_3349.JPG



size:1267,1655
image:Photos objets
Yémen/Y002_IMG_3350.JPG



size:1059,1357
image:Photos objets
Yémen/Y002_IMG_3352.JPG



size:2272,1704
image:Photos objets
Yémen/Y002_IMG_3365.JPG



size:1958,1510
image:Photos objets
Yémen/Y002_IMG_3366.JPG

Pied de bovidé : pied d'autel ?

IDFiche 757 **Création** 29/09/2010 **Dern. modif.** 30/09/2010 **Auteur** Benoît Mille
 Oeuvre
 n° inv. Y003 **Lieu de conservation** Yémen, Musée militaire de Sanaa

Contexte archéologique, étude stylistique

Lieu de découverte	Yémen	Date découverte	
Datation : entre		et	
		d'après	
		Fiabilité datation	
Commentaire datation (d'ap. style ou d'ap. contexte, autres propositions de dates & par qui, ...)			

Lieu supposé de fabrication	Yémen
Comparaisons (autres bronzes analogues, nature des analogies)	

Etude technologique

Masse (en kg)		Dimension max (en cm)	14	Epaisseur moyenne (en mm)	2
Technique de fonte cire perdue en creux probablement sur négatif					
Liste des pièces	Pied : la pièce est fragmentaire mais le bord supérieur est partiellement conservé. Il est horizontal, marqué par un net décrochement sur le côté. La découpe du bord supérieur de la pièce favorise l'hypothèse d'un pied d'autel plutôt que celle d'une statue de bovidé.				
Nb de pièces	1				

Travail de la cire et du noyau	Les parois très fines et d'épaisseur régulière militent en faveur du procédé sur négatif. Le noyau a été retiré postérieurement à la découverte, il en reste une fine couche au niveau du sabot (3364).

Clous distanciateurs, armatures	Une tige de section circulaire (diam. 8,5 mm) à la limite supérieure du sabot, sur l'arrière (3371, T).

Technique d'assemblage	Pas de trace de l'assemblage avec la pièce surmontant ce pied.

Etude technologique (suite)

Décor

Yeux

Réparation, ajustage, finitions

Une coulée secondaire pour reboucher une importante lacune en face avant de la base du sabot (3363).

Remarques

Corrosion active, voile blanchâtre localement, nettoyage mécanique jusqu'à la surface d'origine.

Examens et analyses en laboratoire

Type d'analyse Radio- Tomographie Compo élémentaire métal Coupe métal. Autre...
 Endoscopie Compo isotopique plomb Diffraction X

Laboratoire(s)

Localisation prélèvements / Résumé des résultats

Bibliographie

ID Fiche biblio

Référence bibliographique abrégée

Pied de bovidé : pied d'autel ?

inv. Y003

IDFiche Oeuvre 757



size:1336,1671
image:Photos objets
Yémen/Y003_IMG_3361.JPG



size:1451,1632
image:Photos objets
Yémen/Y003_IMG_3357.JPG



size:1403,1647
image:Photos objets
Yémen/Y003_IMG_3360.JPG



size:2272,1704
image:Photos objets
Yémen/Y003_IMG_3363.JPG



size:776,728
image:Photos objets
Yémen/Y003_IMG_3371.jpg



size:2272,1704
image:Photos objets
Yémen/Y003_IMG_3364.JPG

Tête de bovidé (dégorgeoir)

IDFiche 758 **Création** 30/09/2010 **Dern. modif.** 01/05/2017 **Auteur** Benoît Mille
 Oeuvre
 n° inv. Y004 / mm3827 **Lieu de conservation** Yémen, Musée militaire de Sanaa

Contexte archéologique, étude stylistique

Lieu de découverte	Yémen	Date découverte	
Datation :	entre	et	d'après
			Fiabilité datation
Commentaire datation (d'ap. style ou d'ap. contexte, autres propositions de dates & par qui, ...)			
remarque stylistique : pas de plis de peau marqués sous les yeux, mufle bulbeux très stylisé			

Lieu supposé de fabrication	Yémen
Comparaisons (autres bronzes analogues, nature des analogies)	
Gargouille de Tamna', Sackler Gallery, Washington, inv TS36A et TS36B), Ali Aqil et Antonini, 2007, p. 237.	

Etude technologique

Masse (en kg)		Dimension max (en cm)	13	Epaisseur moyenne (en mm)	Tête : 1,5, gouttière 2,3
Technique de fonte	cire perdue en creux sur négatif (technique mixte)				
Liste des pièces	Tête (lacunaire) surmontée d'une gouttière (fragment)				
Nb de pièces	1				

Travail de la cire et du noyau
Procédé sur négatif au moins pour la tête étant donné la très grande finesse des parois et le fait que les yeux et les cornes sont creux (3400). Cependant, les oreilles pleines sont directement façonnées sur positif et rapportées sur la tête en cire. Joints cire-cire également pour l'assemblage de la gouttière sur la tête.

Clous distanciateurs, armatures
Bouchage par coulée secondaire de 2 clous distanciateurs à la base du cou à gauche (3395) et à la naissance de l'oreille droite (3368).

Technique d'assemblage
Non

Etude technologique (suite)

Décor

Yeux

Réparation, ajustage, finitions

Coulées secondaires pour boucher les lacunes sur le front et le museau (3400 et 3410) et à la base de la gouttière

Remarques

En 7 fragments + débris recollés. Nettoyage mécanique. Etude (radiographie puis analyse métal) et restauration (amélioration du nettoyage et du remontage) à prévoir.

Examens et analyses en laboratoire

Type d'analyse Radio- Tomographie Compo élémentaire métal Coupe métal. Autre...
 Endoscopie Compo isotopique plomb Diffraction X

Laboratoire(s)

Localisation prélèvements / Résumé des résultats

Bibliographie

ID Fiche biblio

Référence bibliographique abrégée

1514

Ali Aqil et Antonini, 2007, p. 237

Tête de bovidé (dégorgeoir)

inv. Y004 / mm3827

IDFiche Oeuvre 758



size:1545,1643
image:Photos objets
Yémen/Y004_IMG_3395.JPG



size:1714,1324
image:Photos objets
Yémen/Y004_IMG_3392.JPG



size:1732,1696
image:Photos objets
Yémen/Y004_IMG_3368.JPG



size:1755,1660
image:Photos objets
Yémen/Y004_IMG_3400.JPG



size:1823,1686
image:Photos objets
Yémen/Y004_IMG_3408.JPG



size:1987,1026
image:Photos objets
Yémen/Y004_IMG_3410.JPG

Statuette de cheval

IDFiche 759 **Création** 30/09/2010 **Dern. modif.** 11/10/2010 **Auteur** Benoît Mille
Oeuvre
n° inv. Y005 / 9634 **Lieu de conservation** Yémen, Musée militaire de Sanaa

Contexte archéologique, étude stylistique

Lieu de découverte	Yémen	Date découverte	
Datation : entre		et	
		d'après	
		Fiabilité datation	
Commentaire datation (d'ap. style ou d'ap. contexte, autres propositions de dates & par qui, ...)			

Lieu supposé de fabrication	Yémen
Comparaisons (autres bronzes analogues, nature des analogies)	

Etude technologique

Masse (en kg)		Dimension max (en cm)	9.2	Epaisseur moyenne (en mm)	2,8
Technique de fonte cire perdue en creux probablement sur positif					
Liste des pièces Pièce entière dont la fabrication n'est pas achevée :					
- canaux d'alimentation en métal encore visibles (pont entre la queue et la jambe ard, 3377)					
- matériau blanc entre les jambes = moule de coulée					
Nb de pièces					
1					

Travail de la cire et du noyau	Noyau pas véritablement observable, mais le corps est en creux. Les jambes et la tête sont pleins.

Clous distanciateurs, armatures	

Technique d'assemblage	non

Etude technologique (suite)**Décor****Yeux****Réparation, ajustage, finitions****Remarques**

La statuette devait probablement se trouver dans son moule de coulée au moment de sa découverte. Il est en effet manifeste que le matériau du moule a été mécaniquement dégagé postérieurement à la découverte. corrosion active ancienne (bubons et pustules, concrétions vert-clair sur la tête).

Examens et analyses en laboratoire**Type d'analyse**

- Radio- Tomographie Compo élémentaire métal Coupe métal. Autre...
 Endoscopie Compo isotopique plomb Diffraction X

Laboratoire(s)**Localisation prélèvements / Résumé des résultats**

Prélèvements

Y005-1 : au ciseau dans le matériau blanchâtre (moule de coulée), 3 petits fragments détachés pour examen pétrographique et datation TL.

Bibliographie**ID Fiche biblio****Référence bibliographique abrégée**

Statuette de cheval

inv. Y005 / 9634

IDFiche Oeuvre 759



size:1645,1701
image:Photos objets
Yémen/Y005_IMG_3373.JPG



size:1681,1704
image:Photos objets
Yémen/Y005_IMG_3374.JPG



size:1714,1284
image:Photos objets
Yémen/Y005_IMG_3379.JPG



size:930,1611
image:Photos objets
Yémen/Y005_IMG_3377.JPG



size:1289,1044
image:Photos objets
Yémen/Y005_IMG_3378.JPG

Statuette d'aigle

IDFiche 760 **Création** 30/09/2010 **Dern. modif.** 01/05/2017 **Auteur** Benoît Mille
Oeuvre
n° inv. Y006 **Lieu de conservation** Yémen, Musée militaire de Sanaa

Contexte archéologique, étude stylistique

Lieu de découverte	Yémen	Date découverte	
Datation : entre		et	
		d'après	
		Fiabilité datation	
Commentaire datation (d'ap. style ou d'ap. contexte, autres propositions de dates & par qui, ...)			

Lieu supposé de fabrication	Yémen
Comparaisons (autres bronzes analogues, nature des analogies)	

Etude technologique

Masse (en kg)		Dimension max (en cm)	5.2	Epaisseur moyenne (en mm)	/
Technique de fonte cire perdue en creux (pas plus d'information)					
Liste des pièces Pièce entière, éventuellement anse de préhension d'un couvercle					
Nb de pièces					
1					

Travail de la cire et du noyau	Le noyau est encore probablement présent mais recouvert d'un vernis rougeâtre sous la base.
Clous distanciateurs, armatures	
non	

Technique d'assemblage	non

Etude technologique (suite)

Décor	
Yeux	

Réparation, ajustage, finitions
non

Remarques
Corrosion active, pustules, soulèvements, pièce prise dans un incendie ? Surface d'origine conservée sous les concrétions ? Un vernis rougeâtre a été appliqué sous la pièce, probablement pour consolider superficiellement le noyau (autre possibilité : le noyau a été remplacé par un mastic synthétique).

Examens et analyses en laboratoire

Type d'analyse	<input type="checkbox"/> Radio- Tomographie	<input type="checkbox"/> Compo élémentaire métal	<input type="checkbox"/> Coupe métal.	<input type="checkbox"/> Autre...
	<input type="checkbox"/> Endoscopie	<input type="checkbox"/> Compo isotopique plomb	<input type="checkbox"/> Diffraction X	
Laboratoire(s)				
Localisation prélèvements / Résumé des résultats				

Bibliographie

ID Fiche biblio	Référence bibliographique abrégée

Statuette d'aigle

inv. Y006

IDFiche Oeuvre 760



size:949,1465
image:Photos objets
Yémen/Y006_IMG_3382.JPG



size:1053,1467
image:Photos objets
Yémen/Y006_IMG_3384.JPG



size:1090,1503
image:Photos objets
Yémen/Y006_IMG_3387.JPG



size:970,1492
image:Photos objets
Yémen/Y006_IMG_3388.JPG



size:992,1270
image:Photos objets
Yémen/Y006_IMG_3385.JPG

Statuette féminine

IDFiche 761 **Création** 30/09/2010 **Dern. modif.** 06/09/2011 **Auteur** Benoît Mille
Oeuvre
n° inv. Y007 / 9570 **Lieu de conservation** Yémen, Musée militaire de Sanaa

Contexte archéologique, étude stylistique

Lieu de découverte	Yémen	Date découverte	
Datation : entre		et	
		d'après	
		Fiabilité datation	
Commentaire datation (d'ap. style ou d'ap. contexte, autres propositions de dates & par qui, ...)			
La statuette tient un objet non identifiable dans la main gauche			

Lieu supposé de fabrication	Yémen
Comparaisons (autres bronzes analogues, nature des analogies)	

Etude technologique

Masse (en kg)		Dimension max (en cm)	5.8	Epaisseur moyenne (en mm)	2
Technique de fonte cire perdue en creux (pas plus d'information)					
Liste des pièces Entière, trace d'un tenon à l'arrière					
Nb de pièces					
1					

Travail de la cire et du noyau	Noyau non retiré et apparent à l'arrière , accès par une large ouverture rectangulaire (1,8 x 0,7 cm).

Clous distanciateurs, armatures	Non

Technique d'assemblage	Non

Etude technologique (suite)

Décor

Yeux

Réparation, ajustage, finitions

Défaut de fonderie à l'arrière à gauche, non corrigé.

Remarques

Épaisse couche de produits de corrosion pulvérulents vert-clair, qui masque tous les détails iconographiques.

