

Appendix 7.1. Eelde, Grote Veen. Overzicht van greppels en standsporen rondom Nederlandse klokbekegraven

Vindplaats, grafvorm (in geval van grafheuvels inclusief afmetingen in m)	Vorm standspoor/ greppel	Buitendiameter greppel/standspoor (m)	Referentie
Baarn-de Drie Eiken, grafheuvel (dimensies onbekend)	cirkelvormige greppel	circa 7,5 m	Drenth & Hogestijn 1999: 121
Bennekom, tumulus I (diameter circa 15 m, hoogte circa 0,6 m)	cirkelvormig standspoor	circa 14,2-14,3 m (circa 0,95)	Van der Beek 2004: tabel 6; Lanting & Van der Waals 1976: 59, nr. 42 en fig. 37
Bennekom-Oostereng, tumulus 12 (diameter circa 11 m, hoogte circa 0,8 m)	cirkelvormige greppel	circa 8,8 m (circa 0,8)	Van der Beek 2004: tabel 6; Lanting & Van der Waals 1976: 59, nr. 38
Bennekom, voormalige Buurtheide, tumulus 2 (diameter circa 13-14 m, hoogte circa 1 m)	cirkelvormig standspoor	circa 12,3 m (circa 0,91)	Van der Beek 2004: tabel 6; Lanting & van der Waals 1976: 59, nr. 41
Dalen-Eldijk, vlakgraf(??)	cirkelvormige greppel	circa 3,4-3,5 m	Lanting 2007/2008: 171-173, fig. 44c en 49
Ede-Ginkelse Heide, grafheuvel (diameter circa 15 m, hoogte circa 0,65 m)	cirkelvormige greppel	circa 6,6-7 m (circa 0,45)	Lanting & Van der Waals 1976: 53 en fig. 36
Ede-Hondslog, grafheuvel (diameter circa 10 m, hoogte ?)	cirkelvormige greppel	circa 7,3-7,8 m (circa 0,76)	Van der Beek 2004: tabel 6; Lanting & Van der Waals 1976: 59, nr. 37
Eenerschans, grafheuvel (diameter circa 13,5-14 m, hoogte circa 0,6 m)	cirkelvormige greppel	circa 12,6-12,8 m (circa 0,92)	Lanting 2007/2008: 186, 188-189 en fig. 54c en 56
Eext, tumulus a aan de weg van Anderen naar Gasteren (diameter circa 10 m, hoogte circa 0,4 m)	cirkelvormige greppel	circa 3-3,3 m (circa 0,32)	Lanting 2007/2008: 143, 145 en fig. 32c en 34
Elp, tumulus 1932-I, (diameter waarschijnlijk circa 9-10 m, hoogte circa 0,6 m)	cirkelvormige greppel	circa 4-4,4 m (circa 0,44)	Lanting 2007/2008: 217-218 en fig. 62b en 70
Elspeet-Elspeter Heide, tumulus V (dimensies onbekend)	cirkelvormige greppel	circa 3,6-3,8 m	Lanting & Van der Waals 1976: 59, nr. 43
Emmen-Angelslo, tumulus 9 (diameter circa 13 m, hoogte circa 0,5 m)	ovaal standspoor	circa 5,4 m x ? (circa 0,42-?)	Lanting 2007/2008: 178-179 en fig. 52 en 53a
Ernst, grafheuvel (diameter circa 13-14 m, hoogte circa 1 m)	cirkelvormige greppel	circa 9,5-10 m (circa 0,72)	Van der Beek 2004: tabel 6; Lanting & Van der Waals 1976: 59, nr. 35
Harenermolen, tumulus (diameter circa 11,5-12 m, hoogte circa 0,9 m)	cirkelvormig standspoor	circa 9 m (circa 0,77)	Lanting 2007/2008: 131-134 en fig. 30c en 31
Harskamp, tumulus (diameter circa 13 m, hoogte circa 0,7 m)	cirkelvormige greppel	circa 10,5-11,1 m (circa 0,83)	Van der Beek 2004: tabel 6; Van der Waals & Glasbergen 1958
Hattermerbroek-Bedrijventerrein Hattermerbroek-zuid, graf 2	cirkelvormig standspoor	circa 4,6-4,85 m	De Leeuwe e.a., in: Drenth & Meurkens 2011: 230-231 en afb. 5.20 en 5.21
Heerde, tumulus 3 (diameter circa 11 m, hoogte circa 0,5)	cirkelvormige greppel	circa 3,7-3,9 m (circa 0,35)	Van der Beek 2004: tabel 6; Lanting & Van der Waals 1976: 59, nr. 31
Holsloot, grafmonument 5, 1e periode (afmetingen tumulus onbekend)	cirkelvormig standspoor	circa 3,6-3,8 m	Lanting 2007/2008: 204-205 en fig. 65
Holtten, tumulus IV (diameter circa 12 m, hoogte circa 1,2 m)	cirkelvormige greppel	circa 8,8-9,2 m (circa 0,75)	Lanting 2007/2008: 240-241, 243-244 en fig. 80 en 81b
Laren-'t Bluk, tumulus 10 (dimensies onbekend)	cirkelvormige greppel	circa 9,1-9,8 m	Lanting & Van der Waals 1976: 59, nr. 34
Lunteren-Lunterse Berg, grafheuvel (diameter circa 15 m, hoogte circa 0,9 m)	cirkelvormig standspoor	circa 9-9,8 m (circa 0,63)	Van der Beek 2004:tabel 6; Bloemers e.a. 1986: 49; Lanting & Van der Waals 1976: 60, nr. 51
Lunteren-de Valk, tumulus (dimensies onbekend)	cirkelvormige greppel	circa 11,5 m	Lanting & Van der Waals 1976: 59, nr. 46
Maarsbergen, tumulus (diameter circa 11-12 m, hoogte circa 0,65)	cirkelvormige greppel	circa 8,2-8,6 m (circa 0,73)	Van der Beek 2004: tabel 6; Lanting & Van der Waals 1976: 60, nr. 50
Nijmegen-Castraterrein, tumulus V (dimensies onbekend)	cirkelvormige greppel	circa 6,4 m	Van der Beek 2004: tabel 4; Lanting & Van der Waals 1976: 60, nr. 59
Nutterveld, tumulus II (diameter circa 14 m, hoogte circa 0,6 m)	cirkelvormige greppel	circa 8,5 m (circa 0,61)	Lanting 2007/2008: 235, 237-238, 240 en fig. 78 en 79b
Odoorn, tumulus (diameter circa 13 m, hoogte circa 1,1 m)	cirkelvormig standspoor	circa 9,4-9,5 m (circa 0,73)	Lanting 2007/2008: 191, 193, 196-197 en fig. 58b en 59
Oss-Vorstengrafdonk, grafheuvel (dimensies onbekend)	cirkelvormige greppel	circa 8,6-9,3 m	Van der Beek 2004: tabel 4; Lanting & Van der Waals 1976: 60, nr. 54
Oudemolen, tumulus 13, (diameter circa 10 m, hoogte circa 0,45 m)	ovale greppel	circa 4,5-5,3 m (circa 0,49)	Lanting 2007/2008: 205-210 en fig. 66 en 67a
Rolde-Volmachtenlaan, graf A, vlakgraf	cirkelvormige greppel	circa 2,8-3,1 m	Lanting 2007/2008:199-201 en fig. 61 en 62a

Vindplaats, grafvorm (in geval van grafheuvels inclusief afmetingen in m)	Vorm standspoor/ greppel	Buitendiameter greppel/standspoor (m)	Referentie
Schaijk, tumulus 3 (diameter circa 13 m, hoogte circa 0,3 m)	cirkelvormige greppel	circa 10,9-11,2 m (circa 0,85)	Van der Beek 2004: tabel 6; Lanting & Van der Waals 1976: 60, nr. 55
Schuilingsoord, tumulus III bij het voormalige Anner Tol (diameter circa 10 m, hoogte circa 0,4 m)	cirkelvormige greppel	circa 5,9-6 m (circa 0,6)	Lanting 2007/2008: 227-228, 231 en fig. 74-75
Stroe-Konijnenkolken, tumulus (diameter circa 12 m, hoogte circa 0,7 m)	(nadere gegevens onbekend)	?	Van der Beek 2004: tabel 6
Uddelermeer, tumulus E (dimensies onbekend)	cirkelvormige greppel	circa 10,9-11,1 m	Van der Beek 2004: tabel 6; Lanting & Van der Waals 1976: 59, nr. 30
Wageningen, graf 224; vermoedelijk vlakgraf	ovale greppel	circa 5,9-7,3 m	Lanting & Van der Waals 1976: 59, nr. 45
Zuidvelde, tumulus 1937-I (diameter circa 17 m, hoogte circa 0,9 m)	cirkelvormige greppel	circa 13 m (circa 0,76)	Lanting 2007/2008: 189, 191 en fig. 57 en 58a

Appendix 7.2. Eelde, Grootte Veen. Het fysisch–antropologisch onderzoek van het crematiegraf.

(L. Smits – Smits Antropologisch Bureau)

1. Inleiding

Bij gecremeerd botmateriaal is de samenstelling van het bot veranderd. De organische bestanddelen zijn door de hoge temperaturen verdwenen en alleen het anorganische gedeelte, voornamelijk bestaand uit hydroxyapatiet, blijft over. De kristalstructuur van dit mineraal verandert eveneens. Verbrand botmateriaal heeft te lijden gehad van fragmentatie, vervorming, krimp en breuk, waardoor de determinatie bemoeilijkt kan worden. Wanneer er echter genoeg botfragmenten van een redelijke grootte zijn overgebleven, is het over het algemeen wel mogelijk om een leeftijdsschatting, een geslachtsdiagnose en een minimum aantal individuen te bepalen.

Het onderzoek naar crematieresten omvat de beschrijving van de crematieresten zelf (verbranding en fragmentatie) en de beschrijving van de fysisch-antropologische eigenschappen, zoals de determinatie van de botfragmenten, leeftijd, geslacht, lichaamslengte, minimum aantal individuen en pathologische botveranderingen.

2. De methoden

2.1. Beschrijving van de crematieresten

Fragmentatiegraad

De fragmentatiegraad van crematieresten is afhankelijk van verschillende depositionele en post-depositionele processen (o.a. wel of niet bewaren in een urn, blussen). Niet afgekoelde crematieresten zijn erg breekbaar, handelingen als blussen of verzamelen van deze resten zorgen ervoor dat de fragmenten kleiner worden. Er worden verscheidene stadia van fragmentatie onderscheiden (Wahl 1982). Omdat elke crematie bestaat uit vele botstukjes van verschillende afmetingen wordt bij de beschrijving van de fragmentatiegraad alleen de maximale fragmentgrootte vermeld.

Fase	Omschrijving	Fragmentgrootte (cm)
1	zeer klein	< 1.5
2	Klein	1.6-2.5
3	middel	2.5-3.5
4	groot	3.6-4.5
5	zeer groot	>4.6

Verbrandingsgraad

De verbrandingsgraad kan men o.a. bepalen aan de kleur- en krimpscheur-patronen van het verbrande bot. Deze kleur is afhankelijk van de duur en de temperatuur van de verbranding. Er worden verschillende fasen onderscheiden (Wahl 1982), een indeling volgt hieronder.

Kleur	Verbrandingsgraad	Temperatuur °C
lichtbruin	0=onverbrand	-
donkerbruin	1=zeer slecht verbrand	<275
zwart	2=slecht verbrand	275-450
grijs	3=matig verbrand	450-650
krijtwit	4=goed verbrand	650-800
oudwit	5=zeer goed verbrand	>800

2.2. Beschrijving van de fysisch-antropologische eigenschappen

Determinatie

Bij het determineren van crematieresten worden vooral de fractie van 10 millimeter en groter bekeken, botstukjes kleiner dan 10 millimeter kunnen zelden gedetermineerd worden (Maat 1985). Deze kleine fractie wordt wel nagekeken op fragmenten die van belang kunnen zijn voor de leeftijds- en geslachtsbepaling of het minimum aantal individuen (MAI). De crematieresten worden bij voorkeur gezeefd over een 1 millimeter zeef omdat dan de grootste kans bestaat dat de allerkleinste botjes, namelijk de gehoorbotjes die van belang kunnen zijn bij het bepalen van het MAI, bewaard blijven.

Bij de inventarisatie worden de botfragmenten in de volgende skeletregio's onderverdeeld:

Skeletdeel	Omschrijving skeletdelen
neurocranium	hersenschedel
viscerocranium	aangezichtsschedel
axiaal	schouder wervels ribben bekken heiligbeen, sleutelbeen
diafysen extremiteiten	schachtfragmenten armen benen
epifysen extremiteiten	gewrichtsuitenden armen en benen

Binnen deze skeletregio's zijn de individuele botstukken gedetermineerd (bijvoorbeeld dijbeen, spaakbeen). Wanneer bij deze determinatie bepaalde beenderen ontbreken hoeft dat nog niet te betekenen dat deze daadwerkelijk niet aanwezig zijn. De mogelijkheid bestaat dat de fragmenten te klein zijn hiervoor.

Geslachtsbepaling

De geslachtsbepaling wordt uitgevoerd volgens de normen van de *Arbeitsgruppe Europäischer Anthropologen* (1979) en maakt gebruik van een aantal kenmerken van de schedel en het bekken die in vorm en grootte verschillen tussen de geslachten. Wanneer achter de geslachtsbepaling een vraagteken staat, bijvoorbeeld "m?" betekent dit "zeer waarschijnlijk mannelijk," bij twee vraagtekens is de geslachtsbepaling nog onzekerder. Een geslacht toewijzen is alleen bij volwassenen mogelijk. De robuustheid van het post-craniële skelet kan eveneens een aanwijzing zijn voor het geslacht (Schutkowski & Hummel 1987).

Leeftijdsbepaling

De leeftijdsbepaling bij crematieresten-onderzoek volgt dezelfde richtlijnen als die van het inhumatie-onderzoek. Voor onvolwassenen wordt voornamelijk naar de vergroeiing van de epifysen (*Arbeitsgruppe Europäischer Anthropologen* 1979) en het mineralisatie- en eruptiepatroon van de tanden en kiezen (Ubelaker 1984) gekeken. Bij volwassenen berust de leeftijdsschatting vooral op het aanzien van de symphysis pubica en de facies auricularis (allebei gewrichtsvlakken aan het bekken) (Lovejoy c.s. 1985), en de sluiting van zowel de endocraniale (Acsádi & Nemeskéri 1970) als de ectocraniale schedelnaden (Rösing 1977).

Lichaamslengteschatting

Voor de lichaamslengteschatting wordt gebruik gemaakt van de grootte van de proximale gewrichten van de humerus (bovenarm), de radius (spaaakbeen) en het femur (dijbeen) (Rösing 1977).

Pathologie

Het onderzoek naar ziekten en ongelukken bij gecremeerde individuen is vanwege de incompleetheid van het materiaal vrij moeilijk. Een beschrijving van de ziekteverschijnselen is vaak het hoogst haalbare.

3. Werkwijze

De fractie die groter of gelijk is aan 1 centimeter wordt gedetermineerd. De crematieresten in de verschillende skeletregio's worden gewogen en de fragmentatie- en verbrandingsgraad vastgesteld. De maximale fragmentgrootte wordt afgerond op een halve centimeter. Wanneer crematieresten minder dan 1 gram wegen wordt dit afgerond tot 1 gram.

De fractie die kleiner is dan 1 centimeter wordt onderzocht op relevante botfragmenten. Wat overblijft wordt residu genoemd. In sommige gevallen is het residu erg vervuild en moet een schatting gemaakt worden van het gewicht aan crematieresten dat aanwezig is in het residu.

Aanwezige dierenbotten worden van de menselijke crematieresten gescheiden, fragmentatie- en verbrandingsgraad en gewicht worden genoteerd. Het totaal gewicht aan crematieresten onder aan de tabellen duidt op het totaal zonder de dierlijke botfragmenten.

4. Resultaten crematierestenonderzoek

In de onderstaande tabel zijn de crematieresten beschreven (inventarisatie, fragmentatie en verbrandingsgraad). De aanwijzingen voor de leeftijd en geslacht zijn vervolgens beschreven.

Geslacht:

- De margo orbita (bovenrand van de oogkas) = -2 (vrouwelijk)
- Het post-craniële skelet is gracieel.

Leeftijd: De suturen (coronalis en sagittalis) zijn intern gesloten en extern open wat wijst op een leeftijd van circa 30-50 jaar. Het auricularis oppervlak (de articulatie tussen sacrum en ilium) geeft een indicatie van circa 30-40 jaar. De leeftijdsschatting op basis van deze kenmerken bedraagt circa 30-40 jaar.

Eelde, Groote Veen: Put 124, Spoor 14601, Vondstnummers: 5699 en 5696

Skeletdeel	Gewicht 5699	Gewicht 5696	Fragmentatie (cm)	Verbrandings- graad (fase)	Inhoud (+ = aanwezige fragmenten)
Neurocranium	34	32	3	5	+ Os occipitale = achterhoofd + Os pariëtale = wandbeen + Os temporale = slaapbeen + Os frontale = voorhoofd
Viscerocranium	3	1	3	5	+ Orbita = oogkas Os zygomaticum = jukbeen Maxilla = bovenkaak + Mandibula = onderkaak Gebitselementen
Axiaal	2	1	1	5	Vertebrae = wervels + Costae = ribben Clavicula = sleutelbeen Scapula = schouderblad + Pelvis = bekken
Diafyse	115	70	8	5	+ Humerus = bovenarm Radius = spaakbeen Ulna = ellepijp + Femur = dijbeen + Tibia = scheenbeen Fibula = kuitbeen Phalangen = hand/voetkootjes
Epifyse	5	-	2	5	Gewrichten van: hand/arm + voet/been
Residu	259	165	<1	5	Diverse skeletdelen
Totaal (mens)	418	269			
Dierlijk	1	1	2	4	3 fragmenten dierlijk bot, diersoort niet te bepalen, waarschijnlijk middelgroot zoogdier.

5. Conclusie

De resten zijn waarschijnlijk van een vrouwelijk individu van circa 30-40 jaar oud. De crematieresten zijn goed verbrand. De skeletdelen van het gehele lichaam zijn vertegenwoordigd, wat wijst op het verbranden van een compleet lichaam op de brandstapel.

Appendix 7.3. Eelde, Grootte Veen. Foto's restauratie klokbekers en gerestaureerde klokbekers en grafinventaris.
 (G. van Oormerssen – Antefix & F. de Vries – ToonBeeld)



Eelde, Grootte Veen. Foto van vondstnummer 5694, voorafgaand aan de restauratie (Foto: G. van Oormerssen, Antefix).



Eelde, Grootte Veen. Vondstnummer 5694 (Foto: G. van Oortmerssen, Antefix).



Eelde, Grootte Veen. Details van vondstnummer 5694 (Foto: G. van Oortmerssen, Antefix).



Eelde, Grootte Veen. Foto van vondstnummer 5695, voorafgaand aan de restauratie (Foto: G. van Oortmerssen, Antefix).



Eelde, Groote Veen. Vondstnummer 5695 (Foto: G. van Oortmerssen, Antefix).



Eelde, Groot Veen. Foto van vondstnummer 5693, voorafgaand aan de restauratie (Foto: G. van Oortmerssen, Antefix).



Eelde, Groot Veen. Foto van vondstnummer 5693 (Foto: G. van Oortmerssen, Antefix).



Eelde, Grootte Veen. Foto van vondstnummer 5693 (Foto: G. van Oortmerssen, Antefix).



Eelde, Grootte Veen. Overzicht van de inhoud van het klokbekergraf (Foto: F. de Vries, ToonBeeld).



Eelde, Grootte Veen. De crematierresten (Foto: F. de Vries, ToonBeeld).



Eelde, Grootte Veen. Vondstnummer 5695: de klokbeker na restauratie (Foto: F. de Vries, ToonBeeld).