Examens et analyses en laboratoire

Type d'analyse Radio- Tomographie Compo élémentaire métal Coupe métal. Autre...
 Endoscopie Compo isotopique plomb Diffraction X

Laboratoire(s)

Localisation prélèvements / Résumé des résultats

Bibliographie

ID Fiche biblio

Référence bibliographique abrégée

Statuette féminine

inv. Y007 / 9570

IDFiche Oeuvre 761



size:43,44
image:Photos objets
Yémen/Y007_IMG_3389_3390_detoure.jpg



size:904,1698
image:Photos objets
Yémen/Y007_IMG_3413.JPG

Tête masculine

IDFiche 763 **Création** 06/10/2010 **Dern. modif.** 01/05/2017 **Auteur** Benoît Mille
Oeuvre
n° inv. Y008 / YM23207 **Lieu de conservation** Yémen, musée national de Sanaa, storage room

Contexte archéologique, étude stylistique

Lieu de découverte	Yémen	Date découverte	
Datation :	entre 0 et 200	d'après	Ali Aqil et Antonini 2007
		Fiabilité datation	Moyenne
Commentaire datation (d'ap. style ou d'ap. contexte, autres propositions de dates & par qui, ...)			
Type de visage représenté sur les monnaies d'époque himyarite (roi)			

Lieu supposé de fabrication	Yémen
Comparaisons (autres bronzes analogues, nature des analogies)	
Deux autres têtes exactement identiques dans Antonini et Ali Aqil p. 151 : British Museum (BM136359) et Musée national de Sanaa (YM212), toutes 2 découvertes à Ghayman.	

Etude technologique

Masse (en kg)		Dimension max (en cm)	31.5	Epaisseur moyenne (en mm)	2,5
Technique de fonte cire perdue en creux sur négatif					
Liste des pièces	Tête d'une statue grandeur nature.				
Nb de pièces	1				

Travail de la cire et du noyau
Le noyau est creux, la terre a été appliquée en une couche d'environ 4 cm d'épaisseur, des traces de lissage du noyau sont visibles, la terre est très noire.

Clous distanciateurs, armatures
non vus

Technique d'assemblage
Restes de métal de soudure à la base du cou, et à la base des cheveux (côté arrière) : surépaisseur sur toute la circonférence. Soudure de la tête sur le corps par cordon linéaire.

Etude technologique (suite)

Décor

Yeux

Incrustations pour la figuration des yeux ?

Réparation, ajustage, finitions

Défauts de fonte sur l'ensemble du crâne dans la chevelure. Quelques réparations par coulées secondaires.

Remarques

Un violent choc a enfoncé le sommet du crâne. Par ailleurs, le bronze a éclaté sous l'effet de la dilatation du noyau au bas du visage (jugulaire) et au sommet du crâne. Couche particulièrement épaisse de produits de corrosion pulvérulents vert-clair (hydroxychlorures de cuivre).

Examens et analyses en laboratoire

Type d'analyse Radio- Tomographie Compo élémentaire métal Coupe métal. Autre...
 Endoscopie Compo isotopique plomb Diffraction X

Laboratoire(s)

Localisation prélèvements / Résumé des résultats

Trop corrodée et fragile.

Bibliographie

ID Fiche biblio

Référence bibliographique abrégée

1515

Ali Aqil et Antonini, 2007, p. 151

Tête masculine

inv. Y008 / YM23207

IDFiche Oeuvre 763



size:379,598
image:Photos objets
Yémen/Y008_IMG_3445.JPG



size:579,885
image:Photos objets
Yémen/Y008_IMG_3465.JPG



size:440,580
image:Photos objets
Yémen/Y008_IMG_3446.JPG



size:409,569
image:Photos objets
Yémen/Y008_IMG_3448.JPG



size:811,616
image:Photos objets
Yémen/Y008_IMG_3450.JPG



size:2272,1704
image:Photos objets
Yémen/Y008_IMG_3454.JPG



size:667,832
image:Photos objets
Yémen/Y008_IMG_3457.JPG

Statue masculine

IDFiche 762 **Création** 01/10/2010 **Dern. modif.** 01/05/2017 **Auteur** Benoît Mille
Oeuvre
 n° inv. Y009 / YM23212 **Lieu de conservation** Yémen, musée national de Sanaa, storage room

Contexte archéologique, étude stylistique

Lieu de découverte	Yémen	Date découverte	
Datation :	entre -800 et -500 d'après Mille	Fiabilité datation	Moyenne
Commentaire datation (d'ap. style ou d'ap. contexte, autres propositions de dates & par qui, ...)			
Période archaïque d'après le style			

Lieu supposé de fabrication	Yémen
Comparaisons (autres bronzes analogues, nature des analogies)	
Hawtar'athat	

Etude technologique

Masse (en kg)	env. 25	Dimension max (en cm)	73.5	Epaisseur moyenne (en mm)	2,5
Technique de fonte cire perdue en creux probablement sur négatif (technique mixte)					
Liste des pièces	Initialement en 4 pièces assemblées par soudure : la tête, le corps et le bras, la jambe gauche, la jambe droite.				
Nb de pièces	La tête, les avant-bras, le pied gauche et l'avant-pied droit sont manquants. Pas de tenons sous les pieds, ni de traces d'un autre dispositif de soclage.				
3					

Travail de la cire et du noyau

Les épaisseurs de paroi sont très régulières, entre 2 et 3 mm. Des sutures sont visibles le long du corps, comme pour la statue de Hawtar'athat (interprétées comme des joints cire-cire). Dans le cas présent, on retrouve également ces joints le long des bras. La ceinture et son noeud dans le dos, ainsi que le poignard, semblent issus du moulage, en revanche les lettres de l'inscription, et la bordure du pagne paraissent façonnés sur positif et ensuite ajoutés sur la cire. Le noyau semble plein (visible au niveau du cou, dans les pieds, les bras). Il faudrait une radiographie pour en être certain dans le cas du corps. Le matériau constituant le noyau est une terre cuite très noire qui semble très charbonneuse, plus encore que dans le cas du noyau du corps de Hawtar'athat. Dans l'ouverture du cou, on voit très nettement que le noyau a été recreusé, des restes d'une terre blanche reposent sur cette surface.

Clous distanciateurs, armatures

Pas vus

Technique d'assemblage

Un peu de métal de soudure s'est infiltré au niveau de l'ouverture du cou (ass tête-corps). Des traces sont visibles à la base des jambes qui correspondent vraisemblablement à la soudure des jambes sur le pagne. Pour la soudure tête-corps, on retrouve les mêmes modalités de préparation de la soudure que dans le cas de Hawtar'athat : noyau creusé après coulée, matériau blanc (de type plâtre ou ciment) pour la mise en place des pièces à assembler.

Etude technologique (suite)

Décor Inscription en langue sudarabique en face ventrale du pagne (non traduite, inédite). L'inscription est en fort relief et non gravée comme dans le cas de Hawtar'athat, vient de fonderie (= présent dans le moule de coulée), mais sans doute pas dans le moule à bon creux (=lettres en cire façonnées à part (moulées ?) puis appliquées sur la statue de cire).

Yeux

Réparation, ajustage, finitions

Traces de polissage au niveau des jambes.

Une perforation près du bord du cou, au niveau de la salière, effectuée dans le métal, avec un outil cône (sorte de fraise ?) de l'extérieur vers l'intérieur (diam. ext 7 mm, diam int 4 mm). Fonction de ce trou inconnue, mais peut avoir un lien avec assemblage de la tête étant donné sa proximité de la zone de soudure.

Remarques

Statue fragmentaire, bon état des paroi métalliques sauf jambe droite et pied droit (fracture cheville/pied), le pied est mobile et nécessite une consolidation. Couches de corrosion relativement régulière et mince, absence de bubons. Nettoyage récent par voie mécanique, rayures récentes au revers. Les 3 microforages dans le métal ont été rebouchés (mastic à l'araldite).

Examens et analyses en laboratoire

Type d'analyse Radio- Tomographie Compo élémentaire métal Coupe métal. Autre...
 Endoscopie Compo isotopique plomb Diffraction X

Laboratoire(s)

Localisation prélèvements / Résumé des résultats

Y009-1 : microforage dans la tranche de la paroi métallique, à la base du cou (3494)

Y009-2 : microforage dans le métal de soudure tête cou (3494)

Y009-3 : microforage dans la tranche, au niveau du pied droit (3498)

Y009-4 : fragments noyau pris dans l'ouverture du cou = noyau du corps noir : TL, pétro, 14C

Bibliographie

ID Fiche biblio	Référence bibliographique abrégée
1518	Mille, 2012

Statue masculine

inv. Y009 / YM23212

IDFiche Oeuvre 762



size:304,410
image:Photos objets
Yémen/Y009_IMG_3471_3472_detoure.jpg



size:687,391
image:Photos objets
Yémen/Y009_IMG_3486.JPG



size:639,802
image:Photos objets
Yémen/Y009_IMG_3477_3480_3475.jpg



size:707,582
image:Photos objets
Yémen/Y009_IMG_3498.JPG



size:641,908
image:Photos objets
Yémen/Y009_IMG_3483.JPG



size:681,686
image:Photos objets
Yémen/Y009_IMG_3484.JPG



size:661,381
image:Photos objets
Yémen/Y009_IMG_3489.JPG



size:908,681
image:Photos objets
Yémen/Y009_IMG_3667_3666.jpg



size:2272,1704
image:Photos objets
Yémen/Y009_IMG_3494.JPG

Drapé

IDFiche 768 **Création** 11/10/2010 **Dern. modif.** 12/10/2010 **Auteur** Benoît Mille
 Oeuvre
 n° inv. Y010 / YM228 **Lieu de conservation** Yémen, musée national de Sanaa, storage room

Contexte archéologique, étude stylistique

Lieu de découverte	Yémen	Date découverte	
Datation :	entre		et
		d'après	
		Fiabilité datation	
Commentaire datation (d'ap. style ou d'ap. contexte, autres propositions de dates & par qui, ...)			

Lieu supposé de fabrication	Yémen
Comparaisons (autres bronzes analogues, nature des analogies)	

Etude technologique

Masse (en kg)		Dimension max (en cm)	36.5	Epaisseur moyenne (en mm)	2,2
Technique de fonte	cire perdue en creux sur négatif				
Liste des pièces	Pan de vêtement très plissé, pièce complète. Petit fragment du pan de vêtement sous-jacent soudé au niveau du bord supérieur ?				
Nb de pièces	1				

Travail de la cire et du noyau

Clous distanciateurs, armatures

Technique d'assemblage
Soudure par coulée secondaire, cordon linéaire en haut, par points sur les côtés et en bas (cf revers photo 3507) : métal de soudure le long du bord supérieur, amas de 2-3 cm de diamètre en bas et à mi-hauteur à gauche. Lacune correspondante à l'arrachement d'un point de soudure à mi-hauteur à droite.

Etude technologique (suite)

Décor

Yeux

Réparation, ajustage, finitions

Remarques

Bord supérieur replié sur lui-même

Examens et analyses en laboratoire

Type d'analyse Radio- Tomographie Compo élémentaire métal Coupe métal. Autre...
 Endoscopie Compo isotopique plomb Diffraction X

Laboratoire(s)

Localisation prélèvements / Résumé des résultats

Bibliographie

ID Fiche biblio

Référence bibliographique abrégée

Drapé

inv. Y010 / YM228

IDFiche Oeuvre 768



size:980,2222
image:Photos objets Yémen/Y010(YM228)
_IMG_3506.JPG



size:938,2184
image:Photos objets Yémen/Y010(YM228)
_IMG_3507.JPG

Drapé

IDFiche 766 **Création** 11/10/2010 **Dern. modif.** 12/10/2010 **Auteur** Benoît Mille
 Oeuvre
 n° inv. Y010 / YM229 **Lieu de conservation** Yémen, musée national de Sanaa, storage room

Contexte archéologique, étude stylistique

Lieu de découverte	Yémen	Date découverte	
Datation :	entre		et
		d'après	
		Fiabilité datation	
Commentaire datation (d'ap. style ou d'ap. contexte, autres propositions de dates & par qui, ...)			

Lieu supposé de fabrication	Yémen
Comparaisons (autres bronzes analogues, nature des analogies)	

Etude technologique

Masse (en kg)		Dimension max (en cm)	14.5	Epaisseur moyenne (en mm)	3
Technique de fonte cire perdue en creux sur négatif					
Liste des pièces	Bas de vêtement, terminé par des tortillons semblables à ceux du drapé de l'épaule Y010a				
Nb de pièces	1				

Travail de la cire et du noyau

Clous distanciateurs, armatures

Technique d'assemblage

Etude technologique (suite)

Décor

Yeux

Réparation, ajustage, finitions

Remarques

Examens et analyses en laboratoire

Type d'analyse Radio- Tomographie Compo élémentaire métal Coupe métal. Autre...
 Endoscopie Compo isotopique plomb Diffraction X

Laboratoire(s)

Localisation prélèvements / Résumé des résultats

Bibliographie

ID Fiche biblio

Référence bibliographique abrégée

Drapé

inv. Y010 / YM229

IDFiche Oeuvre 766



size:1165,1488
image:Photos objets Yémen/Y010(YM229)
_IMG_3502.JPG



size:1021,1417
image:Photos objets Yémen/Y010(YM229)
_IMG_3503.JPG

Drapé

IDFiche 767 **Création** 11/10/2010 **Dern. modif.** 12/10/2010 **Auteur** Benoît Mille
 Oeuvre
 n° inv. Y010 / YM230 **Lieu de conservation** Yémen, musée national de Sanaa, storage room

Contexte archéologique, étude stylistique

Lieu de découverte	Yémen	Date découverte	
Datation :	entre		et
		d'après	
		Fiabilité datation	
Commentaire datation (d'ap. style ou d'ap. contexte, autres propositions de dates & par qui, ...)			