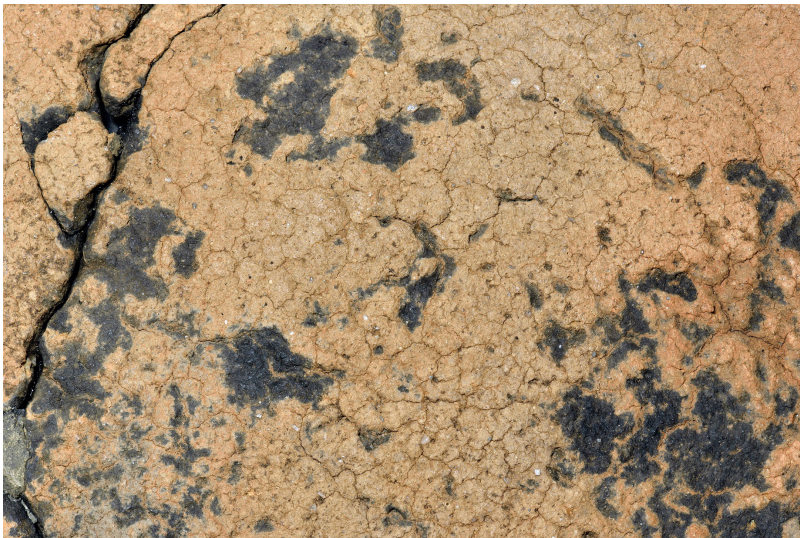
Eelde, Grootte Veen. Vondstnummer 5694: klokbeker na restauratie (Foto: F. de Vries, ToonBeeld).



Eelde, Grootte Veen. Vondstnummer 5693: de schaal na restauratie (Foto: F. de Vries, ToonBeeld).



Eelde, Grootte Veen. Vondstnummers 5727 en 5787: de gouden sieraden (Foto: F. de Vries, ToonBeeld).



Eelde, Groote Veen. Details van de magering van het aardewerk uit het klokbekergraf (Foto's: F. de Vries, ToonBeeld).

Appendix 7.4. Eelde, Groote Veen. Resultaten van het onderzoek naar de samenstelling van klokbeke-aardewerk en romeinse tijd aardewerk.

(B. van Os – RCE)

Inleiding

In het kader van een pilot om te bepalen welke archeologische informatie chemische analyses van aardewerk kunnen toevoegen zijn bij de opgraving Groote Veen te Eelde drie klokbeke scherven en vier scherven uit de romeinse tijd geanalyseerd.

Aardewerk bestaat uit klei en zand en materiaal dat ter vershraling van het baksel is toegevoegd. Hierbij kan het gaan om bot, as, kwarts, organische stof, verbrande leem of oud aardewerk, etc. Welk type magering wordt toegepast, hangt samen met het gebruik en is ook cultureel bepaald. Ook het gebruik (vaatwerk voor voedselbereiding; opslag, ritueel) heeft weer invloed op de samenstelling van het materiaal. Na depositie zal ook uitwisseling met de eventuele inhoud, bodem en grondwater van belang zijn op de uiteindelijk samenstelling van de scherven.

Klei bestaat uit kleimineralen en fijn zand. De samenstelling van de klei hangt af van de klimaatzone waarin de klei gevormd is uit de afbraak van het achterland (is er alleen sprake van verkleining van materiaal zoals in de gematigde streken of ook nieuwvorming zoals in tropische en subtropische gebieden). De chemische variatie van klei afgezet in het Holoceen in Nederland zal voornamelijk bepaald worden door de sortering van de mineralen (kwarts, kleimineralen – voornamelijk illiet – en zware mineralen zirkoon, rutiel en ilmeniet). Is er meer kwarts bij de klei gemengd dan zullen de gehalten van de elementen die voornamelijk aan klei gebonden zijn (alle elementen met uitzondering van silicium) lager zijn. Elementen die nauwelijks beïnvloed worden door gebruik of verblijf in de bodem zijn Rb, TiO₂, Zr en in mindere mate K₂O, Al₂O₃ en Fe₂O₃.

Magering, vooral als deze bestaat uit as, organische stof of bot beïnvloedt vooral de gehalten van Ca, P, Sr, Ba en eventueel K. Dit zijn de voornaamste anorganische elementen die in as, bot en organisch materiaal voorkomen. Ook gebruik als vaatwerk of urn heeft een verhoging van deze elementen tot gevolg.

Tenslotte kan door het verblijf in de bodem reactieve componenten zoals kalk, bot of het kalium gedeelte uit as weer oplossen of juist neerslaan afhankelijk van de context. Ook kan er op een scherf, wanneer deze in het bereik van het grondwater ligt, ijzer en mangaan neerslaan als hydroxides, of kunnen deze componenten juist oplossen.

Resultaten klokbeke aardewerk

Voor de resultaten van de XRF-analyse wordt verwezen naar Tabel 1. Uit deze tabel valt af te leiden dat de variatie binnen een scherf kleiner is dan tussen de scherven. De methodiek heeft blijkbaar voldoende oplossend vermogen om individuele scherven te kunnen onderscheiden. De hoofdelementen (SiO₂, K₂O, Al₂O₃, Fe₂O₃) en die van de kleigebonden sporen elementen (Rb, Nb) van de scherven komt sterk overeen. Dit wijst op gebruik van een klei met vergelijkbare mineraalinhoud (sortering) en magering. Vondstnr 5695 heeft zowel binnen als buiten de scherf een verhoogd P₂O₅ en CaO gehalte. Vermoedelijk is deze scherf gebruikt als vaatwerk voor voedselbereiding. Het Fe₂O₃ gehalte van de pot is vrij hoog, zowel aan de binnenkant, buitenkant en in de breuk. Dit geeft aan dat dit aardewerk waarschijnlijk niet is afgewerkt met een ijzerrijke sliblaag maar dat een ijzerrijke klei soort is gebruikt.

Resultaten romeins aardewerk

Voor de resultaten van de XRF analyse van enkele romeinse scherven wordt verwezen naar Tabel 2. Ook het romeins materiaal maakt een homogene indruk. Ook hier zijn de verschillen binnen een scherf kleiner als tussen de scherven. Het Fe_2O_3 , TiO_2 en Zr gehalte zijn lager als dat van de klokbeker scherven. Waarschijnlijk is hier een klei gebruikt met een andere sortering of herkomst dan uit de tijd van de klokbekers. Bijna alle metingen geven een hoog P_2O_5 gehalte en ook is het CaO in alle scherven aanwezig. Dit kan met het gebruik als vaatwerk te maken hebben, maar ook kan dit aardewerk gemagerd zijn met as, gezien het variërende maar toch overal aanwezige hoge fosfor gehalte. Een van de scherven (vondstnr 5801 meetnr 1280 en 1281) heeft een afwijkend lager Rb gehalte maar een hoger K_2O en Al_2O_3 gehalte. Deze klei heeft dus een afwijkende $\text{K}_2\text{O}/\text{Rb}$ verhouding wat zou kunnen wijzen op een andere klei herkomst. De samenstelling in de scherven wijkt nauwelijks af van die met de buiten en de binnen kant wat wijst op de afwezigheid van een ijzerrijke en kleirijke sliblaag.

Tabel 1: Eelde, Groote Veen. XRF analyse resultaten klokbeker materiaal.

Nr	Vindplaats	Vondst	meetzijde	opm	SiO2	CaO	P2O5	K2O	Al2O3	TiO2	Fe2O3	MnO	Bal
					%	%	%	%	%	%	%	%	%
1268	Eelde	5693	buiten	Schaal	37	0,134	0,682	1,94	8,15	0,884	6,86	0,108	44
1269	Eelde	5693	binnen	Schaal	51	0,144	0,260	2,36	8,78	1,38	5,30	0,016	31
1270	Eelde	5693	breuk	Schaal	36	0,145	0,211	1,75	6,97	0,999	6,79	0,015	47
1271	Eelde	5694	buiten	klokbeker	49	0,141	0,263	1,97	10	0,954	5,60	0,046	32
1272	Eelde	5694	binnen	klokbeker	44	0,140	0,236	1,96	8,75	1,01	5,90	0,012	38
1273	Eelde	5694	breuk	klokbeker	41	0,130	0,191	1,84	9,57	0,780	7,21	0,035	39
1274	Eelde	5695	buiten	klokbeker	45	0,217	1,83	1,85	11	0,912	5,90	0,021	34
1275	Eelde	5695	binnen	klokbeker	40	0,142	1,38	2,02	8,48	0,849	4,80	0,015	42
1276	Eelde	5695	breuk	klokbeker	40	0,230	2,17	1,60	11	0,854	7,60	0,040	36
					S	Cl	Zn	Zr	Sr	Rb	Ba	Nb	
					mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
1268	Eelde	5693	buiten	Schaal	3124	1083	141	245	35	96	130	23	
1269	Eelde	5693	binnen	Schaal	664	843	116	292	42	103	159	26	
1270	Eelde	5693	breuk	Schaal	1306	846	83	249	38	90	149	21	
1271	Eelde	5694	buiten	klokbeker	1363	792	135	210	30	104	125	20	
1272	Eelde	5694	binnen	klokbeker	1507	853	100	217	29	105	125	21	
1273	Eelde	5694	breuk	klokbeker	1102	1448	127	228	32	116	216	22	
1274	Eelde	5695	buiten	klokbeker	2442	875	113	259	39	89	125	20	
1275	Eelde	5695	binnen	klokbeker	3901	966	97	231	41	86	127	18	
1276	Eelde	5695	breuk	klokbeker	3942	1150	86	263	61	90	175	18	

Tabel 2: Eelde, Grootte Veen. XRF analyse resultaten materiaal romeinse tijd.

Nr	Voorwerp	meetzi	opm	SiO2	CaO	P2O5	K2O	Al2O3	TiO2	Fe2O3	MnO	Bal
				%	%	%	%	%	%	%	%	%
1277	Eelde	5801	buiten	37	0,284	1,49	1,45	7,80	0,736	5,11	0,038	46
1278	Eelde	5801	binnen	34	0,211	2,79	1,78	7,78	0,664	5,03	0,015	47
1279	Eelde	5801	breuk	39	0,353	1,31	1,71	8,32	0,509	5,30	0,028	43
1280	Eelde	5801	buiten	46	0,150	1,19	2,38	10	0,780	6,24	0,029	33
1281	Eelde	5801	binnen	45	0,234	0,804	1,96	10	0,793	5,75	0,013	36
1282	Eelde	5708	buiten	39	0,272	0,632	1,89	6,70	0,599	4,83	0,044	46
1284	Eelde	5708	binnen	47	0,298	0,909	1,70	7,97	0,628	4,75	0,025	37
1285	Eelde	5708	breuk	52	0,290	0,521	1,62	6,08	0,507	4,18	0,092	34
1286	Eelde	5701	buiten	40	0,164	1,80	1,89	9,21	0,598	4,73	0,144	41
1287	Eelde	5701	binnen	40	0,181	0,993	1,48	7,09	0,519	4,25	0,542	45
1288	Eelde	5701	breuk	44	0,187	1,15	1,37	5,95	0,440	3,93	0,174	43
Nr	Voorwerp	meetzi	opm	S	Cl	Zn	Zr	Sr	Rb	Ba	Nb	
				mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
1277	Eelde	5801	buiten	767	929	108	228	67	116	345	17	
1278	Eelde	5801	binnen	745	611	94	212	57	102	294	14	
1279	Eelde	5801	breuk	679	693	81	209	78	121	368	14	
1280	Eelde	5801	buiten	675	503	148	210	45	94	309	17	
1281	Eelde	5801	binnen	1011	446	186	216	57	97	334	14	
1282	Eelde	5708	buiten	620	559	157	185	56	117	288	14	
1284	Eelde	5708	binnen	1796	583	136	197	59	120	457	14	
1285	Eelde	5708	breuk	638	386	179	214	66	125	353	14	
1286	Eelde	5701	buiten	1769	655	178	163	32	112	150	14	
1287	Eelde	5701	binnen	846	645	163	145	32	110	159	9,56	
1288	Eelde	5701	breuk	726	508	137	176	36	107	246	11	

Appendix 7.5. Eelde, Groote Veen. Onderzoek naar de klok beker goudvondsten te Eelde.

(B. van Os & H. Huisman, RCE)

Inleiding

In Eelde zijn door het opgravingsbedrijf De Steekproef twee gouden sieraden gevonden uit de klok bekerperiode. Het gaat vermoedelijk om haarsieraden die om een vlecht of staart werden aangebracht. Dit zijn voor Nederland unieke gouden voorwerpen en behoort tot de oudste metalen artefacten ooit gevonden in ons land.

Om inzicht te krijgen in de oorsprong van het goud en de bewerking en het gebruik van de voorwerpen zijn de objecten chemische geanalyseerd en microscopisch onderzocht. Aan de hand van de chemische samenstelling kan een uitspraak worden gedaan of het goud van beide voorwerpen eenzelfde oorsprong heeft. Ook kan eventueel worden vastgesteld of het om goud gaat dat gevonden is in sediment (*placer*) of direct uit een primaire goudader. In het eerste geval kunnen er sporen van andere zware mineralen zoals chroom of zirkoon als insluitstel in het goud aanwezig zijn, in het tweede geval kan het goud sulfidische insluitels bevatten waar elementen zoals arseen en antimoon verhoogd zijn. Microscopisch onderzoek kan sporen identificeren die het gevolg zijn van vervaardiging, gebruik en eventueel reparatie.

Chemische analyse met behulp van *hand-held XRF*

Röntgenfluorescentie is een techniek waarbij een monster met röntgenstraling (licht met een hoge, niet zichtbare frequentie; hoge energie) wordt bestraald waardoor elektronen uit één van de binnenste schillen (K of L schil) van een atoom vrijkomen. Deze vacatures worden daarna onmiddellijk opgevuld door elektronen uit één van de buitenste schillen. Hierbij komt dan weer een lichtdeeltje vrij dat karakteristiek is voor deze opvulling en voor het element. De intensiteit van deze röntgenstraling is evenredig met de concentratie van het element. Detectie vindt plaats door de energie te meten van de karakteristieke röntgenstraling (ED-XRF). De intensiteit van de karakteristieke röntgenstraling is ook afhankelijk van de matrix (bulksamenstelling) van het monster. Hierdoor is het noodzakelijk het apparaat te kalibreren op het type te analyseren materiaal.

Analyses aan de voorwerpen zijn uitgevoerd met een Niton XL3t draagbaar röntgenfluorescentie apparaat (XRF) voorzien van een grote oppervlakte *silicium drift detector*. Dit maakt het geschikt om lichte elementen zoals zwavel en fosfor te meten en beschikt over lage detectiegrenzen (lager dan 10 mg/kg) voor de zwaardere elementen.

De diepte waarmee röntgenstraling indringt, is afhankelijk van de samenstelling van het bestraalde materiaal. Een corrosielaag die bestaat uit oxiden zal nauwelijks röntgenstraling absorberen. In het geval van brons zal daarom door de eventuele oxidelaag worden heen gemeten. De indringingsdiepte (of beter de terugkaastdiepte) van röntgenstraling is afhankelijk van het element van interesse. Straling met een hogere energie (zoals van Sr, Pb en Sn) kaatsten in een lichte matrix zoals grond dieper terug dan van lichte elementen, zoals silicium, fosfor en zwavel, die dus vooral aan de oppervlakte worden gemeten. Bij metalen voorwerpen wordt alleen het oppervlak gemeten tot een diepte van 0,1 millimeter. Hiervoor zijn verschillende

meetprogramma's beschikbaar. Voor lichte matrices die vooral bestaan uit oxides (steen, grond, glas) wordt de *mining mode* gebruikt, voor metalen is er een standaard legeringen methode, een edelmetaal meetmethode en een elektronica mode.

Behalve over een gevoelige detector beschikt de *hand-held XRF* over de mogelijkheid de *spot size* (het bestraalde gebied) te verkleinen van acht naar drie millimeter, die het mogelijk maakt meer gedetailleerde analyses uit te voeren. Ook is er een camera ingebouwd waardoor de positionering van de objecten kan worden geoptimaliseerd.

Resultaten

De voorwerpen zijn geanalyseerd met de standaard legeringen en edelmetalen mode als met de lichte matrix mode (*mining mode*). Deze laatste is toegepast om een inzicht te krijgen in de samenstelling van lichte elementen. De uitkomsten van de analyses zijn samengevat in de onderstaande tabel.

Overzicht van de analyse resultaten

XRF meting nummer	Vondst nummer	Omschrijving	Au	Ag	Cu
309	5727	Gouden haarvlecht ring, klokbekerperiode	89,56	10,23	0,17
310	5727	Gouden haarvlecht ring, klokbekerperiode	89,58	10,17	0,19
311	5727	Gouden haarvlecht ring, klokbekerperiode	89,60	10,12	0,18
325	5727	Gouden haarvlecht ring, klokbekerperiode	87,97	10,40	0,18
327	5727	Gouden haarvlecht ring, klokbekerperiode	89,63	9,99	0,31
328	5787	Gouden haarvlecht ring, klokbekerperiode	88,02	10,07	0,35
331	5787	Gouden haarvlecht ring, klokbekerperiode	87,69	10,36	0,24
332	5787	Gouden haarvlecht ring, klokbekerperiode	89,42	10,24	0,20
333	5787	Gouden haarvlecht ring, klokbekerperiode	89,42	9,75	0,44
334	5787	Gouden haarvlecht ring, klokbekerperiode	87,60	10,23	0,45
332	5787	Gouden haarvlecht ring, klokbekerperiode	89,42	10,24	0,20
333	5787	Gouden haarvlecht ring, klokbekerperiode	89,42	9,75	0,44
334	5787	Gouden haarvlecht ring, klokbekerperiode	87,60	10,23	0,45
		Gemiddelde waardes			
		5727	89,27	10,18	0,21
		5787	88,57	10,11	0,35

Uit de XRF resultaten blijkt dat de twee voorwerpen een bijna identieke samenstelling hebben. Buiten de elementen zilver en koper zijn geen elementen hoger dan de bepalingsgrens. De aanwezigheid van tien procent zilver en een klein beetje koper geeft aan dat het gaat om niet gezuiverd goud. De afwezigheid van sporen geeft aan dat sulfidische insluitels – als die al aanwezig waren – zijn geoxideerd en opgelost. Als het goud afkomstig is uit een *placerafzetting* heeft het zeer weinig – in ieder geval minder dan meetbare hoeveelheden – zware mineralen opgenomen (Morteani & Northover 1993).

Vergelijken we de concentraties met die van de gouden voorwerpen in Europa (Hartman 1980) dan vallen de analyses wat betreft hun kopergehalte in groep L2, waar ook de goudvondst van Bennekom en die van de twee draadspiraal van Hijken bij Beilen in vallen. Deze voorwerpen hebben een iets hoger tin gehalte maar een vergelijkbaar koper en zilveragehalte. Het bronsstijld goud gevonden bij Drouwen heeft een veel hoger zilveragehalte (20 tot 25 procent). Het goud gevonden bij Exloo valt in de categorie S, heeft een zilverpercentage van 6 procent en een veel lager koperpercentage van 0.012 procent.

De samenstelling geeft in ieder geval aan dat het gaat om prehistorisch niet gezuiverd goud met vergelijkbare samenstelling als het overige klokbekeergoud. De herkomst van dit type goud is niet met zekerheid vast te stellen (zie ook Appendix H7.9). De processen die de gevonden zilver en kopergehalten veroorzaken zijn niet specifiek voor het erts voorkomen.

Microscopisch onderzoek

De gouden sieraden werden onderzocht met behulp van een Zeiss Discovery V8 Binocular microscop met verschillende lichtbronnen en een MRc5 digitale camera. Een aantal fenomenen werden waargenomen die met het blote oog niet of zeer slecht zichtbaar waren:

Beschadiging en reparatie

Één van de twee sieraden (vondstnummer 5787) vertoont een oudtijds beschadiging die naderhand provisorisch is gerepareerd. De schade bestaat aan de buitenkant uit een scheur die ongeveer haaks op de onderrand staat (foto 1). Aan de binnenkant is zichtbaar dat er goud is afgebladderd of afgeschilferd (foto 2). Een deel van het afgebladderde goud is omgevouwen en in de scheur vast komen te zitten (foto 3).

De perforaties zijn duidelijk rond (foto 4). Ze vertonen een duidelijke opstaande braam-achtige rand aan de binnenkant (foto 3). Aan de buitenkant is die veel kleiner. Bij één van de perforaties zijn aan de buitenkant twee deukjes te zien (foto 5). Die kunnen worden geïnterpreteerd als twee niet doorgezette aanzettingen voor doorboring. Waarschijnlijk zijn de doorboringen daarom gemaakt van buitenaf met een priemachtig werktuig – mogelijk van metaal of bot. De weinig opstaande rand aan de binnenkant zou kunnen zijn ontstaan bij het uittrekken van de priem of bij het maken van een ronddraaiende beweging om het gat te vergroten of rond te maken. Beide zijden van de scheur zijn vervolgens iets naar elkaar toegetrokken, en waarschijnlijk daarna bij elkaar gehouden met touw, leer of ander geschikt organisch materiaal. Er zijn geen sporen van verdere slijtage door het gebruik van dergelijk materiaal.

Het afbladderden van het binnenste oppervlak duidt er op dat dit object is gemaakt van verschillende stukjes goud (klompjes?) die koud aan elkaar zijn gehamerd. Als het object gemaakt was uit één stuk – eventueel door meerdere stukken samen te smelten – dan was een breuk die zoals hier parallel aan het oppervlak loopt zeer onwaarschijnlijk geweest.

Versiering

Het oppervlak van het sieraad is versierd met een serie afgeronde lage deels parallelle richels (foto 6 en 7). Deze blijken gemaakt te zijn door aan de binnenkant groeven te trekken met een dun of puntig werktuig. De zo ontstane groeven aan de binnenkant zijn scherp, en vertonen een lijnenpatroon als gevolg van het ingraveren (foto 8 en 10). Het

is niet duidelijk wat voor werktuig hiervoor gebruikt is. Priemachtige stukken van metaal, bot of vuursteen liggen het meest voor de hand. Een kleine beschadiging in de rand in foto 10 zou mogelijk een afdruk van de punt van dit werktuig kunnen zijn. Om hieruit af te leiden dat het om een vuurstenen werktuig gaat is waarschijnlijk echter te speculatief.

Op één locatie lijkt op het oppervlak een dwarsrichel zichtbaar (foto 11). Omdat een corresponderende groef aan de binnenkant ontbreekt, is het echter waarschijnlijk dat die is ontstaan doordat het sieraad gevouwen is geweest.

Oppervlak

Het oppervlak vertoont een dicht netwerk van krasjes, die waarschijnlijk tijdens het dragen zijn ontstaan (foto 12 tot en met 14; ook zichtbaar op de andere foto's). Deze komen zowel aan de binnenkant als aan de buitenkant voor. Goud dat zo puur is zoals bij dit voorwerp het geval is, is zeer zacht en kan door contact met allerlei materialen bekrast zijn geraakt. Afwezigheid van gladde stukken – die zouden ontstaan door langdurig contact met textiel of huid – zijn niet gevonden. Dat komt overeen met het veronderstelde gebruik als haarversiering. Opvallend is dat op de oppervlaktes paren van parallelle krasjes voorkomen (foto 12 en 13). Er is nog geen bevredigende verklaring voor de oorsprong daarvan.

Conclusies

De samenstelling van de sieraden komt overeen met andere sieraden uit dezelfde periode. Waarschijnlijk zijn de gouden plaatjes, waaruit de sieraden zijn gemaakt, oorspronkelijk gevormd door verschillende stukken goud koud aan elkaar te hameren. De versieringen zijn gemaakt door aan de binnenkant groeven te trekken met een scherp instrument. Tijdens het gebruik zijn krasjes ontstaan op het oppervlak van de sieraden.

Één van de twee sieraden is gescheurd. Deze scheur is hersteld door met een priemachtig stuk gereedschap twee gaatjes te prikken aan weerszijden van de breuk en de twee helften bij elkaar te trekken, met bijvoorbeeld touw of leer.

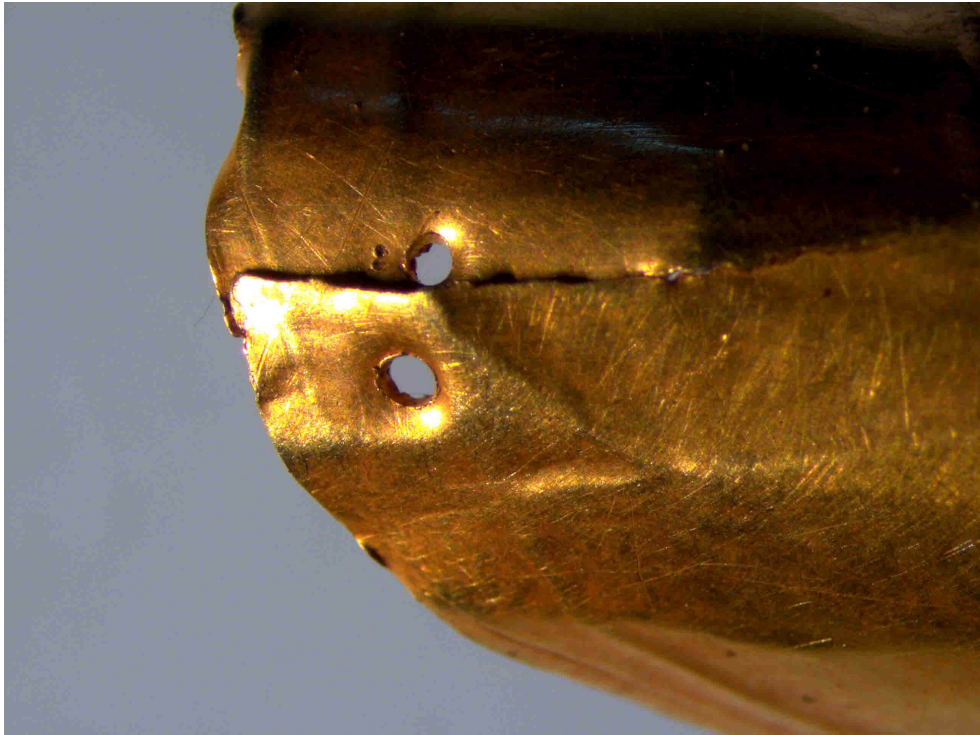


Foto 1: Eelde, Grootte Veen. Scheur aan de buitenkant. Aan weerszijden van de scheur zijn de perforaties zichtbaar waarmee het object provisorisch is gerepareerd.

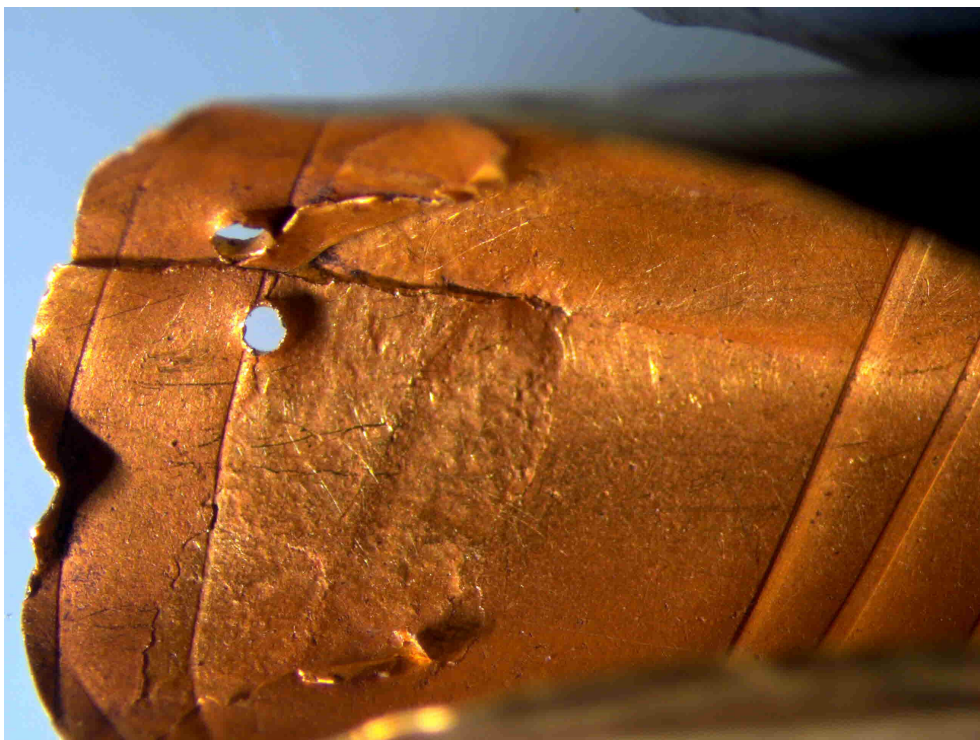


Foto 2: Eelde, Grootte Veen. Schade aan de binnenkant van het sieraad. Een deel van het oppervlak is afgeschilferd. Een deel is verdwenen, een ander deel omgevouwen.



Foto 3: Eelde, Grootte Veen. Als foto 2; detail. De omgevouwen rand is gevangen in de scheur. Duidelijk zijn de opstaande randen te zien bij de perforatie.

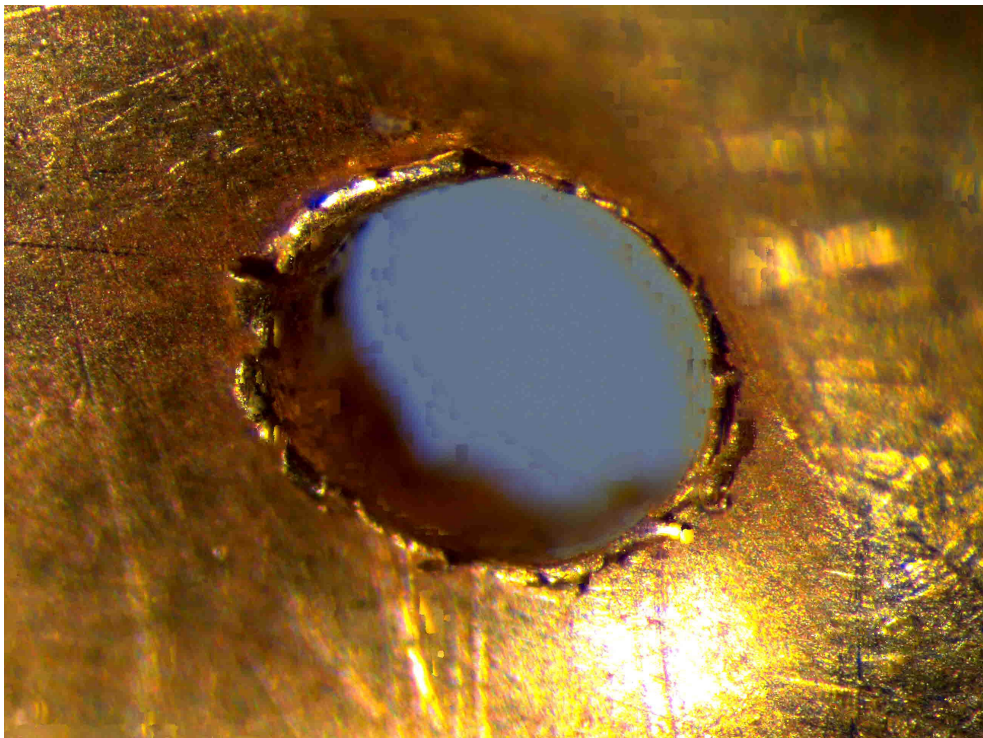


Foto 4: Eelde, Grootte Veen. Buitenkant; perforatie aan de buitenkant. Er is weliswaar een opstaande rand te zien, maar die is kleiner dan de rand aan de binnenkant (vergelijk foto 3).

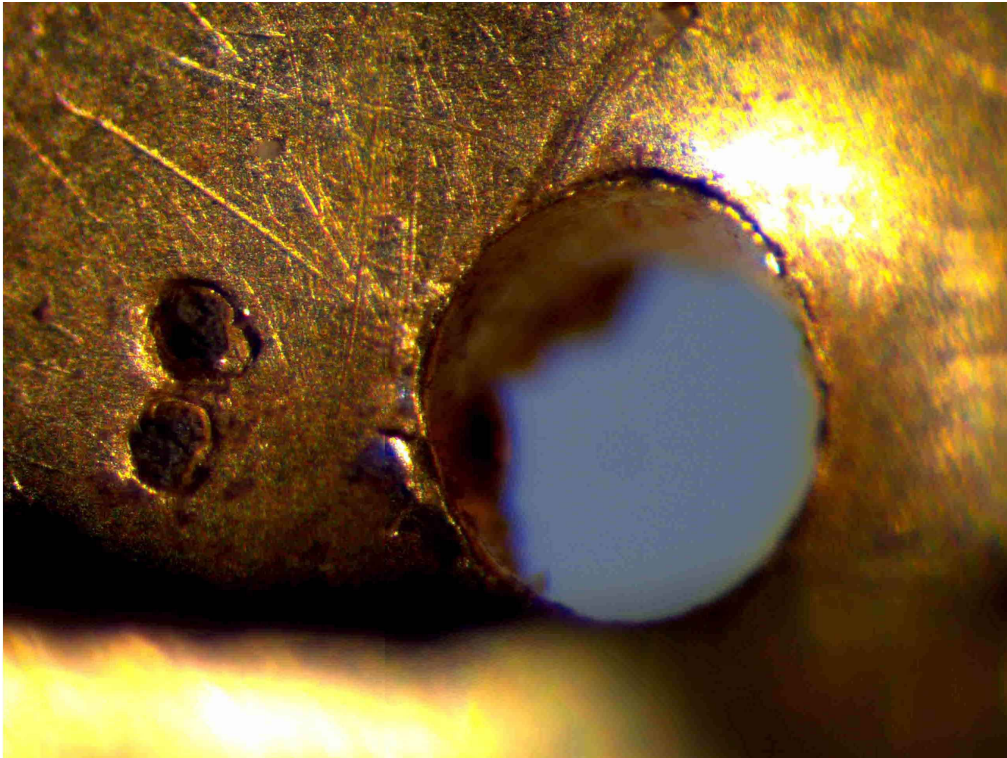


Foto 5: Eelde, Grootte Veen. Buitenkant; perforatie met twee niet doorgezette aanzetten. De aanzetten en de verschillen in randen duiden er op dat de perforatie vanaf buiten is gemaakt, door er een priemachtig werktuig doorheen te steken.



Foto 6: Eelde, Grootte Veen. Versiering met lage afgeronde richels aan de buitenkant.



Foto 7: Eelde, Grote Veen. Versiering met lage afgeronde richels aan de buitenkant.

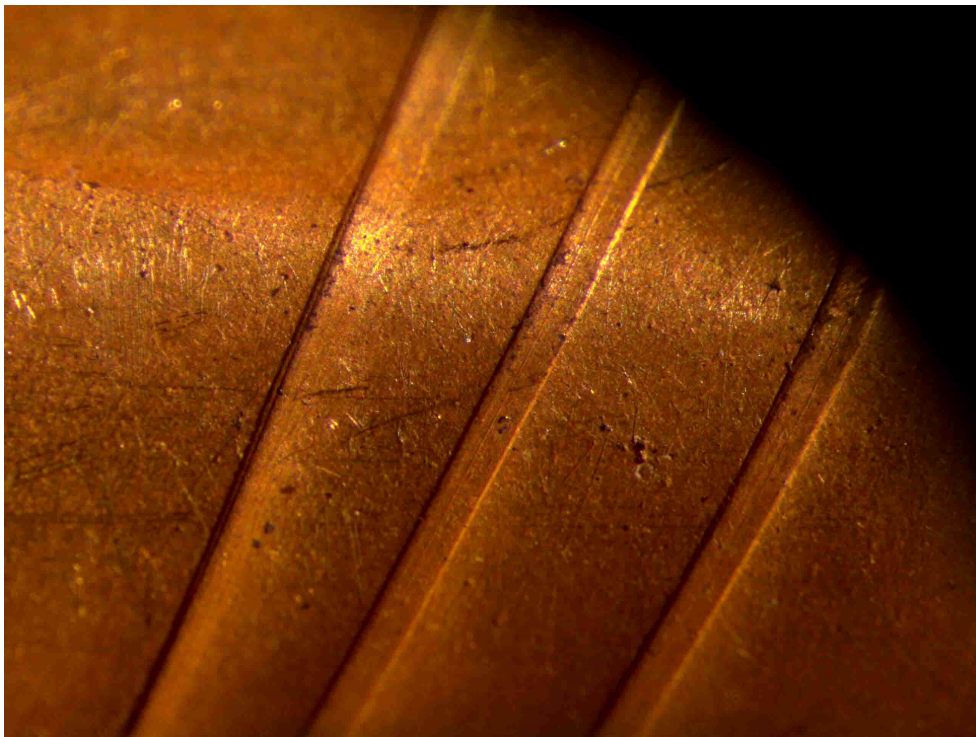


Foto 8: Eelde, Grote Veen. Serie van drie groeven aan de binnenzijde, corresponderend met richels aan de buitenkant.

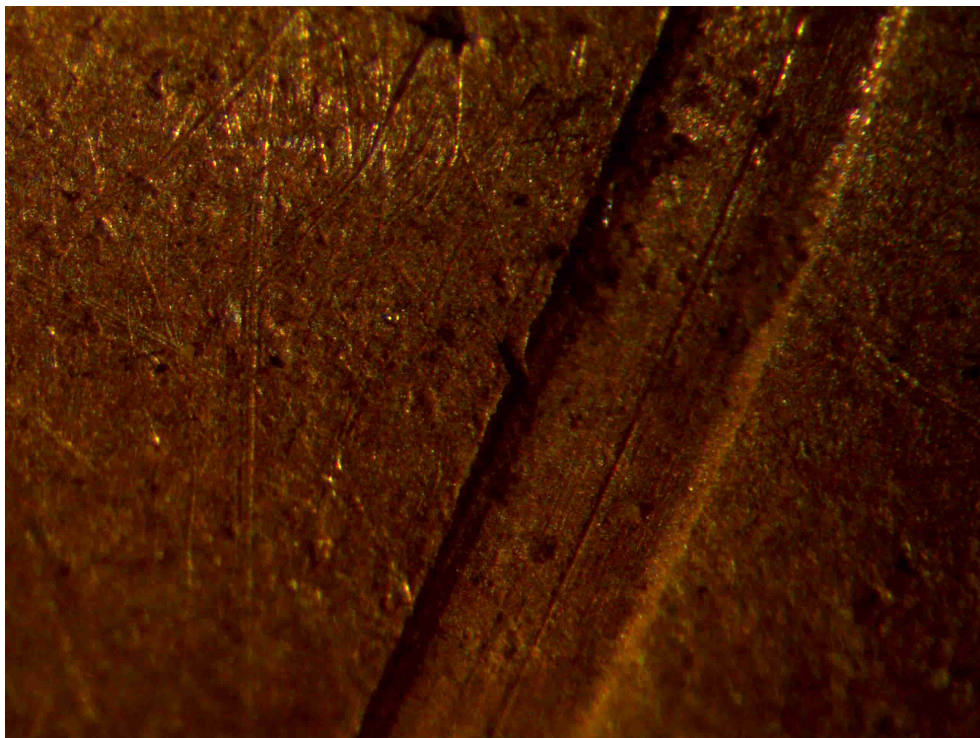
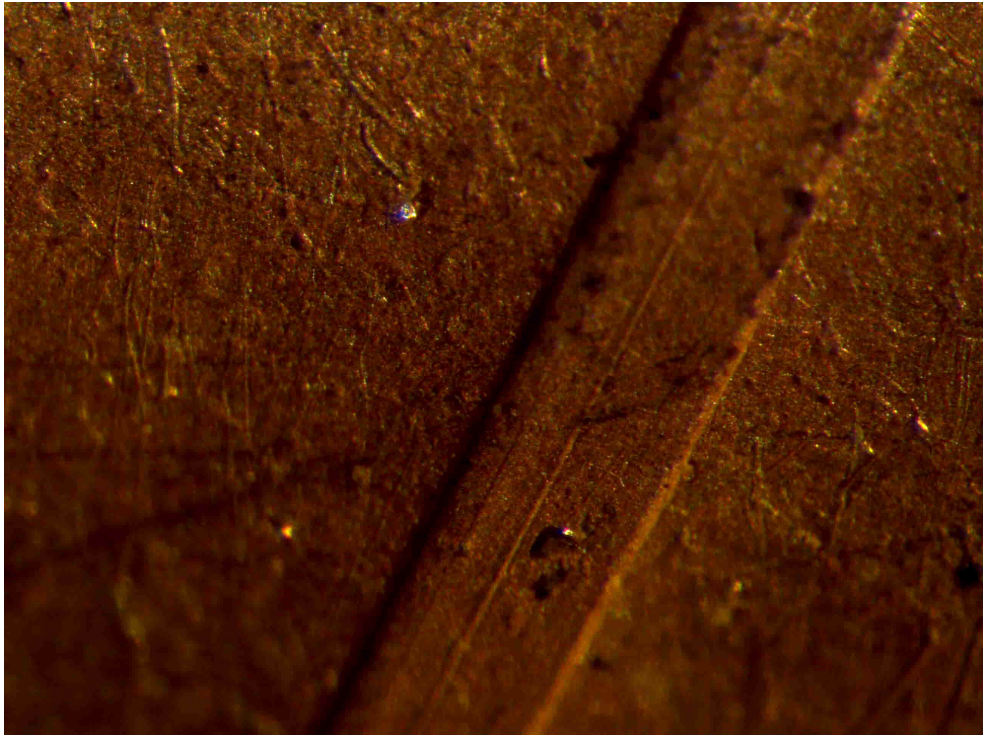


Foto 9 en 10: Eelde, Grootte Veen. Details van groeven aan de binnenzijde. In foto 10 is één van de opstaande randen van de groef beschadigd. Wellicht is dit een afdruk van de punt van het gebruikte werktuig.