Lieu supposé de fabrication	Yémen
Comparaisons (autres bronzes analogues, nature des analogies)	

Etude technologique

Masse (en kg)		Dimension max (en cm)	25	Epaisseur moyenne (en mm)	2
Technique de fonte cire perdue en creux sur négatif					
Liste des pièces	Zone de plis très larges				
Nb de pièces	1				

Travail de la cire et du noyau
Clous distanciateurs, armatures

Technique d'assemblage

Etude technologique (suite)

Décor

Yeux

Réparation, ajustage, finitions

Remarques

Fragment fortement déformé : écrasé et replié sur lui-même

Examens et analyses en laboratoire

Type d'analyse Radio- Tomographie Compo élémentaire métal Coupe métal. Autre...
 Endoscopie Compo isotopique plomb Diffraction X

Laboratoire(s)

Localisation prélèvements / Résumé des résultats

Bibliographie

ID Fiche biblio

Référence bibliographique abrégée

Drapé

inv. Y010 / YM230

IDFiche Oeuvre 767



size:1826,1336
image:Photos objets Yémen/Y010(YM230)
_IMG_3504.JPG



size:1740,1210
image:Photos objets Yémen/Y010(YM230)
_IMG_3505.JPG

Drapé

IDFiche Oeuvre 765 **Création** 11/10/2010 **Dern. modif.** 14/10/2010 **Auteur** Benoît Mille
n° inv. Y010 / YM231 et YM245 **Lieu de conservation** Yémen, musée national de Sanaa, storage room

Contexte archéologique, étude stylistique

Lieu de découverte	Yémen	Date découverte	
Datation :	entre	et	d'après
		Fiabilité datation	
Commentaire datation (d'ap. style ou d'ap. contexte, autres propositions de dates & par qui, ...)			

Lieu supposé de fabrication	Yémen
Comparaisons (autres bronzes analogues, nature des analogies)	

Etude technologique

Masse (en kg)		Dimension max (en cm)	40	Epaisseur moyenne (en mm)	3,5
Technique de fonte cire perdue en creux sur négatif (technique mixte)					
Liste des pièces Drapé sur l'épaule formé à partir de 2 pièces distinctes. Sur les 2 pièces on distingue nettement la bordure latérale d'un vêtement. Cette bordure est décorée de mèches fortement torsadées.					
Nb de pièces YM231 : pièce correspondant au drapé sur l'épaule (15 cm)					
2 YM245 : drapé raccordé sur l'épaule (25 cm), un petit fragment de paroi est détaché (3538, 7 cm)					

Travail de la cire et du noyau	Les tortillons sont sculptés sur positif et ajoutés sur la cire.

Clous distanciateurs, armatures	

Technique d'assemblage	

Etude technologique (suite)

Décor

Yeux

Réparation, ajustage, finitions

Remarques

Examens et analyses en laboratoire

Type d'analyse Radio- Tomographie Compo élémentaire métal Coupe métal. Autre...
 Endoscopie Compo isotopique plomb Diffraction X

Laboratoire(s)

Localisation prélèvements / Résumé des résultats

Bibliographie

ID Fiche biblio

Référence bibliographique abrégée

Drapé

inv. Y010 / YM231 et

IDFiche Oeuvre 765



size:1064,2149
image:Photos objets Yémen/Y010
(YM231&YM245)_IMG3500.JPG



size:391,430
image:Photos objets Yémen/Y010(YM245)
_IMG_3538_&_3539.jpg

Drapé

IDFiche 769 **Création** 11/10/2010 **Dern. modif.** 01/05/2017 **Auteur** Benoît Mille
 Oeuvre
 n° inv. Y010 / YM232 **Lieu de conservation** Yémen, musée national de Sanaa, storage room

Contexte archéologique, étude stylistique

Lieu de découverte	Yémen	Date découverte	
Datation : entre		et	
		d'après	
		Fiabilité datation	
Commentaire datation (d'ap. style ou d'ap. contexte, autres propositions de dates & par qui, ...)			

Lieu supposé de fabrication	Yémen
Comparaisons (autres bronzes analogues, nature des analogies)	

Etude technologique

Masse (en kg)		Dimension max (en cm)	17	Epaisseur moyenne (en mm)	2,5
Technique de fonte cire perdue en creux sur négatif					
Liste des pièces	Fragment de vêtement				
Nb de pièces	1				

Travail de la cire et du noyau

Clous distanciateurs, armatures

Technique d'assemblage

Etude technologique (suite)

Décor

Yeux

Réparation, ajustage, finitions

Remarques

Face externe = face marquée par n° d'inv.
Petits charbons de bois concrétionnés des deux côtés de la paroi.

Examens et analyses en laboratoire

Type d'analyse

- Radio- Tomographie Compo élémentaire métal Coupe métal. Autre...
 Endoscopie Compo isotopique plomb Diffraction X

Laboratoire(s)

Localisation prélèvements / Résumé des résultats

Y10/YM232-1 : prélèvement du charbon de la face interne, pour 14C éventuel (permettrait éventuellement d'estimer la date d'abandon ?)

Bibliographie

ID Fiche biblio

Référence bibliographique abrégée

Drapé

inv. Y010 / YM232

IDFiche Oeuvre 769



size:897,1526
image:Photos objets Yémen/Y010(YM232)
_IMG_3509.JPG



size:940,1571
image:Photos objets Yémen/Y010(YM232)
_IMG_3510.JPG



size:2272,1704
image:Photos objets Yémen/Y010(YM232)
_IMG_3663.JPG



size:2272,1704
image:Photos objets Yémen/Y010(YM232)
_IMG_3664.JPG

Drapé

IDFiche 770 **Création** 11/10/2010 **Dern. modif.** 12/10/2010 **Auteur** Benoît Mille
Oeuvre
n° inv. Y010 / YM233 **Lieu de conservation** Yémen, musée national de Sanaa, storage room

Contexte archéologique, étude stylistique

Lieu de découverte	Yémen	Date découverte	
Datation :	entre		et
			d'après
			Fiabilité datation
Commentaire datation (d'ap. style ou d'ap. contexte, autres propositions de dates & par qui, ...)			

Lieu supposé de fabrication	Yémen
Comparaisons (autres bronzes analogues, nature des analogies)	

Etude technologique

Masse (en kg)		Dimension max (en cm)	21	Epaisseur moyenne (en mm)	2,6
Technique de fonte cire perdue en creux sur négatif (technique mixte)					
Liste des pièces Pièce 1 : fond relativement plat décoré de stries ondoyantes (fourrure ?) et un très long tortillon Pièce 2 : pli assez étroit et en fort relief					
Nb de pièces					
2					

Travail de la cire et du noyau	Tortillon obtenu par un travail de la cire sur positif

Clous distanciateurs, armatures	

Technique d'assemblage	Soudure par coulée secondaire d'un cordon linéaire

Etude technologique (suite)

Décor

Yeux

Réparation, ajustage, finitions

Remarques

Examens et analyses en laboratoire

Type d'analyse Radio- Tomographie Compo élémentaire métal Coupe métal. Autre...
 Endoscopie Compo isotopique plomb Diffraction X

Laboratoire(s)

Localisation prélèvements / Résumé des résultats

Bibliographie

ID Fiche biblio

Référence bibliographique abrégée

Drapé

inv. Y010 / YM233

IDFiche Oeuvre 770



size:1284,1526
image:Photos objets Yémen/Y010(YM233)
_IMG_3511.JPG



size:1172,1453
image:Photos objets Yémen/Y010(YM233)
_IMG_3512.JPG

Drapé

IDFiche 771 **Création** 11/10/2010 **Dern. modif.** 13/10/2010 **Auteur** Benoît Mille
 Oeuvre
 n° inv. Y010 / YM234 - 235 - **Lieu de conservation** Yémen, musée national de Sanaa, storage room
 236 - 237

Contexte archéologique, étude stylistique

Lieu de découverte	Yémen	Date découverte	
Datation : entre		et	
d'après		Fiabilité datation	
Commentaire datation (d'ap. style ou d'ap. contexte, autres propositions de dates & par qui, ...)			

Lieu supposé de fabrication	Yémen
Comparaisons (autres bronzes analogues, nature des analogies)	
YM237 recolle avec YM239, 243 et 246 (photos d'ensemble à Y010 et Y010 / YM243)	

Etude technologique

Masse (en kg)		Dimension max (en cm)	15	Epaisseur moyenne (en mm)	
Technique de fonte cire perdue en creux sur négatif (technique mixte)					
Liste des pièces	Quatre petits fragments (dim. max détaillées : 234 : 1,6 ; 235 : 9,3 ; 236 : 15,0 ; 237 : 12,0)				
Nb de pièces	234 : sans doute coulure de métal de soudure, ne peut être considéré comme une pièce.				
	235 : bord latéral (?) de vêtement, mèches moins torsadées que sur les pièces Y010a, b, f.				
	236 : fragment de drapé				
	237 : fragment de drapé				
3					

Travail de la cire et du noyau
235 : mèches élaborées en positif et ajoutées sur la cire
237 : reste de noyau au dos

Clous distanciateurs, armatures

Technique d'assemblage
234 : coulée secondaire pour soudage ?

Etude technologique (suite)

Décor

Yeux

Réparation, ajustage, finitions

Remarques

Examens et analyses en laboratoire

Type d'analyse Radio- Tomographie Compo élémentaire métal Coupe métal. Autre...
 Endoscopie Compo isotopique plomb Diffraction X

Laboratoire(s)

Localisation prélèvements / Résumé des résultats

Bibliographie

ID Fiche biblio

Référence bibliographique abrégée

Drapé

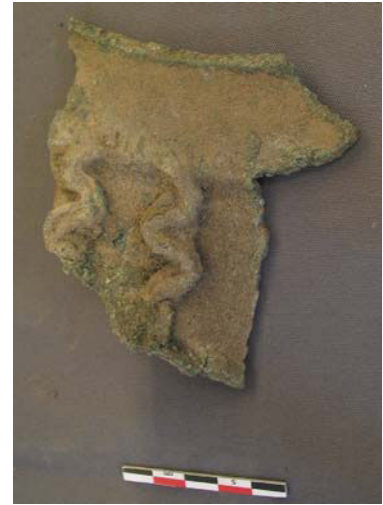
inv. Y010 / YM234 - 235 IDFiche Oeuvre 771



size:429,595
image:Photos objets Yémen/Y010(YM234)
_IMG_3513_&_3514.jpg



size:789,674
image:Photos objets Yémen/Y010(YM236)
_IMG_3516_&_3520.jpg



size:1029,1398
image:Photos objets Yémen/Y010(YM235)
_IMG_3515.JPG



size:965,1574
image:Photos objets Yémen/Y010(YM235)
_IMG_3519.JPG



size:1041,1634
image:Photos objets Yémen/Y010(YM237)
_IMG_3517.JPG



size:902,1609
image:Photos objets Yémen/Y010(YM237)
_IMG_3518.JPG

Drapé

IDFiche 772 **Création** 12/10/2010 **Dern. modif.** 10/03/2017 **Auteur** Benoît Mille
 Oeuvre
 n° inv. Y010 / YM238 **Lieu de conservation** Yémen, musée national de Sanaa, storage room

Contexte archéologique, étude stylistique

Lieu de découverte	Yémen	Date découverte	
Datation :	entre -325 et 200 d'après Mille	Fiabilité datation	Moyenne
Commentaire datation (d'ap. style ou d'ap. contexte, autres propositions de dates & par qui, ...)			
Période hellénistique ou romaine d'après le style			

Lieu supposé de fabrication	Yémen
Comparaisons (autres bronzes analogues, nature des analogies)	

Etude technologique

Masse (en kg)		Dimension max (en cm)	34	Epaisseur moyenne (en mm)	3
Technique de fonte cire perdue en creux sur négatif (technique mixte)					
Liste des pièces	Grand fragment de drapé de vêtement avec la frange bordée de longs tortillons (bord latéral du vêtement)				
Nb de pièces	1				

Travail de la cire et du noyau
Tortillon obtenu par un travail de la cire sur positif.
Noyau toujours présent au revers, épaisseur variant de 10 à 35 mm (35 mm = probable épaisseur initiale du noyau).
Clous distanciateurs, armatures
Quatre emplacements de clous distanciateurs rebouchés par des coulées secondaires traversant le noyau et la paroi métallique, facilement visibles au revers (3553), cf aussi réparation

Technique d'assemblage

Etude technologique (suite)**Décor****Yeux****Réparation, ajustage, finitions**

Quatre coulées secondaires pour reboucher les emplacements de clous distanciateurs (3553 et schéma). La coulée secondaire passe complètement au travers du noyau et se termine par une tête évasée. Le bouchage semble avoir également fonction de rivet pour maintenir le noyau contre la paroi métallique.

Remarques**Examens et analyses en laboratoire**

Type d'analyse Radio- Tomographie Compo élémentaire métal Coupe métallo. Autre...
 Endoscopie Compo isotopique plomb Diffraction X

Laboratoire(s) C2RMF**Localisation prélèvements / Résumé des résultats**

Y010/YM238-1 : microforage dans la tranche de la paroi métallique (3651).
 Y010/YM238-2 : microforage dans la tête d'un bouchage/rivet pris en face interne (3655).
 Y010/YM238-3 : prélèvement d'un fragment de noyau dans une zone où il est bien conservé, pour étude pétrographique et TL (3661 et 3662).

Bibliographie

ID Fiche biblio	Référence bibliographique abrégée
1516	Ali Aqil et Antonini, 2007, p. 167

Drapé

inv. Y010 / YM238

IDFiche Oeuvre 772



0 10 cm

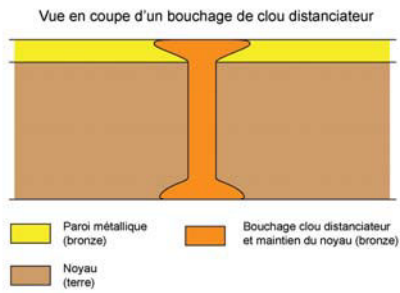
size:135,220
image:Photos objets Yémen/Y010(YM238)
_IMG_3522_detoure.jpg



size:669,908
image:Photos objets Yémen/Y010(YM238)
_IMG_3553.jpg



size:2272,1704
image:Photos objets Yémen/Y010(YM238)
_IMG_3559.JPG



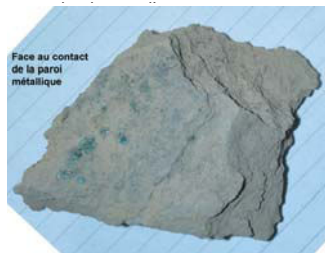
size:1705,1246
image:Photos objets Yémen/Y010(YM238)
_distanciateurs.tif

size:2272,1704
image:Photos objets Yémen/Y010(YM238)
_IMG_3651.JPG

size:2272,1704
image:Photos objets Yémen/Y010(YM238)
_IMG_3655.JPG



size:1704,1919
image:Photos objets Yémen/Y010(YM238)
_IMG_3658.JPG



size:582,898
image:Photos objets Yémen/Y010(YM238)
_IMG_3661_&_3662.jpg

Drapé

IDFiche 773 **Création** 13/10/2010 **Dern. modif.** 01/05/2017 **Auteur** Benoît Mille
 Oeuvre
 n° inv. Y010 / YM239 **Lieu de conservation** Yémen, musée national de Sanaa, storage room

Contexte archéologique, étude stylistique

Lieu de découverte	Yémen	Date découverte	
Datation :	entre		et
		d'après	
		Fiabilité datation	
Commentaire datation (d'ap. style ou d'ap. contexte, autres propositions de dates & par qui, ...)			

Lieu supposé de fabrication	Yémen
Comparaisons (autres bronzes analogues, nature des analogies)	
YM239 recolle avec YM243, 237 et 246 (autres photos d'ensemble à Y010)	

Etude technologique

Masse (en kg)		Dimension max (en cm)	37	Epaisseur moyenne (en mm)	2,5
Technique de fonte cire perdue en creux sur négatif					
Liste des pièces	Fragment d'un pli qui se raccorde à YM243 au-dessus de la hanche. Cette partie du vêtement couvrait donc le flanc gauche de la statue.				
Nb de pièces	1				

Travail de la cire et du noyau
Clous distanciateurs, armatures
Au moins 4 clous distanciateurs sont toujours en place (3582), dont 3 alignés et équidistants (6 cm), au centre d'un pan de vêtement. Il s'agit de clous en alliage cuivreux, de forme pyramidale et de section carrée (section à l'ouverture de la paroi : 6 x 6 mm).

Technique d'assemblage
Se raccordait par une soudure en cordon linéaire à YM243 au niveau de la hanche, des amas de métal de soudure déposés par coulée secondaire sont encore visibles.

Etude technologique (suite)

Décor

Yeux

Réparation, ajustage, finitions

Remarques

Les 2 microforages ont été rebouchés à l'aide d'un mastic epoxy teinté.

Examens et analyses en laboratoire

Type d'analyse

- Radio- Tomographie Compo élémentaire métal Coupe métal. Autre...
 Endoscopie Compo isotopique plomb Diffraction X

Laboratoire(s)

Localisation prélèvements / Résumé des résultats

Y010/YM239-1 : microforage dans la tranche de la paroi métallique (3645 et 3646).
Y010/YM239-2 : microforage dans un clou distanciateur (3645 et 3648).

Bibliographie

ID Fiche biblio

Référence bibliographique abrégée

Drapé

inv. Y010 / YM239

IDFiche Oeuvre 773



size:119,363
image:Photos objets Yémen/Y010
(YM243_YM239)_IMG_3546_detoure.jpg



size:480,894
image:Photos objets Yémen/Y010(YM239)
_IMG_3579.JPG



size:1255,2249
image:Photos objets Yémen/Y010(YM239)
_IMG_3577.JPG



size:628,908
image:Photos objets Yémen/Y010(YM239)
_IMG_3582.JPG



size:1420,897
image:Photos objets Yémen/Y010(YM239)
_IMG_3645.JPG



size:1494,1381
image:Photos objets Yémen/Y010(YM239)
_IMG_3646.JPG



size:1626,1626
image:Photos objets Yémen/Y010(YM239)
_IMG_3648.JPG

Drapé

IDFiche 774 **Création** 13/10/2010 **Dern. modif.** 13/10/2010 **Auteur** Benoît Mille
 Oeuvre
 n° inv. Y010 / YM240 **Lieu de conservation** Yémen, musée national de Sanaa, storage room

Contexte archéologique, étude stylistique

Lieu de découverte	Yémen	Date découverte	
Datation :	entre		et
		d'après	
		Fiabilité datation	
Commentaire datation (d'ap. style ou d'ap. contexte, autres propositions de dates & par qui, ...)			

Lieu supposé de fabrication	Yémen
Comparaisons (autres bronzes analogues, nature des analogies)	

Etude technologique

Masse (en kg)		Dimension max (en cm)	35	Epaisseur moyenne (en mm)	2
Technique de fonte cire perdue en creux sur négatif					
Liste des pièces	Pièce figurant un jeté de vêtement				
Nb de pièces	1				

Travail de la cire et du noyau
Un peu de noyau de même apparence que YM238 est présent au revers
Clous distanciateurs, armatures
1 clou distanciateur semblable à ceux de YM239 est visible au revers

Technique d'assemblage

Etude technologique (suite)

Décor

Yeux

Réparation, ajustage, finitions

Remarques

Examens et analyses en laboratoire

Type d'analyse Radio- Tomographie Compo élémentaire métal Coupe métal. Autre...
 Endoscopie Compo isotopique plomb Diffraction X

Laboratoire(s)

Localisation prélèvements / Résumé des résultats

Bibliographie

ID Fiche biblio

Référence bibliographique abrégée

Drapé

inv. Y010 / YM240

IDFiche Oeuvre 774



size:551,882
image:Photos objets Yémen/Y010(YM240)
_IMG_3525_&_3526.jpg

Drapé

IDFiche 775 **Création** 13/10/2010 **Dern. modif.** 01/05/2017 **Auteur** Benoît Mille
Oeuvre
n° inv. Y010 / YM241 **Lieu de conservation** Yémen, musée national de Sanaa, storage room

Contexte archéologique, étude stylistique

Lieu de découverte	Yémen	Date découverte	
Datation :	entre	et	d'après
			Fiabilité datation
Commentaire datation (d'ap. style ou d'ap. contexte, autres propositions de dates & par qui, ...)			

Lieu supposé de fabrication	Yémen
Comparaisons (autres bronzes analogues, nature des analogies)	

Etude technologique

Masse (en kg)		Dimension max (en cm)	61.5	Epaisseur moyenne (en mm)	2,5
Technique de fonte cire perdue en creux sur négatif					
Liste des pièces Trois pièces fragmentaires sont ici assemblées :					
Pièce 1 : vêtement					
Pièce 2 : genou					
Pièce 3 : jeté du vêtement. cette pièce est en deux fragments					
Nb de pièces					
3					

Travail de la cire et du noyau	

Clous distanciateurs, armatures	

Technique d'assemblage	La pièce "genou" est soudée à la pièce "vêtement" par la coulée secondaire d'un cordon de soudure de 20 à 40 mm de largeur selon la zone. Ce cordon de soudure était masqué par la retombée du pli de vêtement

Etude technologique (suite)

Décor

Yeux

Réparation, ajustage, finitions

Remarques

Examens et analyses en laboratoire

Type d'analyse Radio- Tomographie Compo élémentaire métal Coupe métal. Autre...
 Endoscopie Compo isotopique plomb Diffraction X

Laboratoire(s)

Localisation prélèvements / Résumé des résultats

Bibliographie

ID Fiche biblio

Référence bibliographique abrégée

Drapé

inv. Y010 / YM241

IDFiche Oeuvre 775



size:145,299
image:Photos objets Yémen/Y010(YM241)
_IMG_3607_detoure.jpg



size:517,890
image:Photos objets Yémen/Y010(YM241)
_IMG_3600.jpg



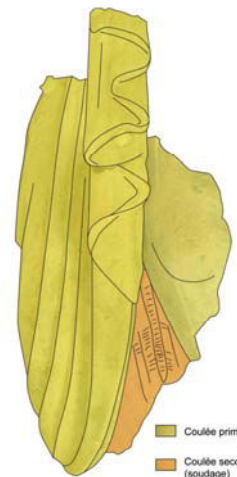
size:2272,1704
image:Photos objets Yémen/Y010(YM241)
_IMG_3603.JPG



size:1328,2257
image:Photos objets Yémen/Y010(YM241)
_assemblages1.tif



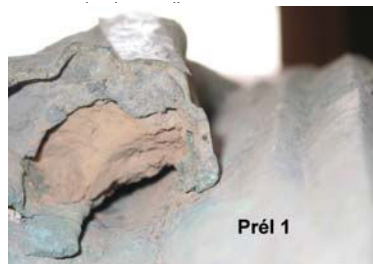
size:1328,2257
image:Photos objets Yémen/Y010(YM241)
_assemblages2.tif



size:1328,2257
image:Photos objets Yémen/Y010(YM241)
_assemblages3.tif



size:447,897
image:Photos objets Yémen/Y010(YM241)
_IMG_3607_prel.jpg



size:908,1223
image:Photos objets Yémen/Y010(YM241)
_IMG_3638_&_3839.jpg



size:908,1062
image:Photos objets Yémen/Y010(YM241)
_IMG_3640_&_3642.jpg

Protomé d'ibex

IDFiche 776 **Création** 06/09/2011 **Dern. modif.** 01/05/2017 **Auteur** Benoît Mille
Oeuvre
n° inv. Y030 / IM25 **Lieu de conservation** Musée national d'Ibb

Contexte archéologique, étude stylistique

Lieu de découverte Jabal al-'awd **Date découverte** 1996
Datation : entre -300 et 300 d'après Ali Aqil et Antonini, 2007 **Fiabilité datation** Moyenne
Commentaire datation (d'ap. style ou d'ap. contexte, autres propositions de dates & par qui, ...)
 Les fouilles de H. Hitgen (DAI) ont montré que le grand bâtiment central d'où provient la très grande majorité des bronzes est occupé du Ier s. av. J.-C. au 3è s. ap. J.-C. Stylistiquement, certains bronzes semblent cependant plus anciens que le 1er s. av. J.-C.

Lieu supposé de fabrication Yémen

Comparaisons (autres bronzes analogues, nature des analogies)

Etude technologique

Masse (en kg) **Dimension max (en cm)** 24.3 **Epaisseur moyenne (en mm)** 2
Technique de fonte cire perdue en creux sur négatif
Liste des pièces
Nb de pièces
 1

Travail de la cire et du noyau

Cire appliquée dans le moule sous la forme de feuilles étant donné les retours visibles sur l'arrière, qui emprisonnent le noyau dans l'applique (3846 et 1140082). Les cornes brisées à la base, elles étaient entièrement creuses, et le noyau des cornes lui-même était creux. Les oreilles ont aussi été traitées en creux. Le noyau a été appliqué sous la forme d'une couche dont l'épaisseur est comprise entre 20 et 35 mm, hormis dans les cornes où il est beaucoup plus fin (épaisseur noyau 5 à 8 mm).

Quelques détails probablement ajoutés sur la cire, par un travail sur positif : une boucle de suspension au sommet du crâne (brisée), la barbichette.

Clous distanciateurs, armatures

clous visibles dans la corne droite, disposés en ligne

Technique d'assemblage

Etude technologique (suite)

Décor Une dépression en forme de triangle renversé à la base des cornes (3837)

Yeux Yeux recouverts d'une pellicule blanchâtre : étaient vraisemblablement plaqués d'une feuille d'argent.

Réparation, ajustage, finitions

Pas vu de défauts

Remarques

Etat de conservation : lacune sur le bord à l'arrière de la tête à gauche, paroi déchirée sur le bord droit au niveau de l'oeil et à l'arrière de la tête, couche noire fine sur toute la surface comme pratiquement toutes les pièces du Jabal-al-awd conséquence du violent incendie que les pièces ont subi (voir lion), dépôt blanchâtre sur la boule formant l'extrémité.

Examens et analyses en laboratoire

Type d'analyse Radio- Tomographie Compo élémentaire métal Coupe métal. Autre...
 Endoscopie Compo isotopique plomb Diffraction X

Laboratoire(s) C2RMF

Localisation prélèvements / Résumé des résultats

Y030-1 : microforage dans la petite boule formant l'extrémité de la pièce pour ICP-AES (1140082)
 Y030-2 : découpe du noyau dans la partie applique pour pétrographie et TL (1140082).
 3861 (gauche) : prélèvement, face en contact avec la cavité interne.
 3862 (droite) : même prélèvement, face en contact avec le bronze.

Bibliographie

ID Fiche biblio	Référence bibliographique abrégée
1519	Mille, 2012

Protomé d'ibex

inv. Y030 / IM25

IDFiche Oeuvre 776



size:375,633
image:Photos objets
Yémen/Y030_IMG_3831.JPG



size:578,777
image:Photos objets
Yémen/Y030_IMG_3833.JPG



size:98,150
image:Photos objets
Yémen/Y030_IMG_3841_detoure.jpg



size:420,505
image:Photos objets
Yémen/Y030_IMG_3837.JPG



size:598,780
image:Photos objets
Yémen/Y030_IMG_3838.JPG



size:657,681
image:Photos objets
Yémen/Y030_IMG_3847.JPG



size:832,561
image:Photos objets
Yémen/Y030_IMG_3846.JPG



size:3248,2160
image:Photos objets
Yémen/Y030_L1140082.JPG



size:690,429
image:Photos objets
Yémen/Y030_IMG_3861_3862.jpg

E. Grands bronzes sudarabiques, composition élémentaire du métal

Les analyses ont été effectuées par ICP-AES au C2RMF.