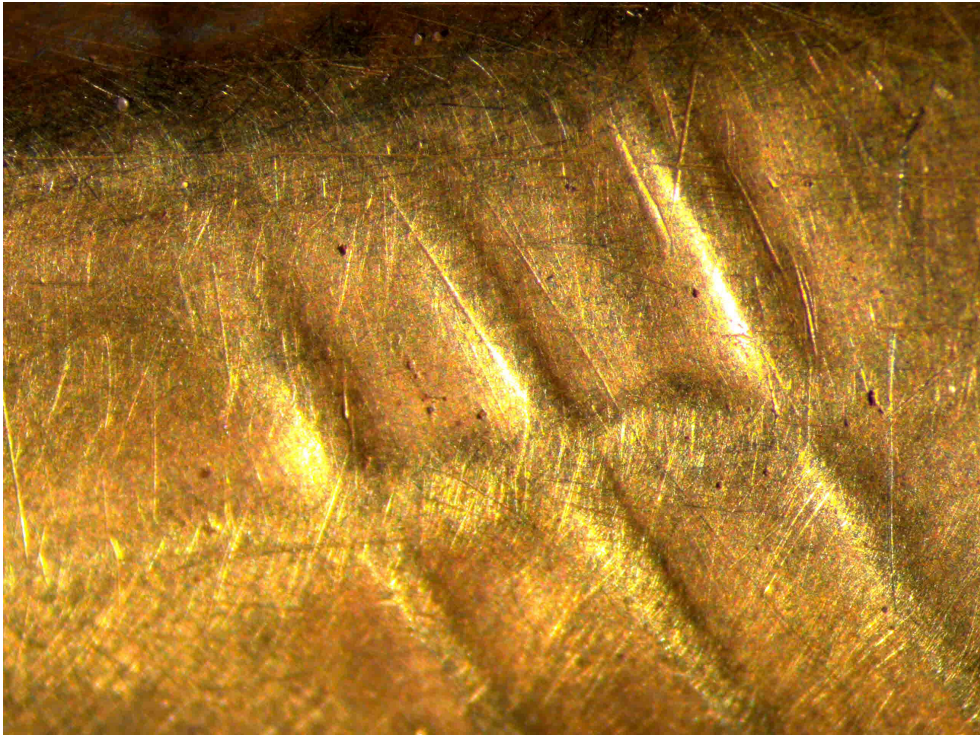


Foto 11: Eelde, Grootte Veen. Drie richels aan de buitenkant met schijnbare kruisende richel. Omdat een corresponderende groef aan de binnenkant ontbreekt, is deze waarschijnlijk ontstaan doordat het sieraad gevouwen is geweest.

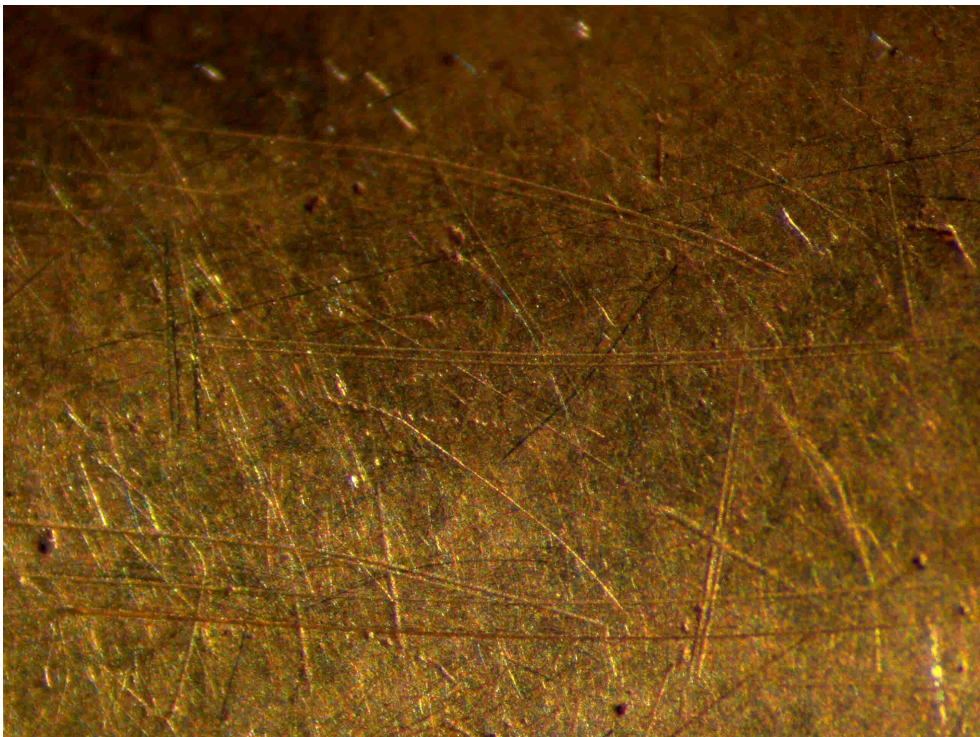


Foto 12: Eelde, Grootte Veen. Krassen op het oppervlak aan de buitenkant. Opvallend zijn de krassen die in paren parallel aan elkaar lopen.

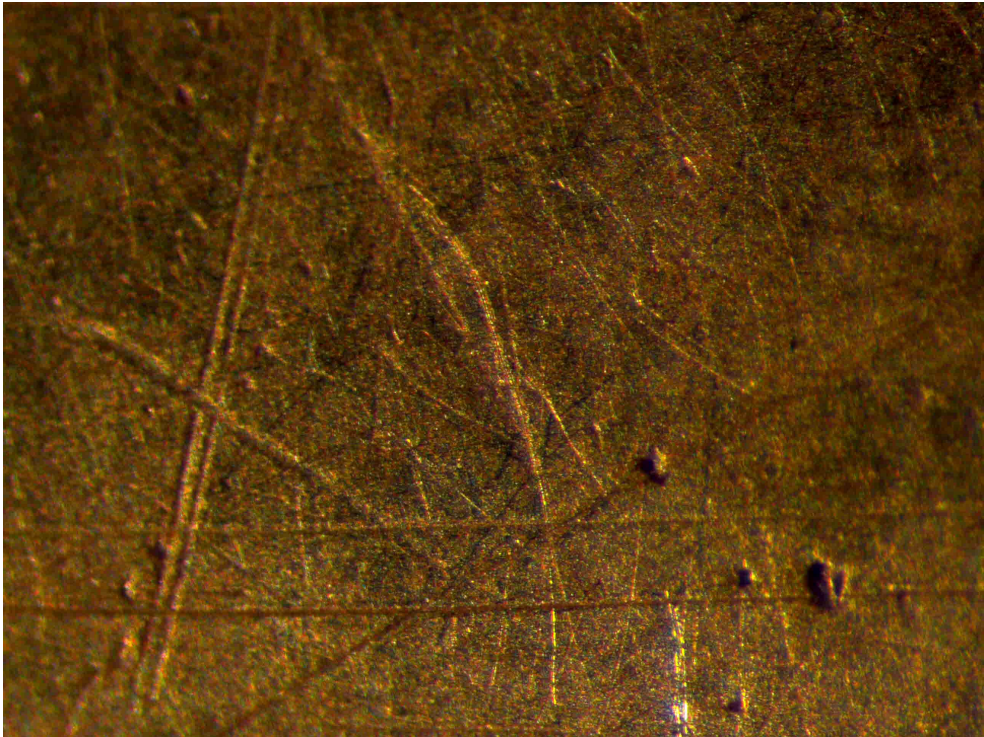


Foto 13: Eelde, Grootte Veen. Detail van foto 12.

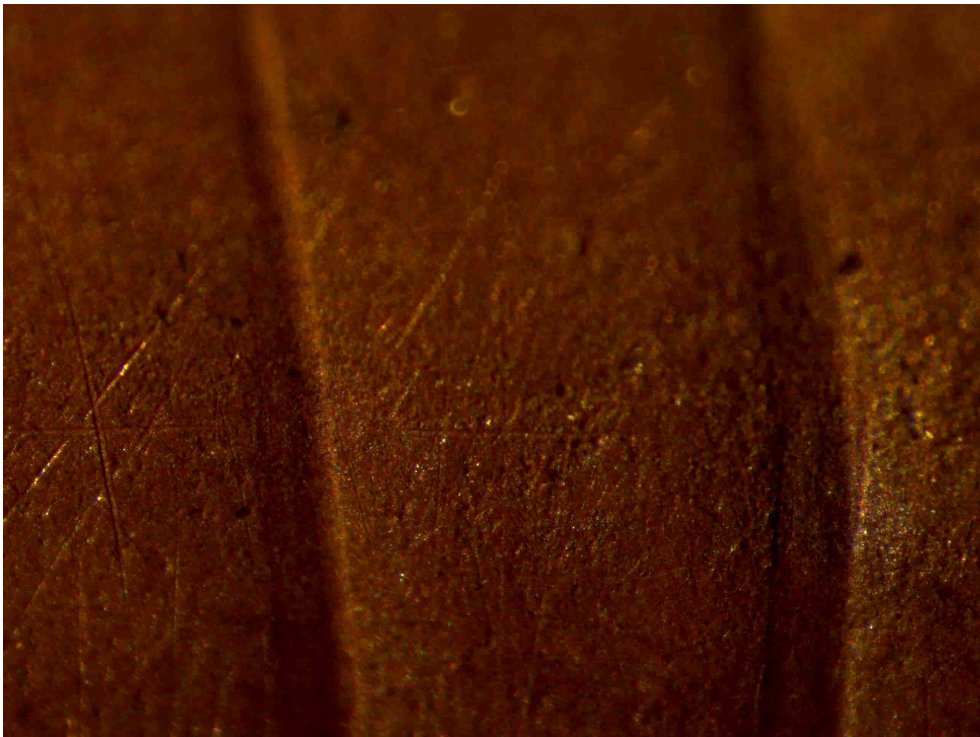


Foto 14: Eelde, Grootte Veen. Krassen op het oppervlak aan de binnenkant.

Appendix 7.6. Eelde, Groote Veen. Compte rendu de l'observation au MEB des objets en or du site de Eelde.

(M. Blet-Lemarquand)



Institut de Recherches sur les ArchéoMATériaux – Centre Ernest-Babelon

Jeudi 25 octobre 2012

Objets étudiés

Deux pendentifs en corbeille en or datés de la culture campaniforme découvert à Eelde (lieu-dit : Groote Veen ; commune : Eelde ; Pays-Bas)

Remarques d'ordre général

- Les observations ont été réalisées au moyen d'un microscope électronique à balayage (MEB) *Philips XL 40* et les microanalyses X associées avec un système EDX *Oxford*.
- Avant l'étude, les objets ont été nettoyés à l'éthanol dans une cuve à ultra-sons.

Résultats

Les deux pendentifs ont été numérotés comme suit (Tableau 1).

Référence	Masse (g)
5787	2,36
5727	2,21

Tableau 1. Présentation des deux objets

Le tableau ci-après présente les clichés MEB (Tableau 2).

Objet	Nom de l'image	Description	N° planche
5727	5727_01	Surface lisse	2
	5727_02	Surface lisse	3
	5727_03	Surface lisse	2
	5727_04	Surface lisse	3
5787	5787_01	Les deux perforations vues de la face interne	1
	5787_02	Détail de l'une des deux perforations	1
	5787_03	Etat de surface de la face interne	3
	5787_04	Détail de l'image_03 avec fissure	3
	5787_05	Etat de surface de la face interne	6
	5787_06	Face interne	7
	5787_07	Détail de l'image_06 avec au centre un trait du décor	7
	5787_08	Cratère d'ablation réalisé lors de l'analyse par LA-ICP-MS	9
	5787_09	Face lisse : la tige	4
	5787_10	Détail de l'image_09	6
	5787_11	Détail face interne : creux arrondi	8

Tableau 2. Présentation des images réalisées sur les deux pendentifs

Analyse élémentaire

Une microanalyse a été réalisée par EDX. Les seuls éléments qui ont été détectés sont l'or et l'argent ; la composition de la surface de la tôle figure dans le Tableau 3 (épaisseur analysée estimée à 1 micromètre).

Ag%	Au%
1,7	98,3

Tableau 3. Résultat d'une analyse EDX de la face lisse de 5787

Les perforations

L'objet n° 5787 a été perforés à deux reprises à partir de la face externe lisse, comme en témoignent les clichés (pl. 1).

Topographie des deux faces

Les objets présentent un aspect très différent d'une face à l'autre.

La face externe est lisse, le microrelief visible au MEB provient de multiples rayures en tous sens (pl. 2, 3 et 4 avec images à différents grossissements réalisées sur les deux objets). Les deux bandes diagonales visibles sur 5727_03 (pl. 2) correspondent au décor.

Au contraire, la face interne est rugueuse. Cette caractéristique est visible à faible et plus fort grossissement (pl. 5 avec fissure de la tôle) et correspond à des microporosités (pl. 5 et 6). Ces trous sont plus étendus sur l'envers du décor fait de bandes (pl. 7).

B. Armbruster suggère que l'état de surface de la face interne résulte du contact de la tôle avec une enclume en pierre, les porosités auraient été provoquées par des inclusions minérales. La face rugueuse de 5787 a été examinée avec attention au MEB, sur une surface

d'environ 3 cm par 0,5 cm, pour mettre en évidence de telles inclusions qui seraient restées enfoncées dans la tôle d'or. Aucun minéral n'a été mis en évidence. La planche 8 présente une porosité plus grande que les autres dont les contours sont arrondis.

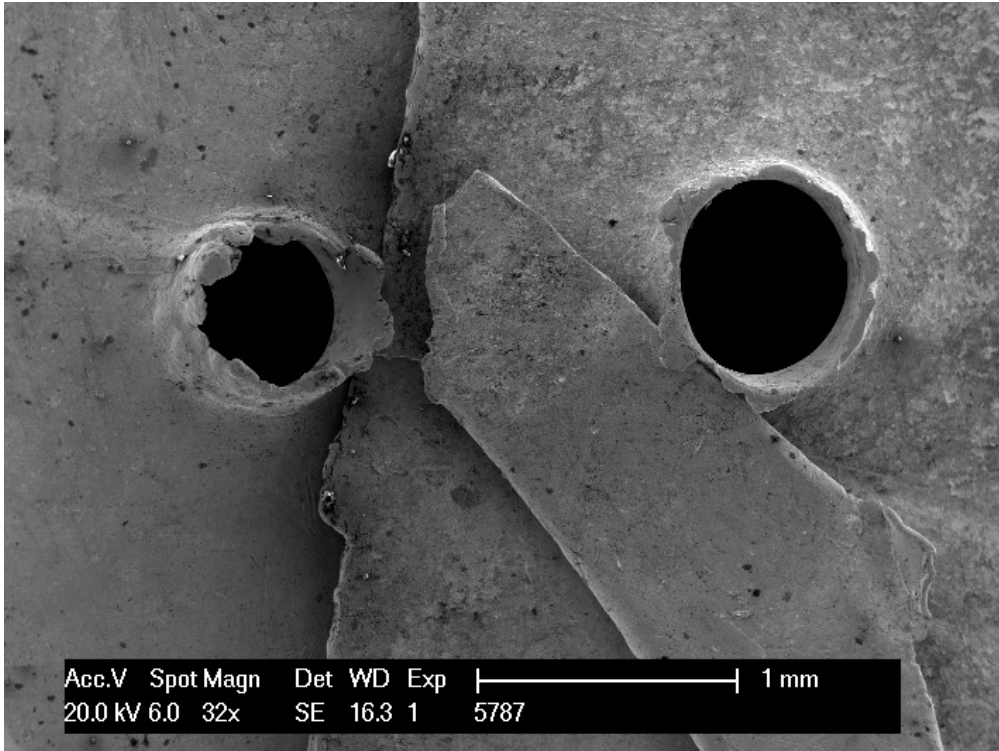
Cratère laissé par l'analyse par La-ICP-MS

La planche 9 montre un cratère d'ablation réalisé pour l'analyse par LA-ICP-MS ; le diamètre est de l'ordre de 100 micromètres.

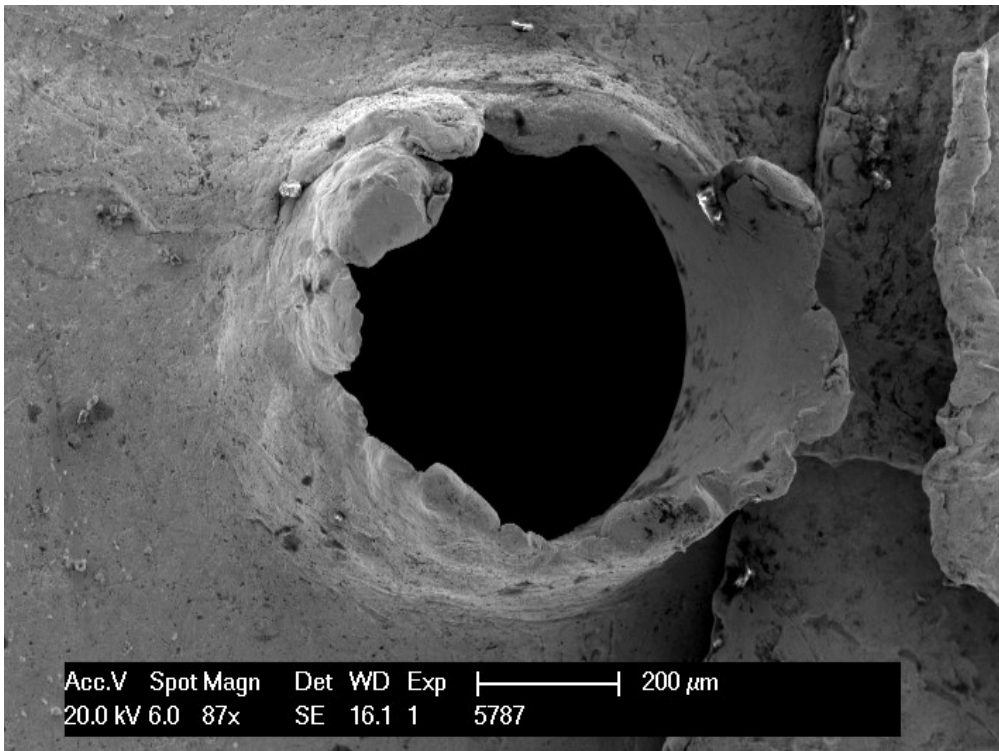
Maryse Blet-Lemarquand
lemarquand@cnrs-orleans.fr