Les conditions d'analyse sont identiques à celles des objets du Balochistan analysés par ICP-AES (cf. volume 1 chapitre 1 § 2 p. 39-40).

nd : inférieur à la limite de détection.

° : inférieur à la limite de quantification

X : métal de base

Designation	Analysis N°	Sample location	Cu %	Pb %	Sn %
Hawtar'athat statue; Inv. N° YM23206	C2RMF 64057-7	Welding, left arm - body	X	11 ±1	6.4 ±0,6
	C2RMF 64057-8	Left arm	X	17 ±2	5.7 ±0,6
	C2RMF 64057-10	Head (curl)	X	14 ±1	7.9 ±0,8
	C2RMF 64057-11*	Body (right flank)	X	11 ±1	12 ±1
	C2RMF 64057-12	Welding, head - body	X	12 ±1	8.2 ±0,8
	C2RMF 64057-13	Welding, right foot - body	X	13 ±1	7.7 ±0,8
	C2RMF 64057-14	Right foot	X	7 ±0,7	6.7 ±0,7
	C2RMF 64057-15	Basing nail under the right foot	X	12 ±1	3.7 ±0,4
Lion appliqué; Inv. N° YM36526	C2RMF 67747-a	Attachment hook, top of the head	X	8,5 ±0,9	7,4 ±0,7
	C2RMF 67747-b	Welding, head - body	X	7,0 ±0,7	6,2 ±0,6
	C2RMF 67747-c	Repair, body	X	4,1 ±0,4	7,3 ±0,7
	C2RMF 67747-d	Tongue	X	3,5 ±0,4	6,1 ±0,6
	C2RMF 67747-e	Repair of the repair (analysis d)	X	13 ±1	6,2 ±0,6
	C2RMF 67747-f	Head (tooth)	X	4,9 ±0,5	6,0 ±0,6
	C2RMF 67747-g	Circular rod (to fill the hole left by a spacer)	X	6,7 ±0,7	7,0 ±0,7
	C2RMF 67747-h	Body, foreleg	X	12 ±1	6,8 ±0,7
Lion statuette; Inv. N° IM24	C2RMF67748- 5	Right hindleg	X	22 ±2	6,6 ±0,7
	C2RMF 67748-6	Left foreleg	X	25 ±3	6,6 ±0,7

Designation	Analysis N°	Sample location	Cu %	Pb %	Sn %
Headless man standing statue; Inv. N° YM23212	Y9-1	Body, base of the neck	X	23 ±2	6,2 ±0,6
	Y9-2	Welding, head - body	X	12 ±1	7,2 ±0,7
	Y9-3	Right foot	X	12 ±1	8,1 ±0,8
Fragmentary life-size standing statue, Cloth decorated with braids; Inv. N° YM238	Y10-238-1	Cloth	X	12 ±1	7,9 ±0,8
	Y10-238-2	Filling of the hole left by a spacer	X	9,2 ±0,9	8,7 ±0,9
Fragmentary life-size standing statue, Cloth with long vertical folds; Inv. N° YM239	Y10-239-1	Cloth	X	8,7 ±0,9	7,7 ±0,8
	Y10-239-2	Spacer	X	1,2 ±0,1	6,9 ±0,7
Fragmentary life-size standing statue, large fragment (knee, vertical folds, cloth); Inv. N° YM241	Y10-241-1	Vertical folds	X	2,7 ±0,3	6,9 ±0,7
	Y10-241-2	Knee	X	12 ±1	7,3 ±0,7
	Y10-241-3	Cloth	X	8,7 ±0,9	8,2 ±0,8
	Y10-241-4	Welding, cloth-knee-folds	X	11 ±1	7,5 ±0,7
Life-size leg fragment; Inv. N° YM220	Y13-1	Leg	X	25 ±3	5,4 ±0,5
Life-size left arm fragment; Inv. N° YM218	Y14-1	Arm	X	2,2 ±0,2	6,7 ±0,7
Fragmentary lion appliqué; Inv. N° YM261- YM252	Y19-1	Right hindleg	X	10 ±1	2,9 ±0,3
	Y19-2	Body	X	4,2 ±0,4	3,1 ±0,3
	Y19-3	Welding, leg - body	X	9,1 ±0,9	2,9 ±0,3
	Y19-4	Welding, tail - body	X	15 ±1	3,4 ±0,3
	Y19-5	Tail	X	24 ±2	7,9 ±0,8

Designation	Analysis N°	Sample location	Cu %	Pb %	Sn %
Forepart of a leopard statue; Inv. N° MB216	Y27-1	Head	X	22 ±2	4,8 ±0,5
	Y27-2	Welding, head - body	X	19 ±2	5,6 ±0,6
	Y27-3	Body	X	23 ±2	5,3 ±0,5
	Y27-4	Spacer	X	0,20 ±0,02	2,1 ±0,2
Ibex protome; Inv. N° IM25	Y30-1	Ibex protome	X	14 ±1	5,2 ±0,5
Draped female statuette; Inv. N° IM9	Y32-1	Left forearm	X	21 ±2	6,1 ±0,6
	Y32-2	Armature in the left forearm	X	23 ±2	6,0 ±0,6
	Y32-3	Right forearm	X	39 ±4	4,6 ±0,5
	Y32-4	Left foot	X	17 ±2	6,5 ±0,7
	Y32-5	Head	X	23 ±2	6,2 ±0,6
Draped female statuette; Inv. N° IM8 & IM19	Y33-1	Cloth	X	2,4 ±0,2	10 ±1
	Y33-2	Mantle	X	0,18 ±0,02	11 ±1

Designation	Analysis N°	Ag %	As %	Fe %	Ni %	S %	Sb %	Zn %
Hawtar'athat statue; Inv. N° YM23206	C2RMF 64057-7	0.052 ±0,005	0.32 ±0,03	0.011 ±0,001	0.056 ±0,006	0.11 ±0,01	0.079 ±0,008	nd <0,00085
	C2RMF 64057-8	0.039 ±0,004	0.26 ±0,03	0.029 ±0,003	0.043 ±0,004	0.11 ±0,01	0.093 ±0,009	nd <0,0010
	C2RMF 64057-10	0.04 ±0,004	0.24 ±0,02	0.036 ±0,004	0.047 ±0,005	0.099 ±0,016	0.12 ±0,01	nd <0,00088
	C2RMF 64057-11*	0.042 ±0,004	0.28 ±0,03	0.053 ±0,005	0.046 ±0,005	0.1 ±0,01	0.12 ±0,01	0.006 ±0,0006
	C2RMF 64057-12	0.053 ±0,005	0.34 ±0,03	0.03 ±0,003	0.055 ±0,005	0.12 ±0,02	0.079 ±0,008	nd <0,00085
	C2RMF 64057-13	0.051 ±0,005	0.33 ±0,03	0.03 ±0,003	0.055 ±0,005	0.11 ±0,01	0.074 ±0,007	nd <0,00087
	C2RMF 64057-14	0.043 ±0,004	0.3 ±0,03	0.031 ±0,003	0.047 ±0,005	0.1 ±0,02	0.11 ±0,01	nd <0,0018
	C2RMF 64057-15	0.03 ±0,003	0.26 ±0,03	0.11 ±0,01	0.046 ±0,005	0.097 ±0,015	0.067 ±0,007	0,0025° <0,0029 >0,0009
Lion appliqué; Inv. N° YM36526	C2RMF 67747-a	0,13 ±0,01	0,43 ±0,04	0,056 ±0,006	0,12 ±0,01	0,038 ±0,004	0,15 ±0,02	0,019 ±0,002
	C2RMF 67747-b	0,072 ±0,007	0,50 ±0,05	0,054 ±0,005	0,095 ±0,009	0,084 ±0,008	0,27 ±0,03	0,047 ±0,005
	C2RMF 67747-c	0,083 ±0,008	0,55 ±0,05	0,051 ±0,005	0,10 ±0,01	0,086 ±0,009	0,30 ±0,03	0,049 ±0,005
	C2RMF 67747-d	0,064 ±0,006	0,48 ±0,05	0,054 ±0,005	0,098 ±0,010	0,043 ±0,004	0,25 ±0,02	0,053 ±0,005
	C2RMF 67747-e	0,057 ±0,006	0,40 ±0,04	0,33 ±0,03	0,070 ±0,007	0,16 ±0,02	0,22 ±0,02	0,035 ±0,004
	C2RMF 67747-f	0,067 ±0,007	0,47 ±0,05	0,052 ±0,005	0,094 ±0,009	0,10 ±0,01	0,25 ±0,03	0,045 ±0,005
	C2RMF 67747-g	0,070 ±0,007	0,53 ±0,05	0,063 ±0,006	0,092 ±0,009	0,072 ±0,007	0,29 ±0,03	0,043 ±0,004
	C2RMF 67747-h	0,23 ±0,02	0,51 ±0,05	0,050 ±0,005	0,25 ±0,03	0,070 ±0,007	0,19 ±0,02	0,054 ±0,005
Lion statuette; Inv. N° IM24	C2RMF67748- 5	0,032 ±0,003	0,14 ±0,01	0,033 ±0,003	0,19 ±0,02	0,067 ±0,007	0,060 ±0,006	0,028 ±0,003
	C2RMF 67748-6	0,031 ±0,003	0,13 ±0,01	0,038 ±0,004	0,093 ±0,009	0,038 ±0,004	0,067 ±0,007	0,0038° <0,0045 >0,0013

Designation	Analysis N°	Ag %	As %	Fe %	Ni %	S %	Sb %	Zn %
Headless man standing statue; Inv. N° YM23212	Y9-1	0,024 ±0,002	0,28 ±0,03	0,056 ±0,006	0,050 ±0,005	0,16 ±0,02	0,046 ±0,005	0,011 ±0,001
	Y9-2	0,10 ±0,01	0,26 ±0,03	0,035 ±0,004	0,030 ±0,003	0,15 ±0,02	0,040 ±0,004	0,0060 ±0,0006
	Y9-3	0,028 ±0,003	0,38 ±0,04	0,060 ±0,006	0,061 ±0,006	0,14 ±0,01	0,066 ±0,007	0,012 ±0,001
Fragmentary life-size standing statue, Cloth decorated with braids; Inv. N° YM238	Y10-238-1	0,27 ±0,03	0,24 ±0,02	0,25 ±0,03	0,20 ±0,02	0,082 ±0,008	0,093 ±0,009	0,012 ±0,001
	Y10-238-2	0,31 ±0,03	0,28 ±0,03	0,28 ±0,03	0,20 ±0,02	0,11 ±0,01	0,11 ±0,01	0,010 ±0,001
Fragmentary life-size standing statue, Cloth with long vertical folds; Inv. N° YM239	Y10-239-1	0,053 ±0,005	0,31 ±0,03	0,10 ±0,01	0,10 ±0,01	0,072 ±0,007	0,10 ±0,01	0,033 ±0,003
	Y10-239-2	0,016 ±0,002	0,13 ±0,01	0,10 ±0,01	0,031 ±0,003	0,051 ±0,005	0,034 ±0,003	0,0032° <0,0094 >0,0028
Fragmentary life-size standing statue, large fragment (knee, vertical folds, cloth); Inv. N° YM241	Y10-241-1	0,039 ±0,004	0,078 ±0,008	0,046 ±0,005	0,11 ±0,01	0,11 ±0,01	0,055 ±0,005	0,0061 ±0,0006
	Y10-241-2	0,24 ±0,02	0,22 ±0,02	0,24 ±0,02	0,20 ±0,02	0,071 ±0,007	0,087 ±0,009	0,014 ±0,001
	Y10-241-3	0,25 ±0,02	0,24 ±0,02	0,23 ±0,02	0,20 ±0,02	0,076 ±0,008	0,089 ±0,009	0,013 ±0,001
	Y10-241-4	0,24 ±0,02	0,23 ±0,02	0,32 ±0,03	0,20 ±0,02	0,068 ±0,007	0,088 ±0,009	0,015 ±0,001
Life-size leg fragment; Inv. N° YM220	Y13-1	0,031 ±0,003	0,046 ±0,005	0,0080 ±0,0008	0,025 ±0,002	0,070 ±0,007	0,075 ±0,008	0,013 ±0,001
Life-size left arm fragment; Inv. N° YM218	Y14-1	0,070 ±0,007	0,31 ±0,03	0,012 ±0,001	0,13 ±0,01	0,12 ±0,01	0,11 ±0,01	0,0038° <0,0050 >0,0015
Fragmentary lion appliqué; Inv. N° YM261- YM252	Y19-1	0,0070 ±0,0007	0,17 ±0,02	1,2 ±0,1	1,2 ±0,1	0,14 ±0,01	0,0060 ±0,0006	0,0085 ±0,0008
	Y19-2	0,016 ±0,002	0,17 ±0,02	0,24 ±0,02	0,91 ±0,09	0,28 ±0,03	0,0043 ±0,0006	0,0067 ±0,0007
	Y19-3	0,0093 ±0,0009	0,19 ±0,02	0,049 ±0,005	1,1 ±0,1	0,15 ±0,01	0,0055 ±0,0006	nd <0,0016
	Y19-4	0,016 ±0,002	0,20 ±0,02	0,026 ±0,003	0,95 ±0,10	0,17 ±0,02	0,019 ±0,002	nd <0,0015
	Y19-5	0,043 ±0,004	0,31 ±0,03	0,071 ±0,007	0,59 ±0,06	0,16 ±0,02	0,050 ±0,005	nd <0,0016