PLANCHE 1

Les deux perforations de 5787, vues de l'intérieur

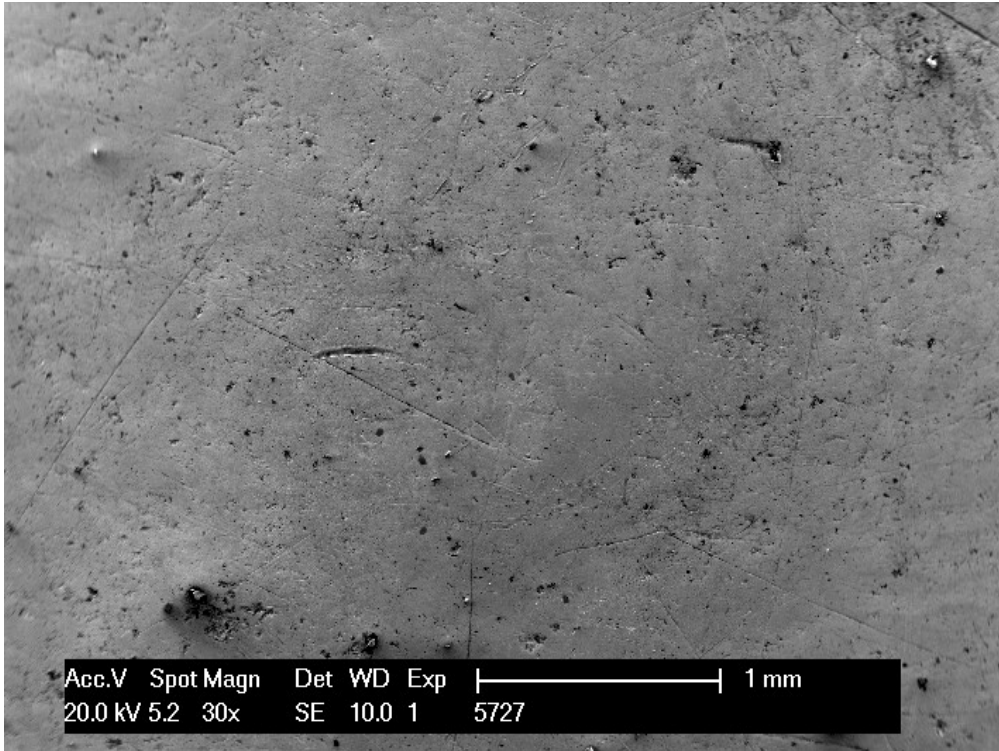


5787_01

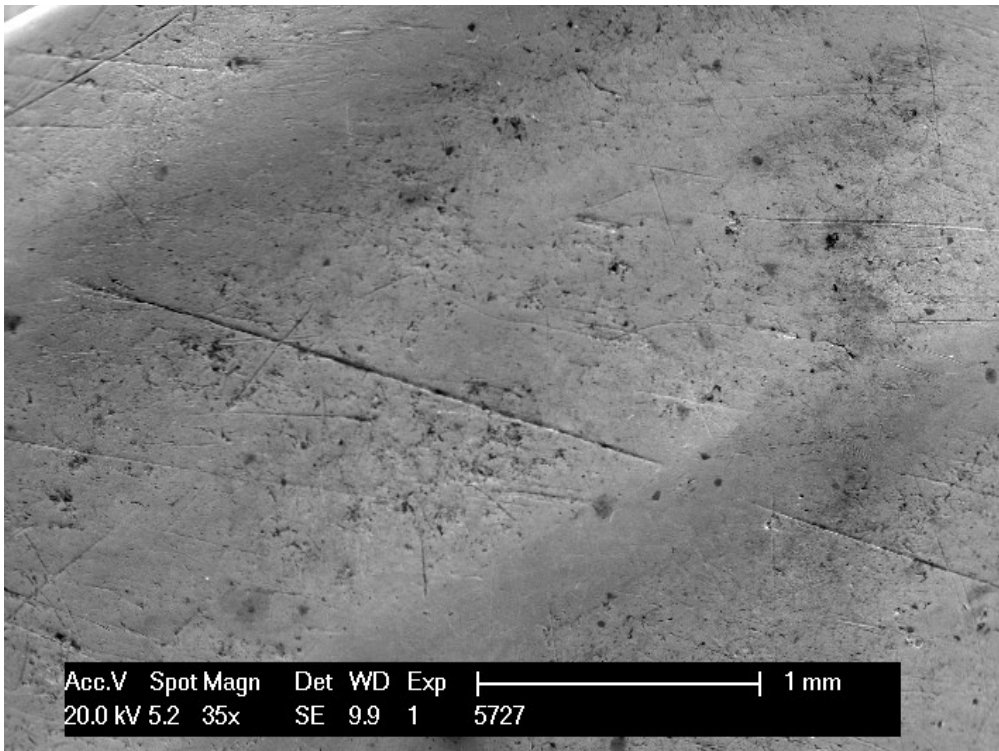


5787_02, détail de 5787_01

PLANCHE 2
Face externe lisse de 5727

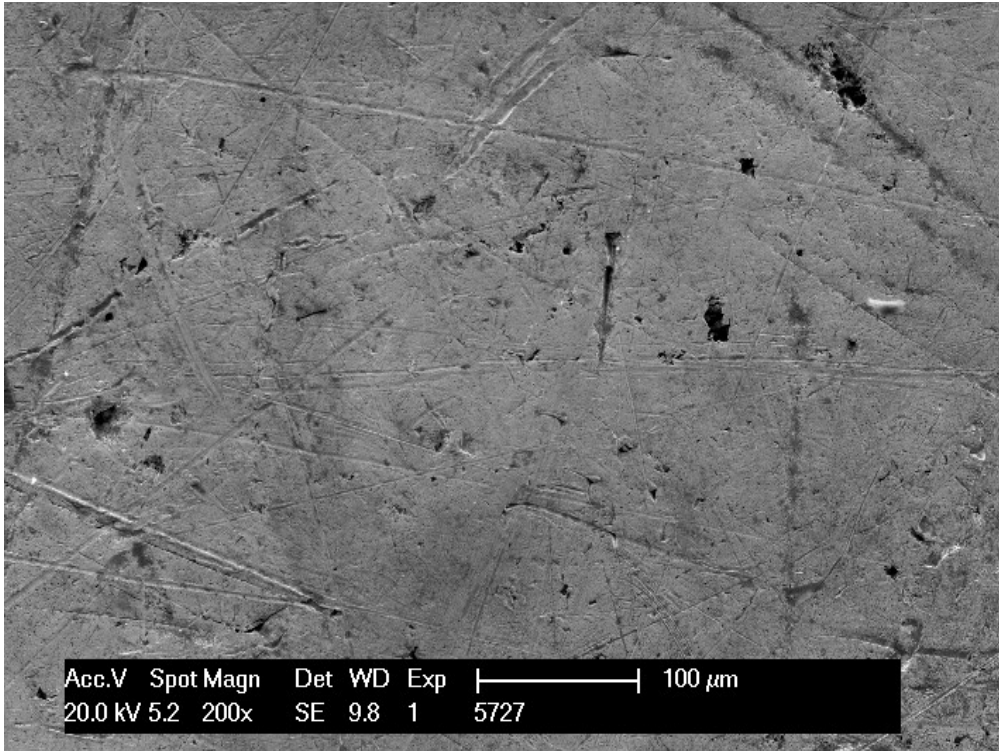


5727_01

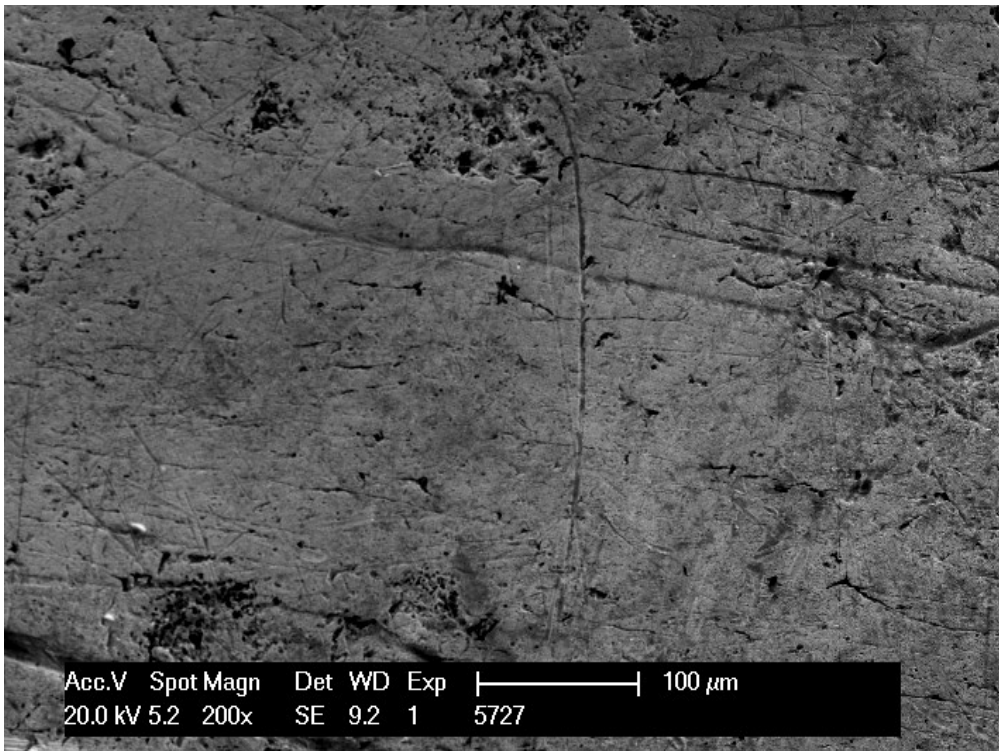


5727_03

PLANCHE 3
Face externe lisse de 5727



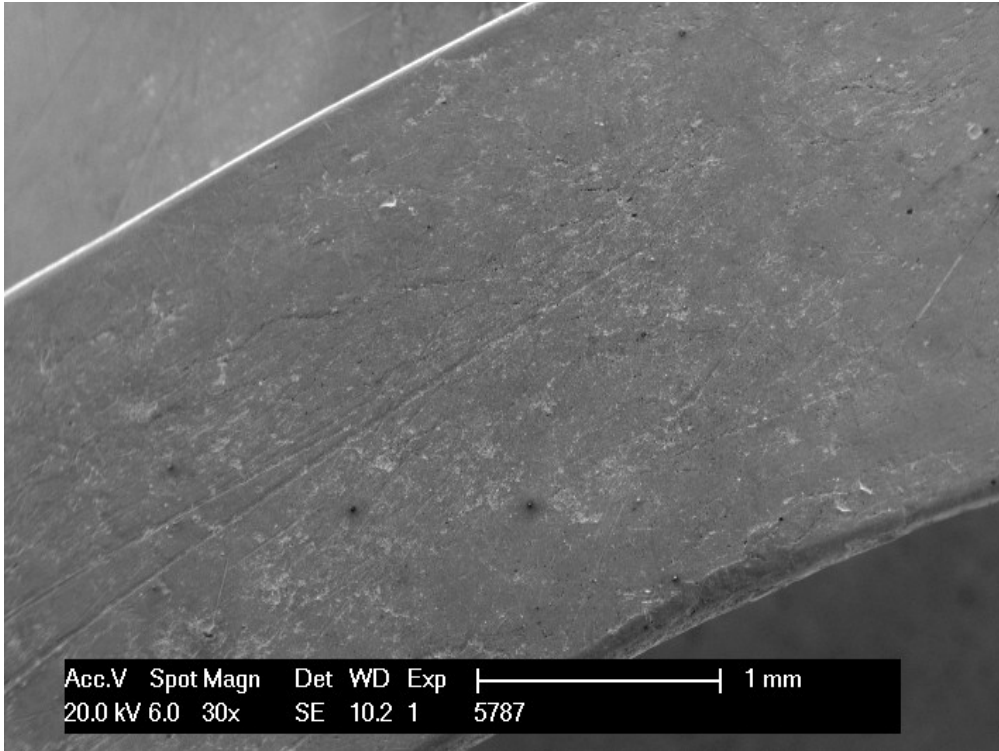
5727_02



5727_04

PLANCHE 4

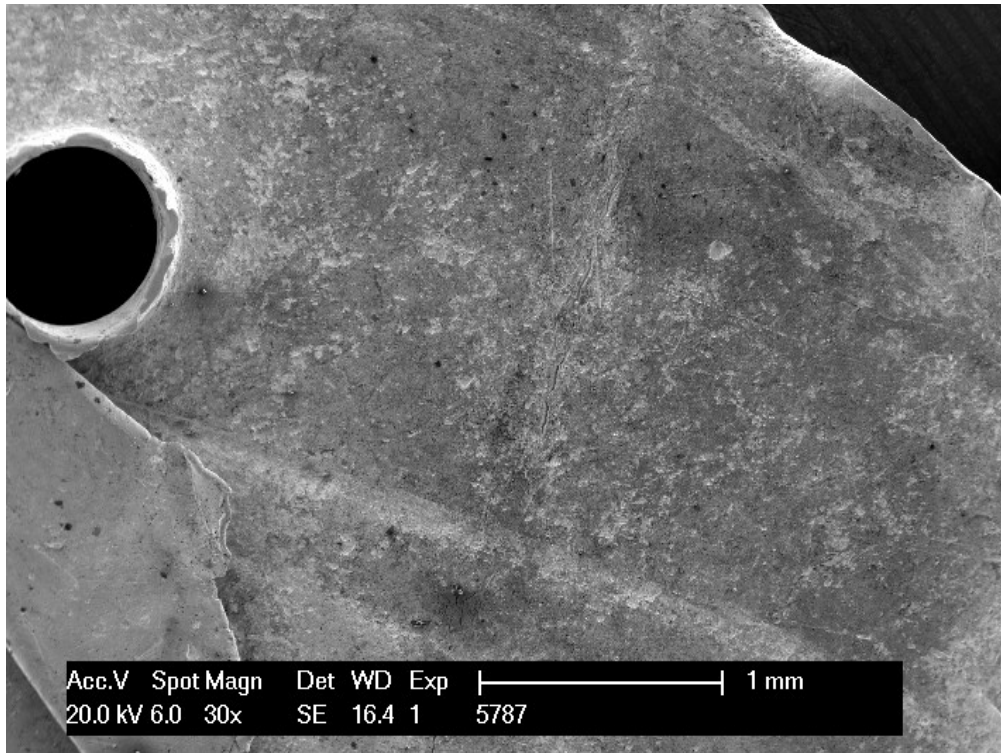
Face externe lisse de la tige de 5787



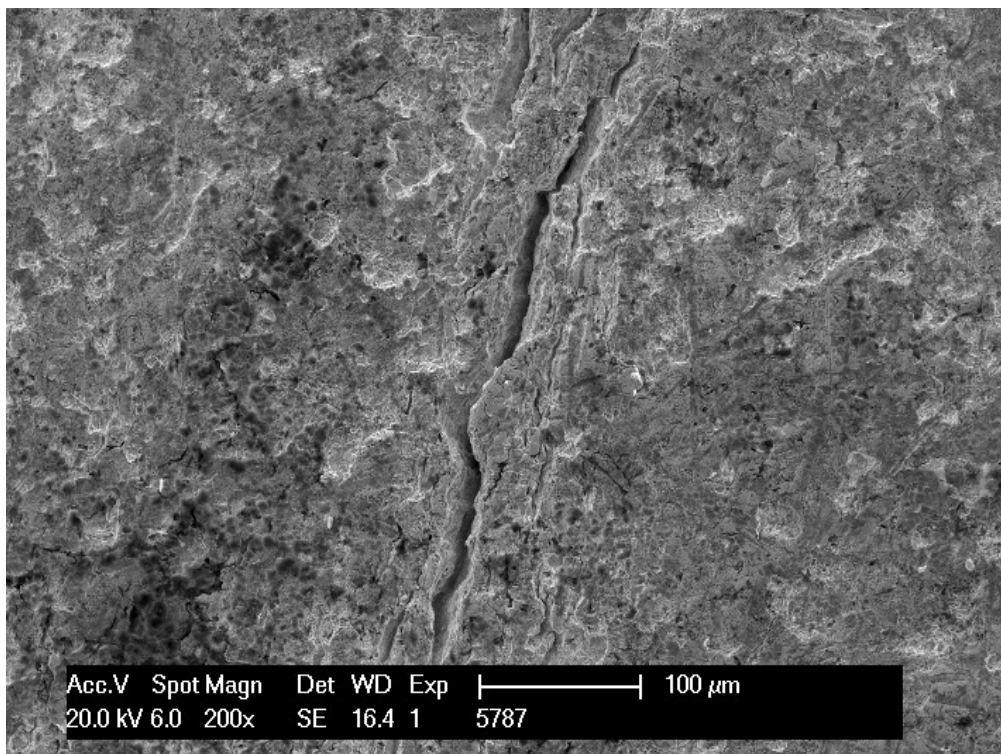
5787_09

PLANCHE 5

Face interne rugueuse de 5787

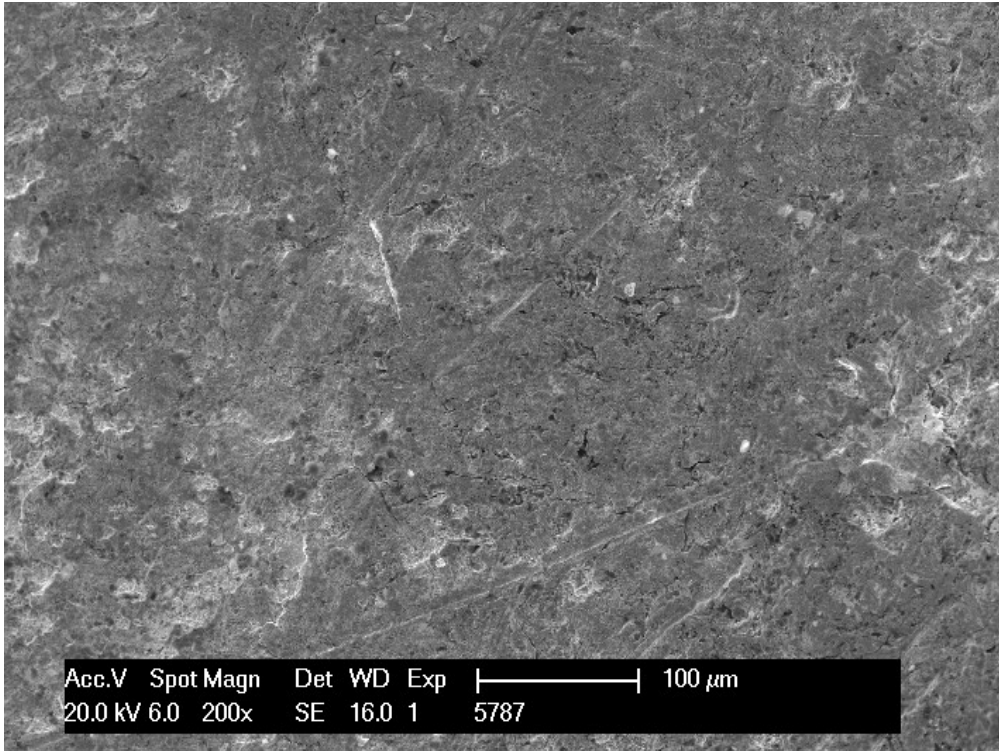


5787_03

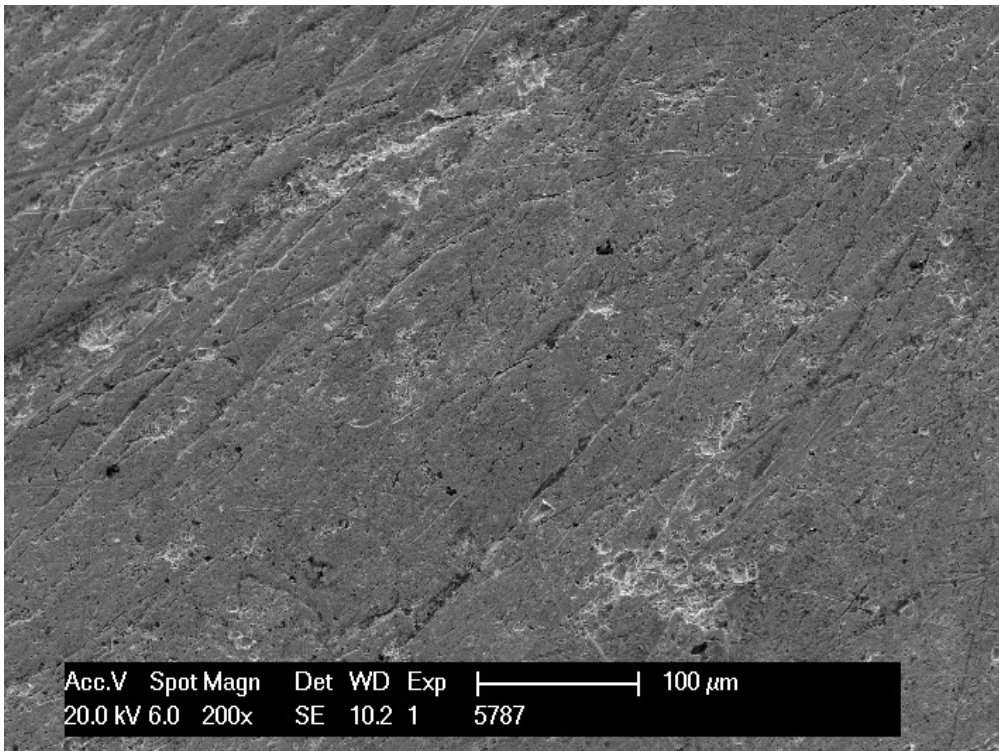


5787_04, détail de 5787_03

PLANCHE 6
Face interne rugueuse de 5787

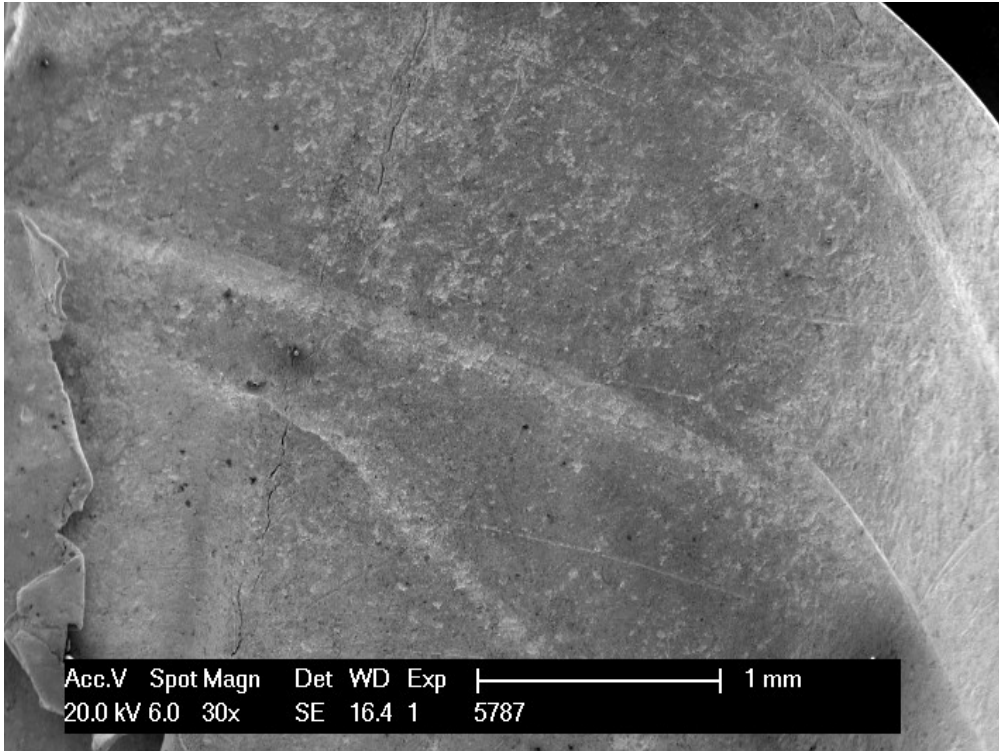


5787_05

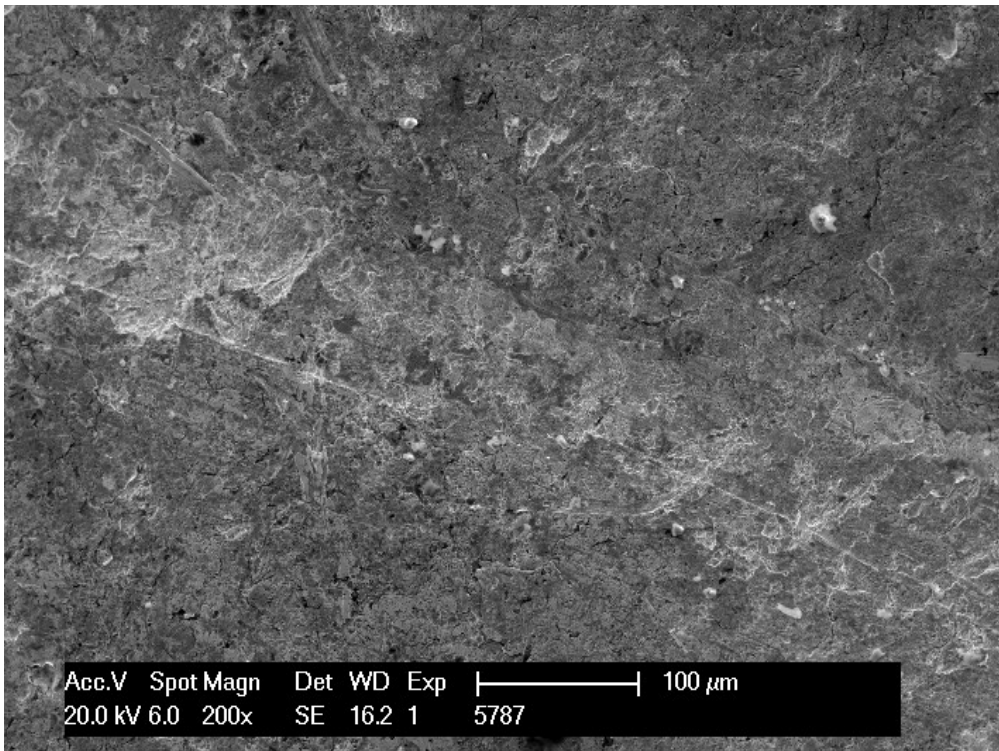


5787_10

PLANCHE 7
Face interne rugueuse de 5787

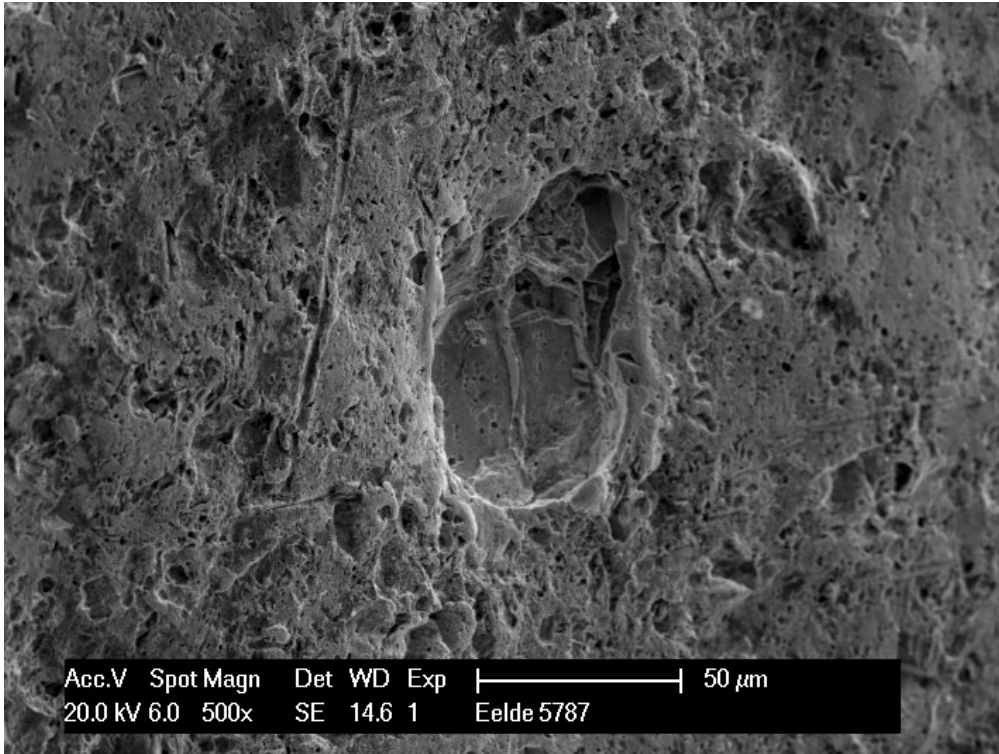


5787_06



5787_07, détail de 5787_6

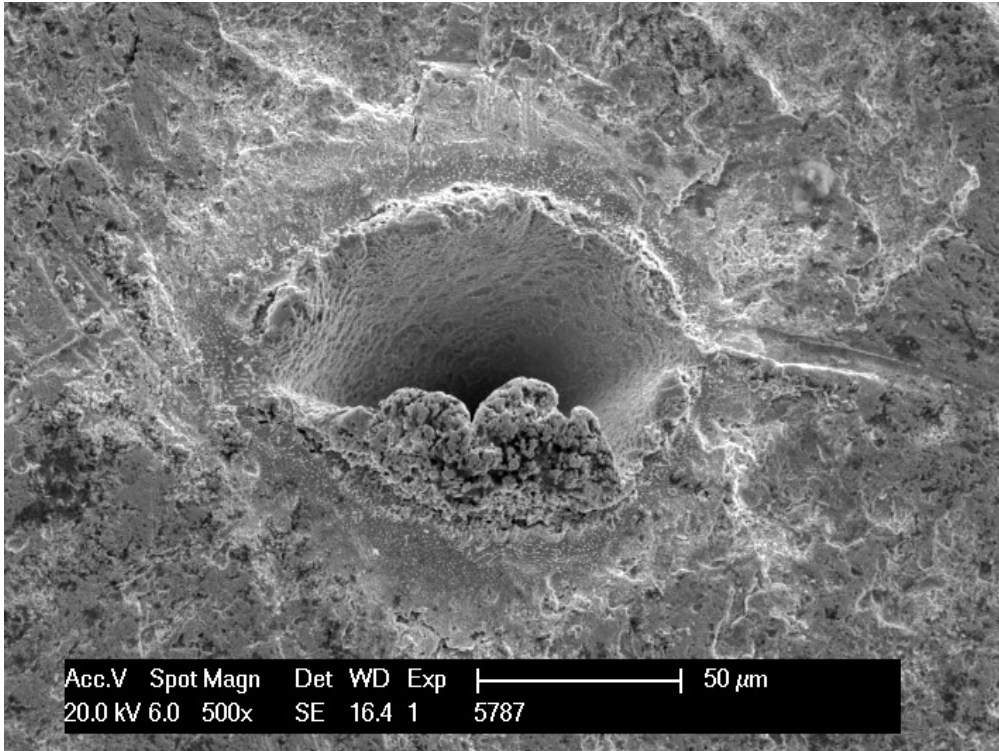
PLANCHE 8
Face interne rugueuse de 5787



5787_11

PLANCHE 9

Un cratère d'ablation réalisé sur 5787 pour l'analyse par LA-ICP-MS

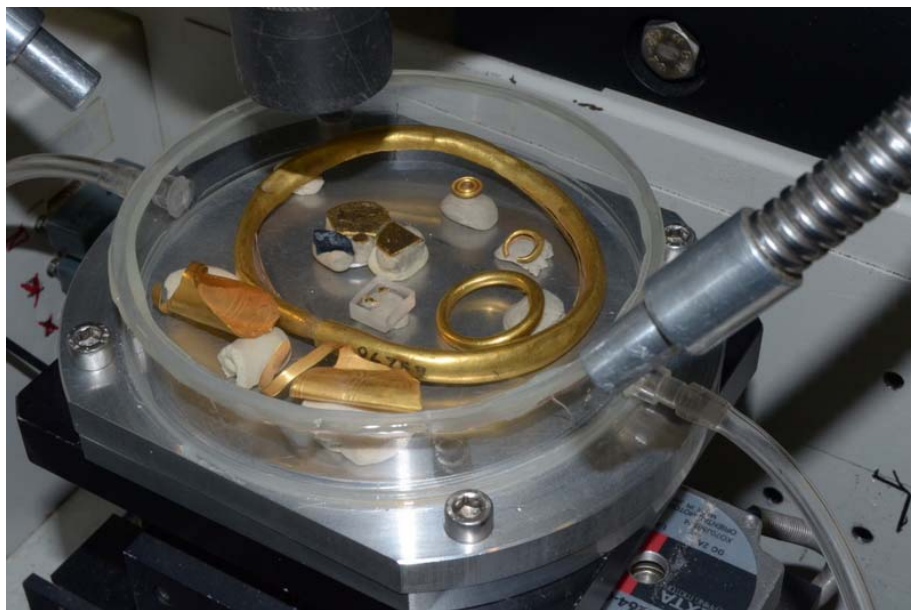


5787_08

Appendix 7.6. Etude des petits objets en or de Eelde - Groote Veen (Pays-Bas)



irAmat CEB



Bernard GRATUZE

IRAMAT, Institut de Recherche sur les Archéomatériaux, Centre Ernest Babelon,
UMR 5060 CNRS/Université d'Orléans,
3D rue de la Férollerie, F-45071 Orléans cedex 2
Tél : 02 38 25 52 70; Fax : 02 38 25 76 88
e-mail : gratuze@cnrs-orleans.fr

La composition de deux objets en tôle d'or provenant du site hollandais de Eelde - Groote Veen (n°5287 et 5787) a été déterminée par spectrométrie de masse couplée à l'ablation laser.

La méthode d'analyse

L'analyse élémentaire de la composition des objets a été réalisée au Centre de Recherche Ernest-Babelon (IRAMAT, UMR 5060 CNRS/Université d'Orléans), par spectrométrie de masse à plasma avec micro-prélèvements par ablation laser (LA- ICP-MS) à l'aide d'un spectromètre Element XR de Thermofisher Instruments. Il s'agit d'une méthode d'analyse multi-élémentaire séquentielle à la fois qualitative et quantitative, qui permet de doser les trois principaux éléments constitutifs des alliages à base d'or (or, argent, cuivre), ainsi que la plupart des impuretés naturellement présentes dans ces métaux, soient 18 éléments, jusqu'à l'échelle de la partie par million (ppm).

Les objets étudiés sont placés à l'intérieur d'une cellule en quartz et aluminium traversée par un flux d'argon. Un micro-prélèvement, invisible à l'œil nu, est effectué par un rayon laser (Nd YAG quadruplé à 266 nm). Le diamètre de l'impact est compris entre 0,02 et 0,08 mm, sa profondeur dépend de la durée de l'ablation et peut atteindre 1 mm. Cette durée est en fait adaptée au matériau étudié, et vise à atteindre une zone de composition stable à l'intérieur de l'objet. Dans le cas des objets de Eelde - Goote Veen, la durée d'ablation pratiquée, 200 secondes, correspond à une profondeur d'analyse comprise entre 0,3 et 0,5 mm. La matière prélevée (quelques microgrammes) est ensuite transportée par le flux d'argon vers une torche à plasma (environ 8000°C) où elle est dissociée et ionisée. Les différents constituants sont identifiés selon leur masse grâce à un secteur magnétique couplé à un secteur électrostatique, puis quantifiés par un détecteur de type channeltron associé à une cage de Faraday. Un système informatique récupère les données et permet le calcul de la composition.

Deux micro-prélèvements sont réalisés pour chaque analyse. La composition de l'objet analysé est obtenue en utilisant un programme informatique, développé au laboratoire, qui fait appel à une méthode originale de calcul par étalonnage interne. Une adaptation récente de cette méthode permet de calculer la composition de l'objet au fur et à mesure de la pénétration du laser. Cette approche permet à la fois d'obtenir les teneurs des différents éléments de la surface de l'objet, souvent perturbée par des traitements métallurgiques et/ou la corrosion, mais aussi au cœur de celui-ci, zone qui correspond à celle de l'alliage travaillé.

Cette mesure en profil de concentrations concerne tous les éléments, majeurs, mineurs et traces. On peut ainsi vérifier l'homogénéité de l'alliage employé, pour l'ensemble de ses constituants. La précision des mesures varie selon la nature et l'homogénéité des alliages étudiés entre 3 et 5 % relatifs pour les éléments majeurs, et de 5 à 15 % relatifs pour les éléments mineurs et traces.

Résultats

Caractérisation des alliages employés

Les feuilles d'or

Les résultats obtenus mettent en évidence l'emploi d'un alliage binaire (table bg 1 et figure bg1), composé d'environ 89,9% d'or, de 9,9 % d'argent et de 0,15 % de cuivre. Cet alliage correspond à un or natif non purifié (présence naturelle d'argent jusqu'à 50% dans l'or natif) comme semblent l'attester les faibles teneurs en plomb mesurées (7 ppm en moyenne).

Les résultats obtenus sur les deux objets, tant pour les constituants majeurs que pour les éléments traces, sont très proches et l'on peut faire l'hypothèse qu'il sont fabriqués à partir d'un même type d'or.

Tableau bg1 : compositions moyennes de l'alliage mesurées à partir des profils de concentrations pour les feuilles d'or d'Eelde - Goote Veen. Concentration en % massique.

Eelde - Groote Veen	Au	Ag	Cu
5787 a feuille	90,2%	9,6%	0,12%
5787 b tige	89,5%	10,2%	0,23%
5727 a feuille	89,6%	10,2%	0,15%
5727 b tige	90,3%	9,5%	0,22%

Eelde - Groote Veen	Fe	Zn	As	Sn	Sb	Pb
5787 a feuille	0,0106%	0,0013%	0,0002%	0,017%	0,0010%	0,0007%
5787 b tige	0,0098%	0,0014%	0,0003%	0,020%	0,0012%	0,0007%
5727 a feuille	0,0089%	0,0010%	0,0002%	0,011%	0,0007%	0,0004%
5727 b tige	0,0071%	0,0013%	0,0003%	0,018%	0,0014%	0,0009%

Eelde - Groote Veen	Pd	Pt	Bi	Ir
5787 a feuille	0,00023%	0,00045%	0,0001%	0,000035%
5787 b tige	0,00021%	0,00045%	0,0001%	0,000033%
5727 a feuille	0,00025%	0,00046%	0,0001%	0,000035%
5727 b tige	0,00022%	0,00046%	0,0001%	0,000035%

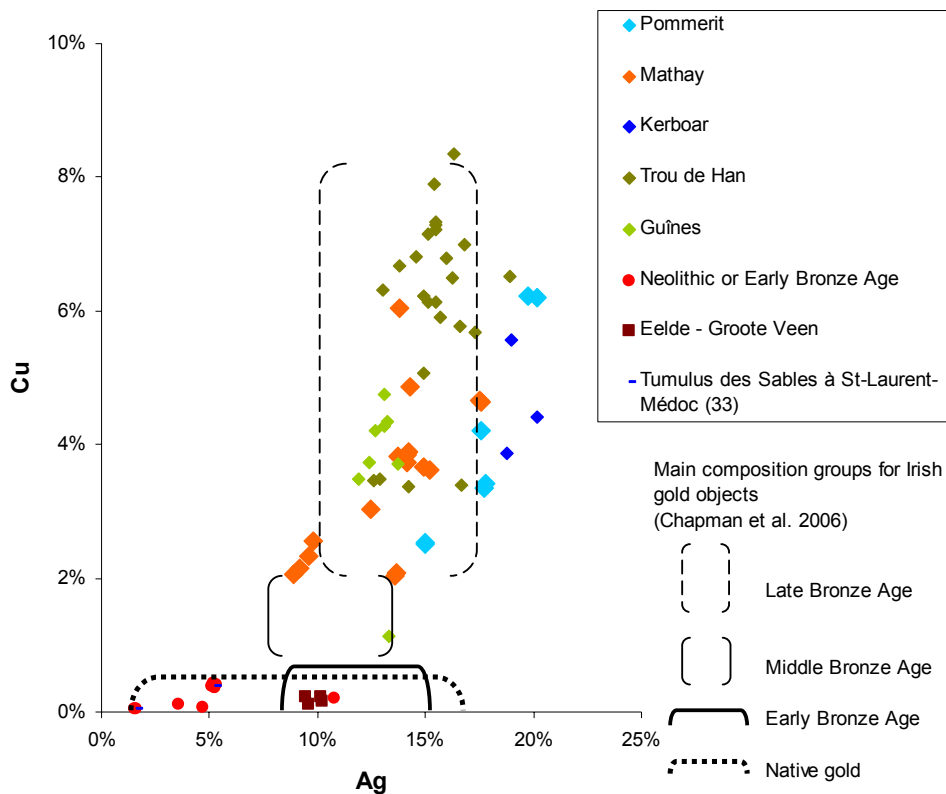


Diagramme binaire argent et cuivre pour différents objets en or du 3^{ème} et 2nd millénaire avant notre ère. Les objets de Eelde - Gootveen correspondent à des ors natifs non alliés.

Très peu d'objets de ce type ont été analysés à ce jour. Les comparaisons sont donc difficiles à effectuer. Deux objets, de typologie très proche, ont été récemment étudiés au laboratoire d'Orléans. Ceux-ci proviennent du Tumulus des Sables, daté du Chalcolithique, à Saint-Laurent-du-Médoc en Gironde. Pour ces périodes, seuls trois autres objets, une perle, un anneau et un fil ont été étudiés. Tous sont fabriqués à partir d'un or natif (alliage naturel d'or et d'argent) non allié. La comparaison des compositions en éléments trace de ces différents ors tend à montrer que les objets de Eelde - Gootveen et ceux du sud de la France semblent avoir été fabriqués à partir d'ors différents.