Designation	Analysis N°	Ag %	As %	Fe %	Ni %	S %	Sb %	Zn %
Forepart of a leopard statue; Inv. N° MB216	Y27-1	0,0085 ±0,0008	0,080 ±0,008	0,49 ±0,05	1,2 ±0,1	0,28 ±0,03	0,0059 ±0,0006	0,44 ±0,04
	Y27-2	0,013 ±0,001	0,081 ±0,008	0,071 ±0,007	1,0 ±0,1	0,24 ±0,02	0,013 ±0,001	0,018 ±0,002
	Y27-3	0,023 ±0,002	0,073 ±0,007	0,77 ±0,08	1,2 ±0,1	0,25 ±0,03	0,0062 ±0,0006	0,22 ±0,02
	Y27-4	0,015 ±0,001	0,15 ±0,02	0,16 ±0,02	0,99 ±0,10	0,030 ±0,003	0,0044 ±0,0004	6,3 ±0,6
Ibex protome; Inv. N° IM25	Y30-1	0,042 ±0,004	0,33 ±0,03	0,010 ±0,001	0,39 ±0,04	0,089 ±0,009	0,081 ±0,008	0,010 ±0,001
Draped female statuette; Inv. N° IM9	Y32-1	0,0063 ±0,0006	0,036 ±0,004	0,066 ±0,007	0,011 ±0,001	0,0065 ±0,0022	0,012 ±0,001	nd <0,0013
	Y32-2	0,0063 ±0,0006	0,035 ±0,003	0,067 ±0,007	0,0100 ±0,0010	nd <0,0012	0,011 ±0,001	nd <0,0014
	Y32-3	0,040 ±0,004	0,13 ±0,01	0,023 ±0,002	0,17 ±0,02	0,068 ±0,007	0,037 ±0,004	nd <0,0014
	Y32-4	0,0065 ±0,0007	0,037 ±0,004	0,064 ±0,006	0,011 ±0,001	nd <0,0014	0,012 ±0,001	nd <0,0016
	Y32-5	0,0063 ±0,0006	0,035 ±0,004	0,055 ±0,006	0,0096 ±0,0010	0,015 ±0,002	0,011 ±0,001	nd <0,0018
Draped female statuette; Inv. N° IM8 & IM19	Y33-1	0,047 ±0,005	0,070 ±0,007	0,025 ±0,002	0,043 ±0,004	0,058 ±0,006	0,055 ±0,006	0,0044 ±0,0004
	Y33-2	0,013 ±0,001	0,014 ±0,001	0,085 ±0,009	0,018 ±0,002	nd <0,0014	0,017 ±0,002	nd <0,0016

Analysis N°	Au ppm	Ba ppm	Bi ppm	Co ppm	Hg ppm	In ppm	Mg ppm	Mn ppm	P ppm	Se ppm	Te ppm	Ti ppm	U ppm
C2RMF 64057-7	33 ±3	nd <0,2	85 ±8	178 ±18	2,7 ±0,7	11 ±2	20 ±2	nd <0,3	nd <32	58 ±6	75 ±8	nd <0,8	nd <4,4
C2RMF 64057-8	36 ±4	nd <0,3	104 ±10	429 ±43	1,7° <3,1 >0,9	15 ±1	29 ±3	nd <0,4	nd <38	16 ±3	54 ±5	nd <1,0	nd <5,2
C2RMF 64057-10	34 ±3	nd <0,3	82 ±8	354 ±35	2,6° <2,7 >0,8	13 ±3	15 ±1	nd <0,3	nd <33	50 ±5	74 ±7	nd <0,8	nd <4,5
C2RMF 64057-11*	38 ±4	nd <0,3	71 ±7	266 ±27	2,2° <3,7 >1,1	14 ±2	179 ±18	nd <0,5	nd <46	51 ±5	90 ±9	nd <1,2	nd <6,2
C2RMF 64057-12	31 ±3	nd <0,2	83 ±8	216 ±22	2,4° <2,6 >0,8	14 ±3	15 ±1	nd <0,3	nd <32	64 ±6	85 ±9	nd <0,8	nd <4,4
C2RMF 64057-13	30 ±3	nd <0,3	80 ±8	222 ±22	3,1 ±0,5	12 ±2	15 ±2	nd <0,3	nd <33	64 ±6	81 ±8	nd <0,8	nd <4,5
C2RMF 64057-14	41 ±4	nd <0,5	103 ±10	506 ±51	2,2° <5,5 >1,7	19 ±2	161 ±16	nd <0,7	nd <68	12° <22 >7	59 ±6	nd <1,8	nd <9,4
C2RMF 64057-15	53 ±5	nd <0,3	56 ±6	277 ±28	2,6° <2,7 >0,8	15 ±2	15 ±1	nd <0,3	nd <33	4,9° <10,8 >3,2	39 ±4	nd <0,8	nd <4,5
C2RMF 67747-a	48 ±5	nd <0,4	97 ±10	189 ±19	3,4 ±0,3	16 ±4	nd <0,5	nd <0,3	nd <11	50 ±5	92 ±9	nd <0,4	nd <11
C2RMF 67747-b	52 ±5	nd <0,3	108 ±11	166 ±17	4,3 ±0,4	14 ±2	5,0 ±0,5	nd <0,2	15° <30 >9	91 ±9	143 ±14	nd <0,3	nd <8,8
C2RMF 67747-c	58 ±6	14 ±1	115 ±11	179 ±18	3,8 ±0,4	17 ±7	14 ±1	nd <0,3	nd <13	90 ±9	155 ±15	nd <0,4	19° <41 >12
C2RMF 67747-d	54 ±5	nd <0,4	98 ±10	177 ±18	4,3 ±0,5	15 ±5	nd <0,5	nd <0,3	nd <12	60 ±6	105 ±10	nd <0,4	nd <11
C2RMF 67747-e	43 ±4	nd <0,5	159 ±16	152 ±15	2,7 ±0,3	15 ±3	54 ±5	nd <0,4	nd <14	28 ±5	66 ±7	nd <0,5	nd <14
C2RMF 67747-f	50 ±5	nd <0,4	102 ±10	167 ±17	4,1 ±0,4	13 ±2	nd <0,5	nd <0,3	12° <36 >11	75 ±8	136 ±14	nd <0,4	nd <11
C2RMF 67747-g	52 ±5	nd <1,0	114 ±11	164 ±16	3,3° <4,7 >1,4	21 ±8	nd <1,2	nd <0,7	29° <92 >28	85 ±9	158 ±16	nd <0,9	40° <91 >27
C2RMF 67747-h	57 ±6	nd <0,4	112 ±11	166 ±17	3,8 ±0,4	15 ±4	nd <0,5	nd <0,3	10° <35 >10	76 ±8	110 ±11	nd <0,3	nd <10
C2RMF67748- 5	19 ±2	nd <0,4	46 ±5	244 ±24	3,2 ±0,5	9,7 ±3,1	0,8° <1,5 >0,4	nd <0,3	20° <33 >10	nd <2,1	19 ±11	nd <0,3	nd <9,8
C2RMF 67748-6	20 ±2	nd <0,4	39 ±5	147 ±15	3,4 ±0,3	4,7° <6,4 >1,9	nd <0,4	nd <0,3	nd <9,7	2,2° <6,7 >2,0	14 ±8	nd <0,3	nd <9,5

Analysis N°	Au ppm	Ba ppm	Bi ppm	Co ppm	Hg ppm	In ppm	Mg ppm	Mn ppm	P ppm	Se ppm	Te ppm	Ti ppm	U ppm
Y9-1	27 ±3	nd <0,3	51 ±5	738 ±74	3,3 ±0,6	9,5 ±1,0	nd <0,4	nd <0,2	nd <8,6	16 ±2	44 ±4	nd <0,3	nd <8,5
Y9-2	20 ±2	nd <0,4	55 ±10	697 ±70	3,7 ±0,4	12 ±5	nd <0,5	nd <0,3	nd <11	20 ±3	46 ±5	nd <0,4	nd <11
Y9-3	30 ±3	nd <0,4	44 ±7	932 ±93	3,6 ±0,6	13 ±2	nd <0,5	nd <0,3	27° <39 >12	8,1° <8,1 >2,4	40 ±9	nd <0,4	nd <12
Y10-238-1	68 ±7	nd <0,4	98 ±10	272 ±27	3,8 ±0,8	10 ±1	nd <0,5	nd <0,3	14° <37 >11	35 ±4	53 ±5	nd <0,4	nd <11
Y10-238-2	75 ±7	nd <0,5	107 ±11	241 ±24	4,0 ±0,4	9,9 ±3,1	152 ±15	4,2 ±0,4	37° <42 >13	37 ±4	55 ±6	37 ±4	nd <12
Y10-239-1	43 ±4	nd <0,3	67 ±7	241 ±24	3,9 ±0,4	13 ±1	nd <0,4	nd <0,2	11° <28 >8	47 ±5	69 ±7	nd <0,3	nd <8,3
Y10-239-2	19 ±2	nd <0,8	27° <33 >10	81 ±8	4,3 ±0,5	5,0° <13,6 >4,1	94 ±9	nd <0,5	nd <20	nd <4,2	20° <21 >6	11 ±1	nd <20
Y10-241-1	19 ±2	nd <0,3	40 ±5	150 ±15	4,6 ±0,5	5,4 ±0,9	2,3 ±0,2	nd <0,2	9,8° <22,6 >6,8	19 ±2	17 ±2	nd <0,2	nd <6,7
Y10-241-2	66 ±7	nd <0,3	87 ±9	265 ±27	3,6 ±0,4	9,4 ±4,4	nd <0,4	nd <0,2	9,4° <29,7 >8,9	37 ±4	44 ±6	nd <0,3	nd <8,8
Y10-241-3	72 ±7	nd <0,4	90 ±9	261 ±26	4,0 ±0,5	6,6° <7,1 >2,1	nd <0,5	nd <0,3	27° <36 >11	38 ±4	52 ±5	nd <0,4	nd <11
Y10-241-4	73 ±7	nd <0,4	85 ±9	272 ±27	4,1 ±0,4	7,0° <7,2 >2,2	nd <0,5	nd <0,3	17° <36 >11	33 ±3	50 ±5	nd <0,4	nd <11
Y13-1	9,0 ±0,9	nd <0,3	37 ±4	8,3 ±0,8	3,5 ±0,4	2,3° <5,3 >1,6	nd <0,4	nd <0,2	18° <27 >8	28 ±3	11 ±11	nd <0,3	nd <7,9
Y14-1	49 ±5	nd <0,4	81 ±8	181 ±18	4,8 ±0,5	6,2° <7,2 >2,2	4,4 ±0,4	nd <0,3	20° <36 >11	67 ±7	77 ±8	3,0 ±0,3	nd <11
Y19-1	2,5° <3,2 >1,0	nd <0,4	18 ±5	2 466 ±247	3,8 ±0,4	18 ±5	nd <0,5	nd <0,3	nd <11	68 ±7	9,3° <11,0 >3,3	nd <0,4	nd <10
Y19-2	15 ±1	nd <0,4	20 ±9	1 419 ±142	4,5 ±0,5	14 ±1	3,9 ±0,4	nd <0,3	nd <12	60 ±6	31 ±8	nd <0,4	nd <12
Y19-3	6,6 ±0,7	nd <0,4	15° <19 >6	1 143 ±114	3,9 ±0,6	10 ±1	nd <0,5	nd <0,3	nd <12	57 ±6	19 ±3	nd <0,4	nd <12
Y19-4	7,7 ±0,9	nd <0,4	27 ±3	691 ±69	3,7 ±0,4	12 ±3	11 ±1	nd <0,3	nd <11	45 ±4	18 ±2	nd <0,4	nd <11
Y19-5	37 ±4	nd <0,4	54 ±5	720 ±72	2,8 ±0,5	8,1 ±2,6	nd <0,5	nd <0,3	13° <38 >12	8,5 ±2,3	18 ±8	nd <0,4	nd <11

Analysis N°	Au ppm	Ba ppm	Bi ppm	Co ppm	Hg ppm	In ppm	Mg ppm	Mn ppm	P ppm	Se ppm	Te ppm	Ti ppm	U ppm
Y27-1	8,2 ±0,8	nd <0,3	12° <15 >4	1 882 ±188	2,9 ±0,3	13 ±3	nd <0,4	nd <0,2	nd <8,9	28 ±3	16 ±6	nd <0,3	nd <8,8
Y27-2	11 ±1	nd <0,4	20 ±3	1 170 ±117	2,8 ±0,3	14 ±3	14 ±1	nd <0,3	13° <32 >10	22 ±2	9,3° <10,1 >3,0	nd <0,3	nd <9,5
Y27-3	9,1 ±1,3	nd <0,5	28 ±6	2 404 ±240	2,9 ±0,3	16 ±2	11 ±1	nd <0,3	nd <12	23 ±2	10° <13 >4	nd <0,4	nd <12
Y27-4	12 ±1	nd <0,3	23 ±3	509 ±51	5,1 ±0,7	15 ±3	nd <0,4	nd <0,2	16° <28 >8	54 ±5	16 ±7	nd <0,3	nd <8,1
Y30-1	33 ±3	nd <0,4	66 ±7	264 ±26	3,8 ±0,8	10 ±2	13 ±1	nd <0,3	25° <36 >11	32 ±4	55 ±16	nd <0,4	nd <11
Y32-1	3,0 ±0,3	nd <0,3	34 ±3	149 ±15	3,5 ±0,6	6,1 ±0,6	nd <0,4	nd <0,2	9,3° <30,4 >9,1	2,7° <6,3 >1,9	13 ±4	nd <0,3	nd <9,0
Y32-2	2,0° <3,1 >0,9	nd <0,4	32 ±3	147 ±15	3,2 ±0,3	4,8° <6,7 >2,0	nd <0,5	nd <0,3	nd <10	nd <2,1	9,6° <10,5 >3,2	nd <0,3	nd <9,9
Y32-3	20 ±2	nd <0,4	63 ±6	138 ±14	1,8 ±0,3	3,0° <6,6 >2,0	nd <0,4	nd <0,3	17° <33 >10	25 ±3	35 ±5	nd <0,3	nd <9,7
Y32-4	1,8° <3,6 >1,1	nd <0,4	32 ±3	160 ±16	3,1 ±0,6	8,1 ±1,5	nd <0,5	nd <0,3	nd <12	nd <2,5	16 ±6	nd <0,4	13° <39 >12
Y32-5	1,3° <4,0 >1,2	nd <0,5	36 ±4	148 ±15	3,5 ±0,6	8,6° <8,7 >2,6	nd <0,6	nd <0,3	17° <44 >13	nd <2,7	22 ±2	nd <0,4	19° <43 >13
Y33-1	28 ±3	nd <0,4	58 ±6	101 ±10	4,0 ±0,4	5,6° <6,2 >1,9	nd <0,4	nd <0,2	13° <31 >9	13 ±3	23 ±7	nd <0,3	nd <9,2
Y33-2	nd <1,1	nd <0,4	32 ±7	nd <0,4	4,1 ±0,6	4,8° <7,9 >2,4	nd <0,5	nd <0,3	15° <40 >12	5,2° <8,2 >2,5	15 ±9	nd <0,4	nd <12

F. Objets de Mésopotamie, d'Iran et d'Asie Centrale des 4^e et 3^e millénaires fabriqués par fonte à la cire perdue, composition élémentaire du métal

Les compositions élémentaires ont été compilées à partir de Hauptmann, *et al.*, 2004 pour la Mésopotamie, de Malfoy & Menu, 1987 et Tallon, 1987 pour l'Iran, et de Hours & Khosrof, 1978 et Hurtel, 1984 pour l'Asie Centrale.

Détail sur les critères de sélection des objets dans le volume 1, chapitre 3 § 2 p. 191-194.

NB : pour les objets mésopotamiens (analyses du MFM), seuls les objets en cuivres au plomb sont reportés.

n°analyse	n°inv.	Désignation	Site	Région
5677		Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
5679	AO 26561	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
5681	AO 26564	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
5682	AO 26565	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
5686	MA 4636	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
5687	MA 4637	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
5688	MA 4638	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
5689	MA 4534	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
5690	MA 4541	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
5691	MA 4543	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
5693	MA 4640	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
5697		Miroir manche	Dashly Tepe ?	BMAC
5697		Miroir disque	Dashly Tepe ?	BMAC
5698	AO 26558	Miroir manche	Dashly Tepe ?	BMAC
1184	AO 26067	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
4609	AO 26348	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
16641	AO 26181	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
16642	AO 26182	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
16643	AO 26183	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
16644	AO 26184	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
16645	AO 26185	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
16646	AO 26186	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
16647	AO 26187	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
16649	AO 26189	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
16650	AO 26190	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
16651	AO 26191	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
16652	AO 26192	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
16653	AO 26193	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
16654	AO 26194	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
16655	AO 26195	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
16656	AO 26196	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
16660	AO 26493	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
16661	AO 26494	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
16662	AO 26495	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
16663	AO 26497	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
16664	AO 26578	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
16666	AO 26604	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
16667	AO 28506	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
16670	AO 26472	Sceau	Dashly Tepe ?	BMAC
FZ35946	AO31715	Flacon "Maître des Animaux"	-	BMAC
FZ35947	AO31554	Flacon en forme de taureau	-	BMAC
FZ35949	AO31911	Flacon en forme de femme	-	BMAC
FZ35950	AO26218	Flacon	-	BMAC
Tallon966	Tallon966	Epingle	Suse	Iran
Tallon967	Tallon967	Epingle	Suse	Iran
Tallon975	Tallon975	Epingle	Suse	Iran
Tallon976	Tallon976	Epingle	Suse	Iran
Tallon986	Tallon986	Epingle	Suse	Iran
Tallon987	Tallon987	Epingle	Suse	Iran
FZ1183	SB 5897	Sceau	Suse	Iran
FZ16669	SB 14982	Sceau	Suse	Iran

n°analyse	n°inv.	Désignation	Site	Région
FMM41		Fragment de statue, coude	Tall Agrab, Diyala	Mésopotamie
FMM42b		Fragment de statue, jambe	Tall Agrab, Diyala	Mésopotamie
FMM186		Passe-guide	Tall ad Diba	Mésopotamie
FMM440		Sceau-cylindre	Kirkuk	Mésopotamie
FMM441		Sceau-cylindre	Kirkuk	Mésopotamie
FMM642		Épingle	Zone de Kirkuk	Mésopotamie
FMM856		Clou de fondation	Tello	Mésopotamie
FMM862		Poignard	Tall-al-Ubaid	Mésopotamie
FMM879		Masse d'arme (?) en tôle	Tall-al-Ubaid	Mésopotamie
FMM1177		Hache	Ur	Mésopotamie
FMM1201		Hache	Ur	Mésopotamie
FMM1232		Hache	Ur	Mésopotamie
FMM1246		Pic (?)	Ur	Mésopotamie
FMM1435		Poignard	Ur	Mésopotamie
FMM1436		Poignard	Ur	Mésopotamie
FMM1608		Outil	Ur	Mésopotamie
FMM1617		Hameçon	Ur	Mésopotamie
FMM1619		Hameçon	Ur	Mésopotamie
FMM1629		Ciseau	Ur	Mésopotamie
FMM1635		Ciseau	Ur	Mésopotamie
FMM1689a		Nécessaire de toilette, étui	Ur	Mésopotamie
FMM1705		Statuette de quadrupède	Ur	Mésopotamie
FMM1762		Épingle	Ur	Mésopotamie
FMM1784		Épingle	Ur	Mésopotamie
FMM2114		Pointe de flèche	Uruk	Mésopotamie
FMM2123		Clou anthropomorphe	Uruk ?	Mésopotamie
FMM2124		Statuette (remorque ???)	Uruk	Mésopotamie
FMM2149a		Poignée	Uruk	Mésopotamie
FMM2149b		Clou	Uruk	Mésopotamie
FMM2224		Chien	Yorgan Tepe	Mésopotamie
FMM2234		Hache	-	Mésopotamie
FMM2240		Clou anthropomorphe	-	Mésopotamie
FMM2249		Statuette d'animal	-	Mésopotamie
FMM2252		Clou de fondation	-	Mésopotamie
FMM2325		Clou de fondation	Tello	Mésopotamie
FMM2368		Clou de fondation	Tello	Mésopotamie
FMM2417		Clou de fondation	Tello	Mésopotamie
FMM2447		Clou de fondation	Tello	Mésopotamie
FMM2448		Clou de fondation	Tello	Mésopotamie
FMM2451		Clou de fondation	Tello	Mésopotamie
FMM2470		Clou de fondation	Tello	Mésopotamie
FMM2480		Clou de fondation	Tello	Mésopotamie
FMM2485a		Clou de fondation	Tello	Mésopotamie
FMM2485b		Clou de fondation	Tello	Mésopotamie
FMM2486a		Clou de fondation	Tello	Mésopotamie
FMM2486b		Clou de fondation	Tello	Mésopotamie
FMM2487		Clou de fondation	Tello	Mésopotamie
FMM2489		Clou de fondation	Tello	Mésopotamie
FMM2492		Clou de fondation	Tello	Mésopotamie
FMM2508		Clou de fondation	Tello	Mésopotamie
FMM2526		Clou anthropomorphe	-	Mésopotamie
FMM2603		Clou de fondation	Mari	Mésopotamie
FMM2604		Clou de fondation	Mari	Mésopotamie
FMM2605		Clou de fondation	Mari	Mésopotamie
FMM2606		Clou de fondation	Mari	Mésopotamie
FMM2607		Clou de fondation	Mari	Mésopotamie
FMM2608		Clou de fondation	Mari	Mésopotamie
FMM2610		Clou de fondation	Mari	Mésopotamie
FMM2611		Clou de fondation	Mari	Mésopotamie
FMM2612		Clou de fondation	Mari	Mésopotamie

n°analyse	Région	Labo	Tech.an.	Type all.	Cu	Pb	As	Sn
5677	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	96	2.2	1.29	0.028
5679	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	91	5.61	1.65	0.06
5681	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	95	0.75	2.6	0.027
5682	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	86	10.6	2.66	0.02
5686	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	92	6.04	1.73	0.049
5687	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	96	1.87	2.12	0.015
5688	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	94	2.72	1.24	1.47
5689	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	78	13.7	6.8	0.03
5690	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	85	13.8	0.091	0.065
5691	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	85	7.64	4.9	0.66
5693	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-As	85	2.04	10.3	0.011
5697	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	97	0.66	1.23	0.063
5697	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Sn	91	0.484	1.22	6.9
5698	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	92	6.69	1.21	0.092
1184	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	91	7.35	1.5	0.008
4609	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	87	8.85	3.51	0.055
16641	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	93	0.3	0.382	0.018
16642	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	95	0.795	2.8	0.022
16643	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	83	15	1.08	0.336
16644	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	78	14.8	5.4	0.04
16645	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Sn	89	0.893	1.73	7.25
16646	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	93	0.65	4.47	1.06
16647	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	84	11.9	1.7	0.6
16649	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	75	23.6	0.773	0.047
16650	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-As	89	1.6	5.55	0.04
16651	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	93	0.677	3.64	0.09
16652	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	95	0.115	3.92	0.05
16653	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	94	1.57	2.42	0.672
16654	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	78	18.2	2.45	0.085
16655	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	85	12.1	2.5	0.242
16656	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	92	6.1	1.7	0.037
16660	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	91	6.3	1.92	0.044
16661	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	86	11.7	1.57	0.039
16662	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	94	2.8	2.35	0.105
16663	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	90	6.9	1.6	0.033
16664	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	90	6.7	1.96	0.05
16666	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	77	19.4	2.78	0.016
16667	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	98	1.2	0.954	0.013
16670	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	95	1.37	1.7	0.82
FZ35946	BMAC	C2RMF	ICP/AES	Cu-Pb	87	10	2.1	0.029
FZ35947	BMAC	C2RMF	ICP/AES	Cu(As)	93	2.3	3.9	0.034
FZ35949	BMAC	C2RMF	ICP/AES	Cu-Pb	83	16	1.3	0.0048
FZ35950	BMAC	C2RMF	ICP/AES	Cu-Pb	77	19	3.4	0.043
Tallon966	Iran	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb-As	80	11.7	5.4	0
Tallon967	Iran	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	89	6.82	2.96	0.011
Tallon975	Iran	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb-As	86	5.64	7.13	0.022
Tallon976	Iran	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb-As	77	9.8	8	0.05
Tallon986	Iran	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	86	7.9	4.3	0
Tallon987	Iran	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb-As	78	10.7	9.2	0.01
FZ1183	Iran	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	93	3.25	2.65	0.016
FZ16669	Iran	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	91	6.35	2.31	0.028

n°analyse	Région	Labo	Tech.an.	Type all.	Cu	Pb	As	Sn
FMM41	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	85	14.1	0.07	
FMM42b	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	86	13.1	0.29	0.19
FMM186	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	80	19.2	0.02	
FMM440	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	66	32	1.38	
FMM441	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	80	18.4	1.15	
FMM642	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	71	21.2	3.1	0.81
FMM856	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	83	11.1	3.7	
FMM862	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	79	16.5	2.93	0.04
FMM879	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	91	6.3	1.62	0.04
FMM1177	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	89	7.4	2.29	0.06
FMM1201	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	77	5.3	15.2	
FMM1232	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	90	9.2	0.4	0.02
FMM1246	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	65	8.9	14.3	
FMM1435	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	78	18	1.09	0.09
FMM1436	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	64	28.7	5.1	0.26
FMM1608	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	59	21.9	9.9	0.05
FMM1617	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	62	28.7	2.78	
FMM1619	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	82	10.8	3.6	0.01
FMM1629	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	91	6.5	0.88	0.03
FMM1635	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	76	20.6	3.1	0.01
FMM1689a	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	83	9.1	1.35	0.02
FMM1705	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	80	15.2	1.96	0.02
FMM1762	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	82	8.8	3.5	
FMM1784	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	77	7.5	10.6	0.08
FMM2114	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	73	6.7	0.35	2.53
FMM2123	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	85	6.8	1.52	0.1
FMM2124	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	67	23.7		0.05
FMM2149a	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	92	7.1	0.96	0.01
FMM2149b	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	93	6.2	0.88	0.02
FMM2224	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	60	16.2	10.4	0.01
FMM2234	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	90	8.4	0.33	0.1
FMM2240	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	91	7.7	0.17	0.55
FMM2249	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	58	41		0.83
FMM2252	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	92	5.3	1.59	0.05
FMM2325	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	69	19.5	4.9	
FMM2368	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	85	8.8	4	0.74
FMM2417	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	92	5.5	1.4	0.14
FMM2447	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	91	7.9	0.47	0.31
FMM2448	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	89	9.2	0.87	0.04
FMM2451	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	66	31		0.53
FMM2470	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	91	7.8	0.59	0.38
FMM2480	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	85	13.2	0.73	0.04
FMM2485a	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	77	19.7	1.32	
FMM2485b	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	84	14.9	1.25	
FMM2486a	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	87	10.1		
FMM2486b	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	87	11.1		
FMM2487	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	82	15.8	0.52	
FMM2489	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	89	11.2		
FMM2492	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	89	8.8	1.67	0.01
FMM2508	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	93	5.4	0.04	0.02
FMM2526	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	70	28.3	0.19	0.03
FMM2603	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	59	35		0.01
FMM2604	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	93	6	0.41	0.05
FMM2605	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	85	11.5		0.11
FMM2606	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	78	18.3	1.69	0.24
FMM2607	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	93	5.2	0.73	0.5
FMM2608	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	54	39	0.4	0.04
FMM2610	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	91	6.9	0.21	0.06
FMM2611	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	83	14.3	0.44	0.8
FMM2612	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	93	5.3		0.01