Les données disponibles sont actuellement trop lacunaires pour envisager d'étudier la circulation de ces objets.

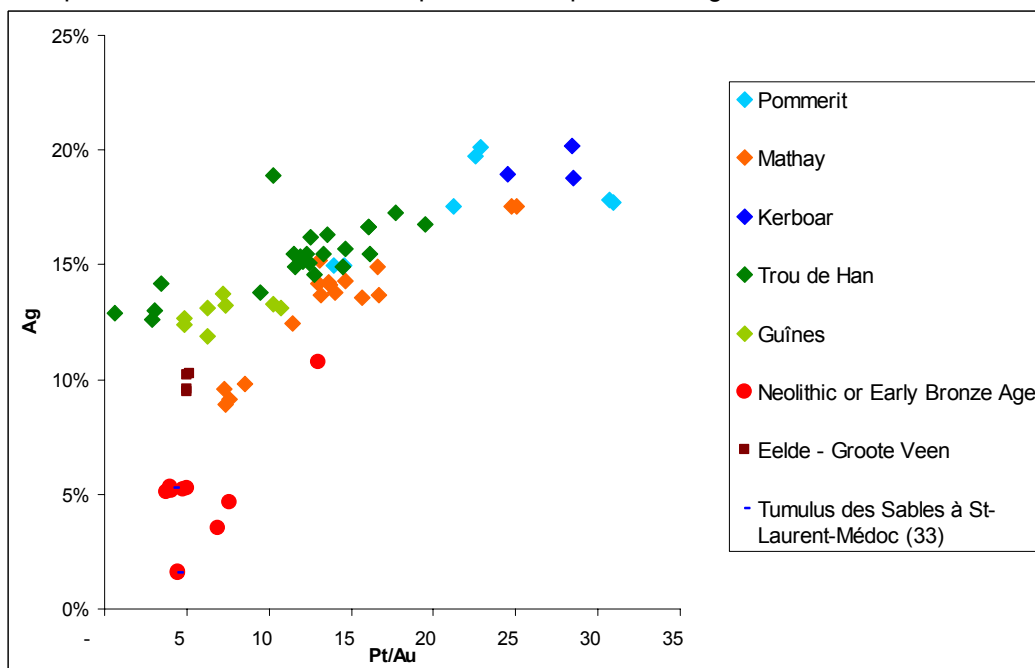


Diagramme binaire argent et Platine/Or pour différents objets en or du 3^{ème} et 2nd millénaire avant notre ère. Les objets de Eelde - Gootveen se distinguent des ors néolithiques et chalcolithiques du sud de la France.

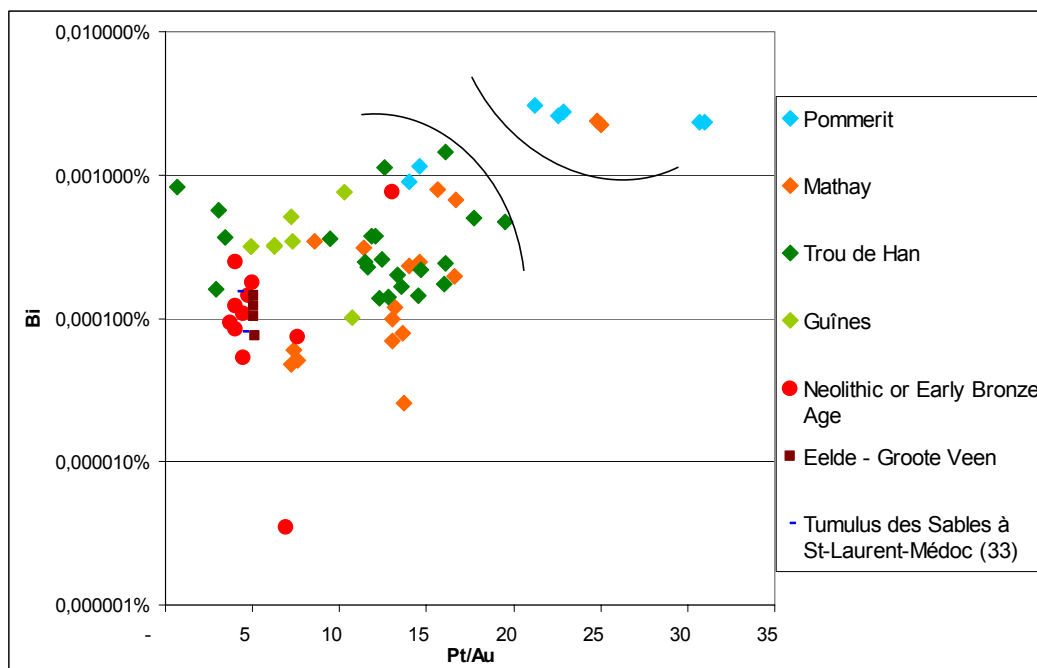


Diagramme binaire bismuth et platine/or pour différents objets en or du 3^{ème} et 2nd millénaire avant notre ère.

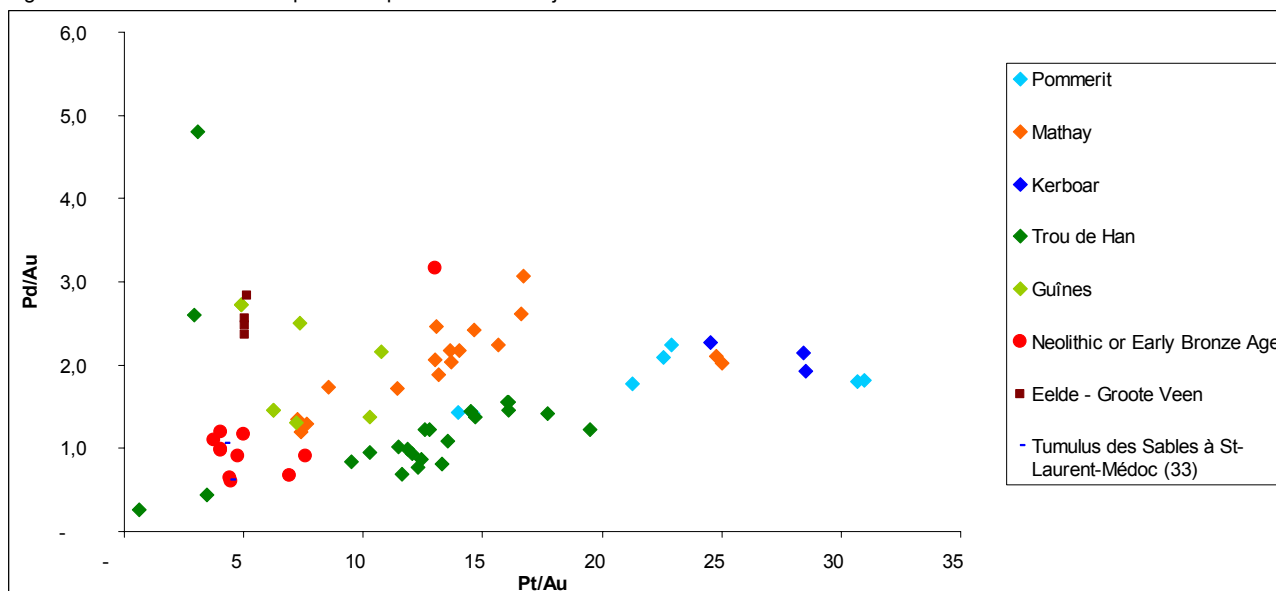


Diagramme binaire palladium/or et platine/or pour différents objets en or du 3^{ème} et 2nd millénaire avant notre ère. Les objets de Eelde - Grootte Veen se distinguent des ors néolithiques et chalcolithiques du sud de la France.

Conclusion

Les feuilles d'or des objets de Eelde - Grootte Veen ont été fabriquées à partir d'un or natif (contenant environ 10% d'argent). L'étude de la composition des éléments traces ne permet pas de distinguer ces deux objets. Ils semblent par contre différents des objets du Sud de la France étudiés à ce jour au laboratoire d'Orléans.

Références

- Ambruster B., Blet-Lemarquand M., Fily M., Gratuze B., Menez Y., 2011, L'ensemble de bracelets en or de Pommerit-Le-Vicomte : une découverte récente dans les Côtes-d'Armor en Bretagne, *Bulletin de l'Association pour la Promotion des Recherches sur l'Age du Bronze (APRAB)*, 8, p.51-55.
- Chapman R.J., Leake R.C., Styles M., 2002, Microchemical Characterisation of Gold as an Exploration Tool, *Gold Bulletin*, 35, 53-65.
- Chapman R.J., Leake R.C., Warner R.A., Cahill M.C., Moles N.R. Shell C.A., Taylor J.J., 2006, Microchemical characterisation of natural gold and artefact gold as a tool for provenancing prehistoric gold artefacts: A case study in Ireland, *Appl Geochem*, 21, 904-918.
- Gratuze B., 1999, Obsidian characterisation by laser ablation ICP-MS and its application to the prehistoric trade in the Mediterranean and the Near East: The sources and distribution of obsidian within the Aegean and Anatolia, *Journal of Archaeological Sciences*, 26, p. 869-881.
- Gratuze B., Blet-Lemarquand M., Barrandon J.-N., 2004, Caractérisation des alliages monétaires à base d'or par LA-ICP-MS, *Journées numismatiques, Arles 4-6 juin 2004, Bulletin de la Société Française de Numismatique*, 6, juin 2004, p. 163-169.
- Louboutin C., Gratuze B., Barrandon J.-N., 2003, Parures en or de l'Age du Bronze de Balinghem et Guînes (Pas-de-Calais) : caractérisation de la composition des alliages, *Antiquités nationales*, 35, p. 83-94.

Appendix 7.7. Eelde, Grootte Veen. Untersuchungsbericht.



Barbara Armbruster
TRACES - UMR 5608 CNRS
Maison de la Recherche
Université Toulouse le Mirail
5 Allées A. Machado
F- 31058 TOULOUSE CEDEX 9

Betreff: Untersuchung der technologischen Aspekte zweier holländischer Goldobjekte aus Eelde, durchgeführt am Institut IRAMAT, Orléans, am 18. und 19.10.12, in Zusammenarbeit mit Erik Drenth, Maryse Bled-Lemarquand und Bernard Gratuze

Empfänger: Eric Drenth und Grabungsfirma „de Steekproef“

Datum des Berichts: 27. Oktober 2012



Zwei Ansichten der beiden goldenen Körbchenringe aus Eelde (Fotos B. Armbruster)

Maße der Goldobjekte

aus dem Brandgrab der Glockenbecherkultur von **Eelde, Groote Veen, Provinz Drenthe**, Niederlande:

Nr. 5727: 2,2 g; Blatt D. 0,14-0,16 mm; Fortsatz D. 0,4 mm, B. 2,8 mm; 26,66 mm

Nr. 5787: 2,38 g; Blatt D. 0,13-0,14 mm; Fortsatz D. 0,5 mm, B. 2,91 mm; B Blatt 27 mm; Riss 10,68 mm tief

Zielsetzung

Ziel der Untersuchung ist die Analyse der herstellungstechnischen Aspekte zweier goldener Körbchenringe aus Eelde, Groote Veen, Provinz Drenthe, Niederlande (Tafel 1), die am 7/7/2010 während einer Ausgrabung durch die Grabungsfirma „de Steekproef“ gefunden wurden.

Untersuchungsmethoden

Die Studie wurde mit Hilfe von optischen Geräten durchgeführt, eine Binokularlupe mit 6- bis 40-facher Vergrößerung und ein Rasterelektronenmikroskop. Werkzeugspuren und Oberflächenbeschaffenheit wurden mit Makro- und Mikrofotographie dokumentiert. Dazu diente eine Ausrüstung für Makrofotographie von Nikon (D800 mit Micro-Niccor 60 mm) und ein Stereomikroskop mit Kamera zur Bilddokumentation von Olympus. Zusätzlich wurde die Studie durch die Beobachtungen und Bilddokumente der Rasterelektronenmikroskopie unterstützt (siehe den Bericht von Maryse Bled-Lemarquand).

Technologische Aspekte

Gebrauchsspuren: Die beiden Schmuckstücke aus Eelde weisen Gebrauchsspuren an den Rändern und an den erhabenen Zierelementen auf (Tafel 2). Diese Spuren zeugen von einem längeren Gebrauch der Ohrgehänge. Sie wurden folglich nicht für die Zeremonie der Grablegung gefertigt, sondern von der bestatteten Person während des Lebens getragen.

Herstellung: Die blattförmigen Anhänger mit bandförmigem Fortsatz sind jeweils durch Schmieden eines gegossenen Vorproduktes hergestellt. Obwohl Gold ein außerordentlich dehnbares Metall ist, versprödet es durch starke plastische Verformung beim Schmieden. Daher mussten die Werkstücke während der Schmiedearbeit mehrfach zwischengeglüht werden.

Die runde bis ovale Blechplatte und der bandförmige Fortsatz sind aus einem Stück geschmiedet. Das gegossene Vorprodukt hatte schon in etwa das Gewicht des späteren Endprodukts. Es sind nur geringe Spuren des Meißelns am Blechrand zu erkennen. Während die Vorderseiten fein geschliffene und „polierte“ Oberflächen

aufweisen, sind die Rückseiten matt und rau. Die raue Struktur der Rückseiten entspricht der rauhen Oberfläche steinerner Ambosse. Sie ist also das Resultat des Schmiedens mit Steinwerkzeugen.

Die geometrische, lineare Verzierung ist aus gezogenen Linien ziselirt (Tafel 3 & 4). Die Anordnung der Linien wurde mit einem spitzen Werkzeug angerissen, beziehungsweise vorgezeichnet. Das Ziselieren erfolgte an beiden Exemplaren von der Rückseite. Als Werkzeuge wurden dabei eine Ziehpinze mit schmaler, flacher Bahn, ein Schlagwerkzeug, vermutlich ein Schlagstein bzw. ein steinerner Hammer, und eine weiche Schlagunterlage, etwa aus dickem Leder, verwendet. Das Ziehen von einfachen linearen Mustern erfolgt auf dem glatten, ausgeschmiedeten Blech.

Erst nach dem Ziselieren wurden beide Werkstücke aus Blech aufgerollt, indem man sie um einen zylindrischen Gegenstand bog.

Reparatur: Das Exemplar Nr. 5727 liegt heute deformiert, aber intakt vor. Das Stück Nr. 5787 trägt dagegen einen Riss und eine Reparatur. Diese Reparatur wurde während der Herstellung notwendig, offenbar aufgrund eines Lunkers in dem kleinen gegossenen Barren, der als Vorprodukt diente. Dabei handelt es sich um eine Gasblase im Gussgefüge, ein Fehler, der häufig an Gussstücken auftritt. Jedoch kommen Lunker erst bei starker plastischer Verformung beim Schmieden an die Oberfläche. Dabei entsteht eine blättrige Struktur von zwei oder mehreren Schichten Blech. Der Riss wurde repariert, indem beiden Seiten mit jeweils einem Loch perforiert und vermutlich ein Draht oder ein Faden zum Verschließen verwendet wurde. Die Löcher sind mit Hilfe eines konischen Dornes von der Rückseite her durchgeschlagen. Auf der Rückseite bildete sich dabei ein starker Grat. Die Seiten des Risses überlagern sich. Die lineare Verzierung geht ganz deutlich über den Riss hinweg, was darauf eindeutig darauf hindeutet, dass eine Werkstattreparatur vorliegt.

Vergleichsfunde

Körbchenringe aus Gold, die als Ohrschmuck oder Haar gedeutet werden, sind sowohl aus der Glockenbecherzeit Westeuropas, wie auch Osteuropas überliefert. Hier sollen nur einige Beispiele von Parallelen aus dem atlantischen Europa genannt werden. Sie haben fast alle leicht unterschiedliche Umrisse und Verzierungen. Teilweise liegen sie als flache, teilweise als aufgerollte Exemplare vor. Als Schmuckpaare kommen sie in Gräbern herausragender Personen der westeuropäischen Glockenbecherkultur vor.

Aus den Niederlanden wurde schon in den 60-er Jahren das Bennekom das Schmuckstück aus Bennekom als Ohrgehänge vorgestellt (Glasbergen u. Butler 1956). Zwei ausnehmende Beispiele sind die beiden Gräber aus Amesbury, das besonders reiche Grab des so genannten „Amesbury Archers“, und das seines Gefährten, beide in Wiltshire in der Nähe von Stonehenge gelegen (Fitzpatrick 2009).

In beiden Bestattungen fand sich jeweils ein Paar goldener Körbchenringe (La Niece 2007). Von den Britischen Inseln gibt es mehrere Vergleichsfunde, wie die Paare von Blechanhängern aus Bolty Scar Camp, North Yorkshire, und aus Chilbolton, Hampshire, oder auch die Einzelfunde aus Orbliston, Moray, Schottland, und von verschiedenen Fundplätzen aus Irland (Tafel 8; Taylor 1980, Taf. 3; Russel 1990; Armbruster 2000, Abb. 70; O'Connor 2004). Aus Portugal sind mindestens vier Exemplare bekannt, wovon ein Paar aus der künstlichen Höhle von Ermegueira, Distrikt Lissabon, und zwei Einzelstücke aus der Cova da Moura, Toors vedras, und aus der gegend von Estremoz, Evora, stammen (Tafel 8) (Armbruster u. Parreira 1993, 154-159).

Bibliographie

Armbruster 2000: B. R. Armbruster, Goldschmiedekunst und Bronzetechnik. Studien zum Metallhandwerk der Atlantischen Bronzezeit auf der Iberischen Halbinsel. Monographies instrumentum 15 (Montagnac 2000).

Armbruster u. Parreira 1993: B. R. Armbruster u. R. Parreira, Coleção de ourivesaria 1. Do Calcolítico à Idade do Bronze. Instituto Português de Museus. Inventário do Património Cultural Móvel (Lisboa 1993).

Fitzpatrick 2009: A. Fitzpatrick, In his hands and in his head: The Amesbury Archer as a metalworker. In: P. Clark (ed.), Bronze Age Connections: Cultural contact in prehistoric Europe. (Oxford 2009) 176-188.

Glasbergen u. Butler 1956: W. Glasbergen u. J. J. Butler, The late neolithic Gold ornament from Bennekom: I. The discovery; II. The affiliations of the Bennekom ornament. Palaeohistoria 5, 1956, 53-71.

La Niece 2007: S. La Niece, Three recent studies of Bronze Age gold artefacts from Britain. In: Associazione Italiana di Metallurgia (ed), 2nd International Congress Archaeometallurgy in Europe 2007, Aquileia, Italy 17-21 June 2007. Gold session. (Aquileia 2007) 10 pages.

O'Connor 2004: B. O'Connor, The earliest Scottish metalwork since Coles. In: I. A. G. Shepherd u. G. J. Barclay (ed.), Scotland in ancient Europe. The Neolithic and Early Bronze Age of Scotland in their European context. (Edinburgh 2004) 205-216.

Russel 1990: D. Russel, Two Beaker burials from Chilbolton, Hampshire. Proceedings of the Prehistoric Society 56, 1990, 152-172.

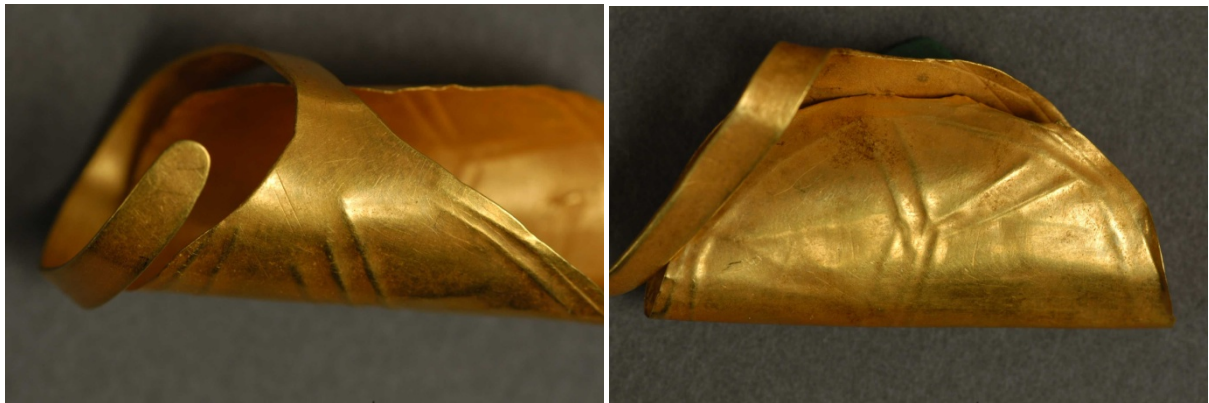
Taylor 1980: J. J. Taylor, Bronze Age goldwork of the British Isles. (Cambridge 1980).