n°analyse	Région	Labo	Tech.an.	Type all.	Ag	Bi	Co	Fe	Ni	Sb	Zn
5677	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	0.076	0.284	0.007	0.386	0.032	0.021	0.009
5679	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	0.087	0.11	0.002	1.06	0.043	0.071	0.02
5681	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	0.074	0.028	0.009	0.53	0.025	0.768	0.064
5682	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	0.085	0.521	0.001	0.038	0.008	0.014	0.002
5686	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	0.103	0.218	0.004	0.216	0.044	0.022	0.05
5687	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	0.059	0.005	0.007	0.178	0.019		0.002
5688	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	0.137	0.0042	0.006	0.154	0.005	0.095	0.006
5689	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	0.158	0.813	0.005	0.022	0	0.036	0.01
5690	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	0.141	0.073	0.011	0.48	0.256	0.094	0.042
5691	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	0.22	0.204	0.014	1.28	0.103	0.166	0.014
5693	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-As	0.134	0.014	0.003	1.96	0.079	0.017	0.003
5697	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	0.022	0.004	0.001	1.26	0.05	0.019	0.009
5697	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Sn	0.023	0.008	0.004	0.227	0.048	0.091	0.007
5698	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	0.064	0.008	0.008	0.024	0.057	0.071	0
1184	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	0.058	0.061	0.001	0.283	0.007	0.004	0.02
4609	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	0.111	0.789	0.001	0.011	0.005	0.017	0.002
16641	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	0.005	0.004	0.08	5.44	0.324	0.015	0.056
16642	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	0.082	0.009	0.005	0.014	0.85	0.064	0.002
16643	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	0.078	0.03	0.04	0.082	0.097	0.602	0.002
16644	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	0.103	0.03	0.0011	1.15	0.02	0.39	0.008
16645	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Sn	0.02	0.011	0.006	0.738	0.024	0.038	0.003
16646	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	0.077	0.028	0.01	0.524	0.068	0.276	0.008
16647	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	0.081	0.029	0.009	0.121	0.896	0.8	0.004
16649	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	0.068	0.009	0.001	0.005	0.095	0.012	0.008
16650	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-As	0.077	0.013	0.018	2.41	0.1	0.853	0.054
16651	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	0.032	0.016	0.01	2.3	0.243	0.05	0.002
16652	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	0.049	0.03	0.007	1.02	0.019	0.037	0.002
16653	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	0.056	0.012	0.009	0.675	0.048	0.105	0.013
16654	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	0.044	0.008	0.005	0.692	0.051	0.083	0.006
16655	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	0.048	0.075	0.0017	0.46	0.015	0.015	0.005
16656	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	0.021	0.006	0.003	0.006	0.213	0.054	0.002
16660	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	0.085	0.715	0.0014	0.059	0.018	0.14	0.011
16661	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	0.056	0.116	0.005	0.113	0.043	0.015	0.008
16662	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	0.104	0.787	0.001	0.29	0.003	0.023	0.006
16663	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	0.029	0.016	0.014	1.23	0.056	0.08	0.002
16664	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	0.106	0.14	0.003	0.777	0.021	0.04	0.003
16666	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	0.078	0.922	0.001	0.031	0.008	0.004	0.002
16667	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	0.032	0.015	0.006	0.038	0.073	0.007	0.007
16670	BMAC	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	0.018	0.003	0.003	0.75	0.235	0.023	0.002
FZ35946	BMAC	C2RMF	ICP/AES	Cu-Pb	0.12	0.043	0.0025	0.0012	0.086	0.079	0
FZ35947	BMAC	C2RMF	ICP/AES	Cu(As)	0.027	0.015	0.018	0.008	0.33	0.021	0.0022
FZ35949	BMAC	C2RMF	ICP/AES	Cu-Pb	0.049	0.0079	0.00008	0	0.023	0.036	0
FZ35950	BMAC	C2RMF	ICP/AES	Cu-Pb	0.068	0.037	0.00067	0.8	0.037	0.016	0
Tallon966	Iran	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb-As	0.18			1.9	0.18	0.6	0
Tallon967	Iran	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	0.098	0.02	0.005	0.225	1.14	0.069	0.001
Tallon975	Iran	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb-As	0.232	0	0.006	0.37	0.247	0.237	0.004
Tallon976	Iran	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb-As	0.1			3.7	0.71	1	0
Tallon986	Iran	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	0.16			1.3	0.33	0.43	0
Tallon987	Iran	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb-As	0.13	0.01	0.003	1.3	0.22	0.29	0
FZ1183	Iran	C2RMF	DCP-AES	Cu(As)	0.067	0.037	0.101	0.54	0.033	0.052	0.003
FZ16669	Iran	C2RMF	DCP-AES	Cu-Pb	0.063	0.0525	0.001	0.21	0.014	0.008	0.018

n°analyse	Région	Labo	Tech.an.	Type all.	Ag	Bi	Co	Fe	Ni	Sb	Zn
FMM41	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.03		0.02	1.12	0.03	0.03	
FMM42b	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.07		0.04	0.22	0.1	0.07	
FMM186	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.16		0.02		0.05	0.21	
FMM440	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.09			0.06	0.15	0.04	
FMM441	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.1				0.24	0.02	
FMM642	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.12			2.98	0.41	0.12	
FMM856	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.04		0.05	0.3	1.59	0.01	
FMM862	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb				1.69	0.03	0.04	
FMM879	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.05		0.04	0.95	0.22	0.13	
FMM1177	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.11		0.21	0.93	0.18	0.1	
FMM1201	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.13				0.49	2.3	
FMM1232	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb			0.02	0.13	0.26	0.03	
FMM1246	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.14			7.5	0.46	3.9	
FMM1435	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.04			1.2	0.22	0.12	0.8
FMM1436	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.06		0.04	0.17	0.86	1.07	
FMM1608	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.21		0.19	6.3	2.08	0.35	
FMM1617	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.02			3.5	2.94	0.43	
FMM1619	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb			0.04	3.4	0.15	0.02	
FMM1629	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.12		0.04	0.49	0.24	0.02	0.4
FMM1635	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb				0.24	0.21	0.02	
FMM1689a	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.02			2.24	0.51	1.05	3
FMM1705	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.1		0.03	1.79		0.13	0.7
FMM1762	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	5			0.13	0.12	0.36	
FMM1784	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.04		0.09	1.04	2.84	0.59	
FMM2114	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.03		0.02	0.98	0.04	16.8	
FMM2123	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.24		0.1	0.35	0.29	0.24	5.7
FMM2124	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.01		0.05	2.03	0.02	5.3	1.9
FMM2149a	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.04				0.09	0.03	
FMM2149b	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.05				0.08	0.04	
FMM2224	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.2			0.08	0.06	12.8	0.5
FMM2234	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.89			0.14	0.08	0.09	
FMM2240	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.29		0.04		0.04	0.06	
FMM2249	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.16				0.05	0.03	
FMM2252	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.08		0.04	0.19	0.31	0.06	
FMM2325	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.1		0.03	0.23		6	
FMM2368	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.08		0.03	0.51	0.66	0.2	
FMM2417	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.15			0.44	0.16	0.06	
FMM2447	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.05			0.6	0.05	0.07	
FMM2448	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb				1.06	0.01	0.04	
FMM2451	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.04			1.96		0.15	
FMM2470	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.14			0.32	0.05	0.05	
FMM2480	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.4			0.32	0.09	0.08	
FMM2485a	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.04		0.05	1.23	0.17	0.02	
FMM2485b	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.08		0.02		0.13	0.06	
FMM2486a	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.01		0.03	2.29	0.18	0.01	
FMM2486b	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.04		0.03	1.24	0.1	0.05	
FMM2487	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.03		0.08	1.17	0.13		0.5
FMM2489	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb			0.02	0.2	0.06		
FMM2492	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.05		0.02	0.31	0.2	0.02	
FMM2508	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.03				0.13	1.24	
FMM2526	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.41			0.34	0.21	0.52	
FMM2603	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.06			5.6	0.06	0.06	
FMM2604	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.02			0.2	0.03	0.02	
FMM2605	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb			0.04	3.6	0.1	0.08	
FMM2606	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.13		0.04	1.2	0.08	0.17	
FMM2607	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.2			0.18	0.03	0.23	
FMM2608	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.06		0.06	6.2	0.08	0.09	
FMM2610	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.03			2.09	0.06	0.07	
FMM2611	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.48			0.76	0.07	0.29	
FMM2612	Mésopotamie	Heidelberg	XRF	Cu-Pb	0.03			1.34	0.04	0.04	

Titre : D'une amulette en cuivre aux grandes statues de bronze : évolution des techniques de fonte à la cire perdue, de l'Indus à la Méditerranée, du 5^e millénaire au 5^e siècle av. J.-C.

Mots-clés : fonte à la cire perdue, statuaire métallique, civilisation de l'Indus, Grèce, essai de coulabilité, bronze à fort taux de plomb.

Résumé : Dans une démarche pluridisciplinaire, qui emprunte aussi bien aux sciences humaines et sociales (archéologie, histoire des techniques, réexamen des textes anciens) qu'aux sciences chimiques (science des matériaux, métallurgie expérimentale, chimie analytique), cette recherche vise à reconstituer l'évolution des techniques de fonte à la cire perdue, depuis les plus anciens témoignages de son utilisation à Mehrgarh (Pakistan, 5^e millénaire av. J.-C.) jusqu'aux premières grandes statues de bronze dans le monde égéen (fin du VI^e, début du V^e s. av. J.-C.).

L'étude des objets a parfois nécessité des développements analytiques spécifiques pour pallier à leur très forte altération, comme par exemple l'imagerie de photoluminescence synchrotron. Cela a notamment permis de reconstituer en détail la chaîne opératoire de fabrication de la rouelle de Mehrgarh, l'une des plus anciennes fontes à la cire perdue connue à ce jour. Sur la base de ces résultats, il est suggéré que la fonte à la cire perdue pourrait avoir été inventée pour donner la possibilité aux individus non métallurgistes de créer des objets importants en métal tels que ces amulettes, par le biais du façonnage d'un modèle en cire.

Nous montrons que la cire perdue a ensuite été mise à profit pour donner naissance à une nouvelle forme de sculpture, la statuaire de métal. Au prix de parois très épaisses et d'assemblages mécaniques, nous mettons en évidence une première période de production de grandes statues en Mésopotamie pendant la deuxième moitié du 3^e millénaire av. J.-C. Après un long hiatus, la grande statuaire métallique renaît de façon spectaculaire pendant la première moitié du 1^{er} millénaire av. J.-C., à la fois dans les mondes égyptien, sabéen et égéen. Nous identifions deux innovations importantes responsables de cette renaissance : le procédé indirect et l'assemblage soudé.

Des essais de coulabilité effectués en faisant varier la composition de l'alliage et le matériau du moule sont présentés dans la dernière partie de notre travail. En moule de plâtre et avec un fort préchauffage, une coulabilité exceptionnelle a été obtenue pour le bronze à fort taux de plomb, donnant pour la première fois une idée des conditions de coulée nécessaires à l'obtention des parois très minces souvent observées sur les grandes statues antiques.

Title: From a Copper Amulet to Large Bronze Statues: Evolution of Lost-wax Casting Techniques, from the Indus to the Mediterranean, from the 5th Millennium to the 5th Century BC.

Keywords: lost-wax casting, metal statuary, Indus civilisation, Greece, castability test, highly-leaded bronze.

Abstract: Following a multidisciplinary approach combining social sciences (archaeology, history of techniques, examination of ancient texts) and chemistry (materials science, experimental metallurgy, analytical chemistry), our research aims to reconstruct the evolution of lost-wax casting techniques, from the earliest evidence of its use in Mehrgarh (Pakistan, 5th millennium BC) to the first large bronze statues in the Aegean (end of the 6th, beginning of the 5th century BC).

The archaeological artefacts under study have sometimes required specific analytical developments to overcome their very strong alteration, such as synchrotron photoluminescence imaging. This allowed reconstructing in detail the *chaîne opératoire* of the Mehrgarh wheel-shaped amulet, one of the oldest lost-wax castings known to date. Based on the results thus obtained, it has been suggested that lost-wax casting might have been invented to give non-metalworkers the opportunity to create important metal objects such as amulets by simply shaping a wax model.

We show that lost-wax casting was afterwards used to create a new form of sculpture, namely metal statuary. At the cost of very thick metal walls and mechanical assemblies, this led to an early production step of large statues in Mesopotamia during the second half of the 3rd millennium BC. After a long hiatus, large metal statuary reappeared spectacularly during the first half of the 1st millennium BC, both in the Egyptian, the Sabean and the Aegean areas. We were able to identify two important innovations responsible for this renaissance: the indirect process and the flow fusion welding.

Castability tests carried out by varying the composition of the alloy and the material of the mould are presented in the last part of our work. An exceptional castability was obtained for highly-leaded bronze in plaster mould and with a high preheating. For the first time some insights are thus drawn on the casting conditions necessary to obtain the very thin walls often observed on large metal statues during the Classical Antiquity.