Tafel 1



Aufgerollte Form der Körbchenringe: links Nr. 5787; rechts Nr. 5727

Tafel 2



Gebrauchsspuren an den Rändern und ziselierte, lineare Verzierung an der Außenseite



Tafel 3



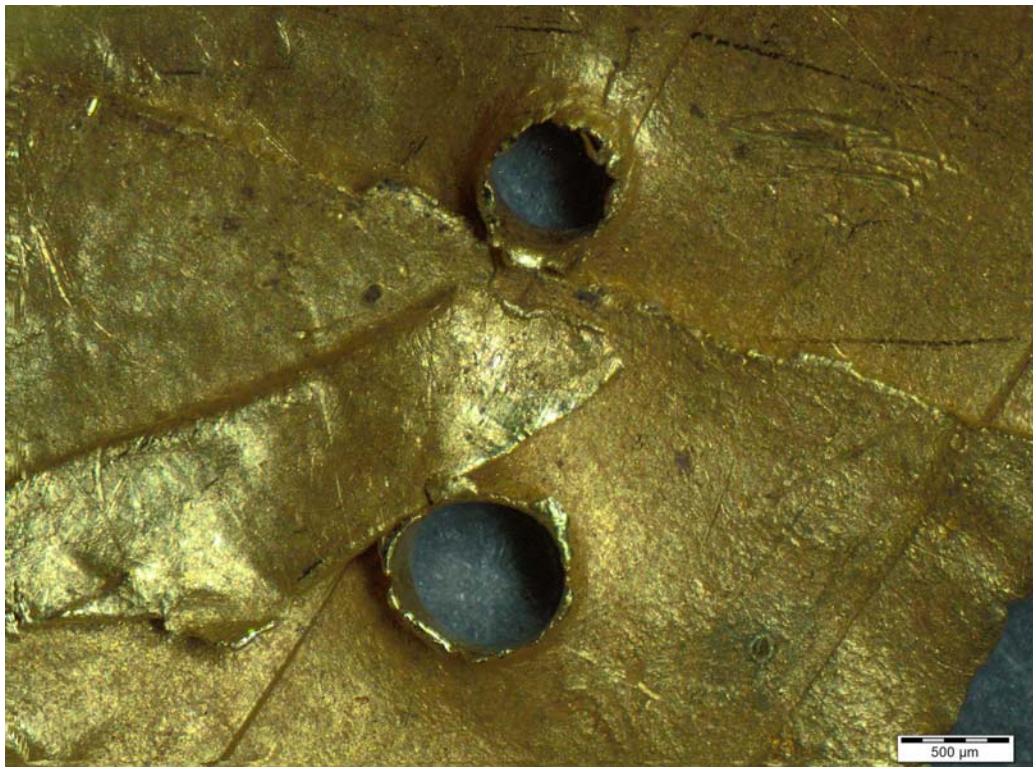
Körbchenring Nr. 5727, ziseliertes Dekor

Tafel 4



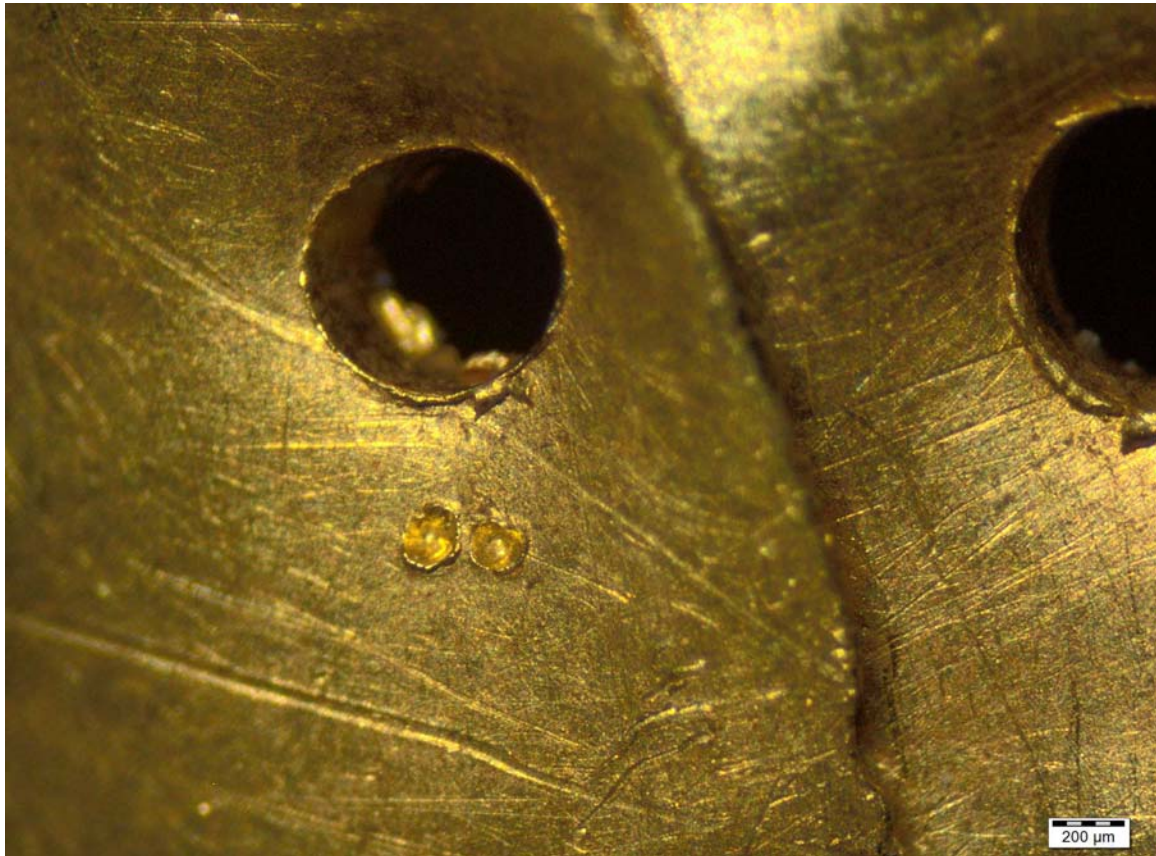
Riss, blättrige Lagen von Gold aufgrund eines Lunkers und Reparatur durch gedornete Perforation

Tafel 5



Überlagerung von Goldblechschichten aufgrund eines Gussfehlers, raue Oberfläche der Rückseite und rückseitige Grate an den Löchern

Tafel 6



Perforationen von der Vorderseite und Überlappung des Blechs an der Bruchstelle

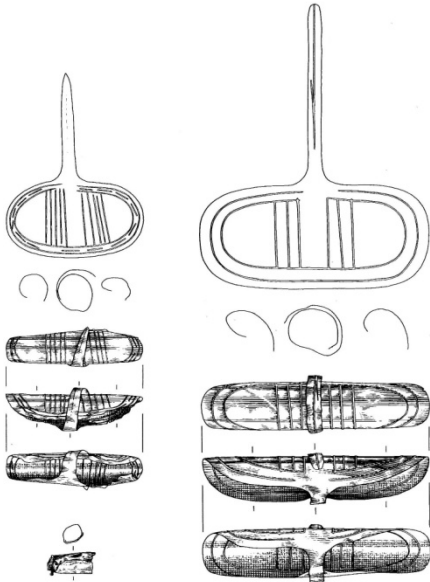
Tafel 7



Ziselierte Linien innen und außen; Linien mit Schrotpunze gezogen an der Innenseite; glatte Oberfläche außen

Tafel 8

Vergleichsfunde



Zwei Körbchenringe aus Chilbolton, Hampshire (Needham 2000, Abb 1)



Anhänger mit ovaler Zierplatte aus Irland



Vorder und Rückseiten der beiden Anhänger aus Ermegueira, Lissabon, und des Einzelstück aus Estremoz, Evora, Portugal



Anhänger aus Orbliston, Moray, Schottland



Appendix 7.8. Eelde, Groote Veen. Report of radiocarbon dating analyses



*Consistent Accuracy . . .
... Delivered On-time*

Beta Analytic Inc.
4985 SW 74 Court
Miami, Florida 33155 USA
Tel: 305 667 5167
Fax: 305 663 0964
Beta@radiocarbon.com
www.radiocarbon.com

Darden Hood
President

Ronald Hatfield
Christopher Patrick
Deputy Directors



May 24, 2011

Dr. Johan Jelsma
De Steekproef b.v. Archaeological
Research
Hogeweg 3
Zuidhorn 9801 TG, Netherlands

RE: Radiocarbon Dating Results For Samples 000046119VN2, 29637 5699

Dear Dr. Jelsma:

Enclosed are the radiocarbon dating results for two samples recently sent to us. They each provided plenty of carbon for accurate measurements and all the analyses proceeded normally. As usual, the method of analysis is listed on the report with the results and calibration data is provided where applicable.

You will notice that Beta- () are reported with the units "pMC" rather than BP. "pMC" stands for "percent modern carbon". Results are reported in the pMC format when the analyzed material had more ¹⁴C than did the modern (AD 1950) reference standard. The source of this "extra" ¹⁴C in the atmosphere is thermo-nuclear bomb testing which on-set in the 1950s. Its presence generally indicates the material analyzed was part of a system that was respiring carbon after the on-set of the testing (AD 1950s). On occasion, the two sigma lower limit will extend into the time region before this "bomb-carbon" onset (i.e. less than 100 pMC). In those cases, there is some probability for 18th, 19th, or 20th century antiquity.

As always, no students or intern researchers who would necessarily be distracted with other obligations and priorities were used in the analyses. We analyzed them with the combined attention of our entire professional staff.

If you have specific questions about the analyses, please contact us. We are always available to answer your questions.

Thank you for prepaying the analyses. A receipt is enclosed with the mailed report copy. As always, if you have any questions or would like to discuss the results, don't hesitate to contact me.

Sincerely,

A handwritten signature in black ink that reads "Darden Hood". The signature is fluid and cursive, with the first letters of the first and last names being capitalized and prominent.

Digital signature on file



REPORT OF RADIOCARBON DATING ANALYSES

Dr. Johan Jelsma

Report Date: 5/24/2011

De Steekproef b.v. Archaeological Research

Material Received: 5/4/2011

Sample Data	Measured Radiocarbon Age	13C/12C Ratio	Conventional Radiocarbon Age(*)
Beta - 298307 SAMPLE : 000046119VN2 ANALYSIS : AMS-Standard delivery MATERIAL/PRETREATMENT : (peat): acid/alkali/acid COMMENT: The reported result indicates an age of post 0 BP and has been reported as a % of the modern reference standard, indicating the material was living about the last 60 years or so ("pMC" = percent modern carbon).	100.2 +/- 0.3 pMC	-24.4 o/oo	100.1 +/- 0.3 pMC
Beta - 298308 SAMPLE : 29637 5699 ANALYSIS : AMS-Standard delivery MATERIAL/PRETREATMENT : (cremated bone carbonate): bone carbonate extraction 2 SIGMA CALIBRATION : Cal BC 2440 to 2420 (Cal BP 4390 to 4370) AND Cal BC 2400 to 2380 (Cal BP 4350 to 4320) Cal BC 2350 to 2200 (Cal BP 4300 to 4150)	3770 +/- 30 BP	-21.6 o/oo	3830 +/- 30 BP

Dates are reported as RCYBP (radiocarbon years before present, "present" = AD 1950). By international convention, the modern reference standard was 95% the 14C activity of the National Institute of Standards and Technology (NIST) Oxalic Acid (SRM 4990C) and calculated using the Libby 14C half-life (5568 years). Quoted errors represent 1 relative standard deviation statistics (68% probability) counting errors based on the combined measurements of the sample, background, and modern reference standards. Measured 13C/12C ratios (delta 13C) were calculated relative to the PDB-1 standard.

The Conventional Radiocarbon Age represents the Measured Radiocarbon Age corrected for isotopic fractionation, calculated using the delta 13C. On rare occasion where the Conventional Radiocarbon Age was calculated using an assumed delta 13C, the ratio and the Conventional Radiocarbon Age will be followed by "**". The Conventional Radiocarbon Age is not calendar calibrated. When available, the Calendar Calibrated result is calculated from the Conventional Radiocarbon Age and is listed as the "Two Sigma Calibrated Result" for each sample.

CALIBRATION OF RADIOCARBON AGE TO CALENDAR YEARS

(Variables: C13/C12=-21.6:lab. mult=1)

Laboratory number: **Beta-298308**

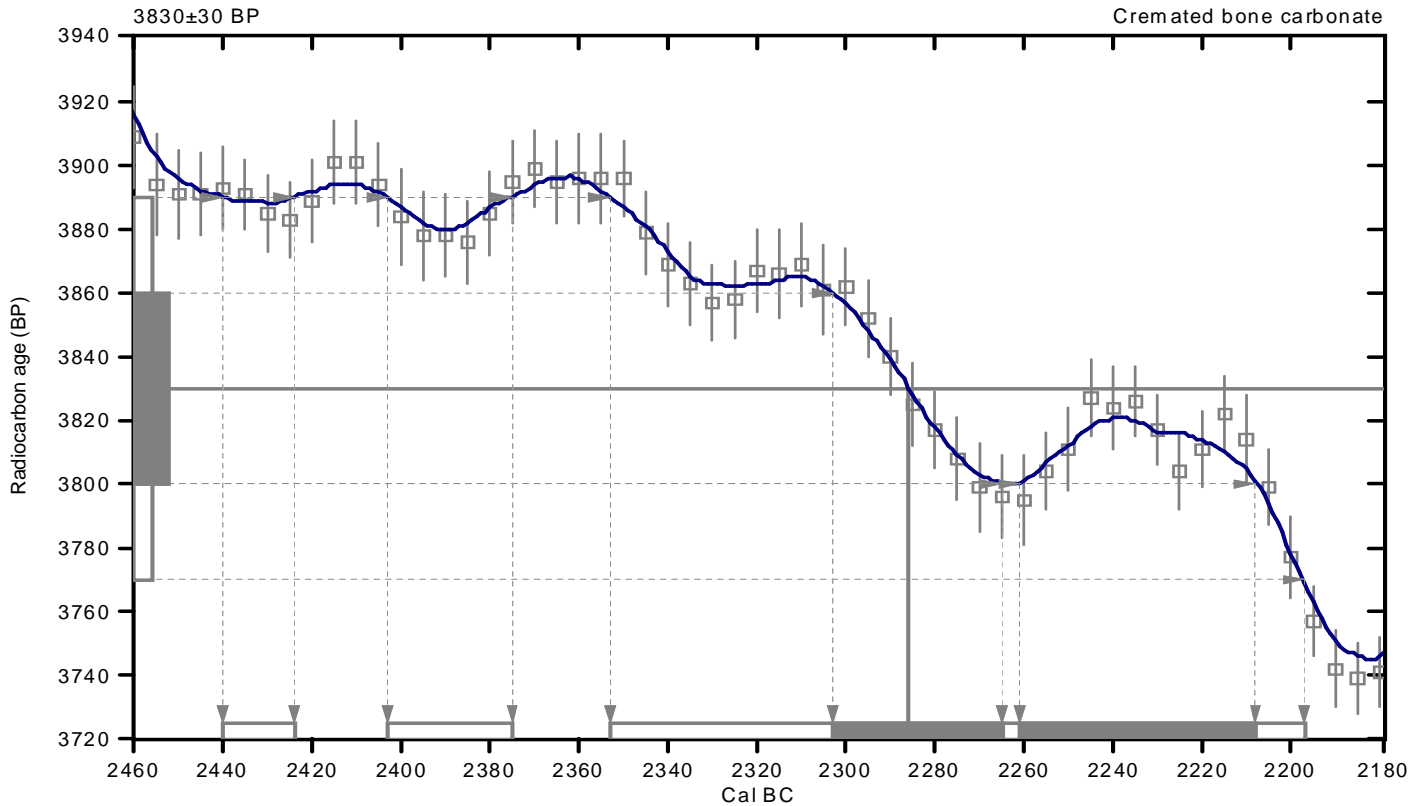
Conventional radiocarbon age: **3830±30 BP**

2 Sigma calibrated results: Cal BC 2440 to 2420 (Cal BP 4390 to 4370) and
(95% probability) Cal BC 2400 to 2380 (Cal BP 4350 to 4320) and
Cal BC 2350 to 2200 (Cal BP 4300 to 4150)

Intercept data

Intercept of radiocarbon age
with calibration curve: Cal BC 2290 (Cal BP 4240)

1 Sigma calibrated results: Cal BC 2300 to 2260 (Cal BP 4250 to 4220) and
(68% probability) Cal BC 2260 to 2210 (Cal BP 4210 to 4160)



References:

Database used

INTCAL04

Calibration Database

INTCAL04 Radiocarbon Age Calibration

IntCal04: Calibration Issue of Radiocarbon (Volume 46, nr 3, 2004).

Mathematics

A Simplified Approach to Calibrating C14 Dates

Talma, A. S., Vogel, J. C., 1993, Radiocarbon 35(2), p317-322

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 • Tel: (305)667-5167 • Fax: (305)663-0964 • E-Mail: beta@radiocarbon.com

Appendix 7.9. Eelde, Groote Veen. Herkomst goud.

(J. Jelsma)

Goud kan gevonden worden in rivieren en in goudhoudende gesteenten. In Nederland komen dergelijke gesteenten niet voor. De dichtst bij Eelde gelegen goudhoudende rivieren zijn de Amblève in de Belgische Ardennen en de Rijn (Lehrberger 1995: 123). Rivieren kunnen goudhoudende lagen eroderen en het goud over korte of langere afstand transporteren (afhankelijk van de grootte van de goudfragmenten). Het goud in de Rijn is afkomstig van gesteenten in het Zwarte Woud. De Rijn heeft tot in het huidige Nederland kleine stukjes goud getransporteerd.

Riviergoud ligt op de bodem van de rivier en kan gevonden worden door het afzoeken van de oevers en het 'goudpannen' van riviersediment. Met name de vondst van grotere stukken goud in de rivier kan duiden op ter plekke aanwezige goudhoudende lagen (goudaders). Deze kunnen door open-mijnbouw worden geëxploiteerd. Behalve de twee bovengenoemde bronnen is er in Europe een groot aantal locaties bekend waar goud sinds lange tijd gewonnen wordt (Lehrberger 1995).

Het is zeer moeilijk om de natuurlijke herkomst van goud te bepalen. In de eerste plaats kunnen stukken goud van verschillende herkomst door de goudsmid zijn samengesmolten. Dit maakt een herkomst-analyse op basis van de chemische samenstelling van het goud vrijwel onmogelijk. De sieraden van Eelde zijn echter gemaakt uit één stuk goud (zie Appendix 7.7) dus dat maakt een chemische analyse zinvol.

Wel een groot probleem is dat van het 'natuurlijke' niet-omgesmolten goud uit bekende herkomst nauwelijks gedetailleerde analyses zijn gemaakt. Veelal wordt alleen het gehalte van zilver (Ag) en koper (Cu) gemeten en gepubliceerd (in het Eelde-goud samen goed voor 9,7 %). De concentraties van de sporen-elementen zoals ijzer (Fe), zink (Zn), arsenicum (As), tin (Sn), antimoon (Sb), lood (Pb), palladium (Pd), platinum (Pt), bismut (Bi) en iridium (Ir), die bij het Eelde-goud wel werden gemeten (zie Appendix 7.6), worden in overige studies niet of nauwelijks vermeld. Dit geldt helaas ook voor de analyses van de met Eelde vergelijkbare gouden sieraden uit Groot-Brittannië en Ierland (Needham 2011). Ook hier worden alleen de in het goud vastgestelde percentages zilver en koper vermeld.

We kunnen de resultaten van onze gedetailleerde sporenelementen-analyse dus niet vergelijken met die van natuurlijke goudvoorkomens en ook niet met andere gouden sieraden. Het is dus niet mogelijk om de natuurlijke herkomst van het Eelde goud vast te stellen. Wellicht komt dat in de toekomst wel binnen ons bereik: zodra dergelijke onderzoeksgegevens wel gepubliceerd gaan worden.