



Onderzoek naar het bakproces van Black-topped aardewerk uit de Predynastische periode van Egypte

Fabienne Loyens

Historische situering¹

Op het einde van de 19^{de} eeuw tastte men voor het ontstaan van Egypte als eenheidsstaat en de vroege geschiedenis van het land nog volledig in het duister. Maar vanaf 1895 werden meerdere belangrijke vondsten gedaan die een nieuwe fase in het onderzoek inluiden.² Erg belangrijk waren de opgravingen van William Flinders Petrie waardoor men voor het eerst inzicht kreeg in de Predynastische culturen die aan het historische Egypte vooraf gaan. De belangrijkste fase hieruit wordt de Naqada-cultuur genoemd, naar het zeer uitgestrekte grafveld te Naqada (Zuid-Egypte) dat in 1895 door Petrie (1896) opgegraven werd.

De Naqada cultuur situeert zich chronologisch tussen 3900 en 3000 v. Chr., maar binnen deze periode kunnen verschillende ontwikkelingsfasen onderscheiden worden. Aan de hand hiervan kan ook nagegaan worden hoe de Naqada cultuur zich geleidelijk aan vanuit Zuid-Egypte over het gehele land verspreidde. In Zuid-Egypte treft men ook nog de nog oudere Badari cultuur aan, te situeren rond 4400-3900 v. Chr., die als rechtstreekse voorloper van de Naqada cultuur kan beschouwd worden. In beide gevallen gaat het om culturen met een economie op basis van landbouw en veeteelt. De overgang naar landbouw en veeteelt moet nog vroeger gezocht worden en valt buiten het kader van dit artikel.

Tijdens het 4^{de} millennium v. Chr. verschilde het klimaat niet veel met dat van nu. Vermoedelijk was er in die tijd een beetje meer neerslag. Hierdoor zullen in de lage woestijn droge grasvlakten bestaan hebben die op dit ogenblik niet meer aanwezig zijn. Bijgevolg was er toen een wat meer gevarieerde vegetatie dan vandaag de dag. Dit is ondermeer van belang voor de beschikbaarheid van hout dat nodig is voor het stoken van keramiek.

Gedurende de Predynastische periode had de Nijl dezelfde karakteristieken als in de dynastische tijd, welke trouwens onveranderd bleven tot de bouw van de Aswan-dam

¹ De belangrijkste syntheses van de hedendaagse kennis over de Predynastische culturen van Egypte worden gegeven door Midant-Reynes 2000 en Cialowicz 2001.

² Voor een overzicht van de historiek van het onderzoek naar de late prehistorie van Egypte, zie Midant-Reynes 2000: 1-11. De recentste opgravingen voor de Predynastische en Vroeg-Dynastische periode worden besproken in Archéo-Nil 12 (2002) en 13 (2003).

in meerdere fasen tussen 1899 en 1970. Dit hield een jaarlijkse overstroming in, veroorzaakt door het regenseizoen in Centraal Afrika, die in het zuiden van Egypte ongeveer 11 meter hoogteverschil veroorzaakte in de stand van de Nijl. Hierdoor werd de volledige alluviale vlakte onder water gezet. De Nijl zette tijdens de overstroming een laag slib die ondermeer bestaat uit rottende plantenresten en een zeer goede bemesting voor het land is. Wanneer de Nijl zich in het najaar terugtrok bleven in de hoger gelegen delen van de alluviale vlakte waterpoelen achter die natuurlijke irrigatieservoisrs vormden en het mogelijk maakten om zonder grote irrigatiewerken toch een bijzonder goed renderende landbouw te ontwikkelen. Deze landbouwtechnologie zal zonder belangrijke veranderingen in gebruik blijven tot ver in het Oude Rijk (ca. 2700-2180 v. Chr.). De zeer gunstige landbouwsituatie zorgde voor belangrijke productieoverschotten waarvan naargelang het 4^{de} millennium v. Chr. vorderde een steeds groter deel in handen kwam van een zich ontwikkelende elite.

Naast landbouw was ook veeteelt erg belangrijk, alhoewel omwille van het gebrek aan weidegrond de veeteelt niet zozeer in functie stond van vleesproductie maar wel van zuivelproducten en het gebruik van dieren als arbeidskrachten.

Jacht op wild in de woestijn was gedurende de Naqada periode slechts van marginaal belang maar vissen in de Nijl was daarentegen erg belangrijk. De maaltijd van een Egyptenaar bestond hoofdzakelijk uit brood, peulvruchten, uien en bier. Vis uit de Nijl vormde een goede aanvulling op dit dieet en was één der belangrijkste bronnen van proteïne in het oude Egypte.

Tijdens de Naqada periode bleef de bevolking van Egypte vermoedelijk beperkt tot minder dan 1 miljoen inwoners. Dit betekent dat er landbouwgrond in overvloed was en de beschikbaarheid ervan weinig of geen moeilijkheden moet gesteld hebben. De geleidelijke verbetering van de landbouwtechnieken zorgde voor een stijgende productie. Dit blijkt onder meer uit de langzame toename van de hoeveelheid grafgraven die meegegeven werden. Uit de studie van de grafgraven blijkt echter ook dat naargelang de tijd vordert een kleine groep mensen veel rijker werd dan de anderen. De redenen hiervoor kunnen erg uiteenlopend geweest zijn. Door toevallige omstandigheden zoals ziekte, aantal kinderen, weersomstandigheden kon het mogelijk zijn dat sommige boeren in een lastig parket geraakten. Deze minder fortuinlijke boeren moesten bij anderen gaan lenen tot de volgende oogstperiode. Op die manier konden ze bij herhaling van tegenslagen volledig afhankelijk worden van diegene van wie ze geleend hadden. De situatie kon zo slecht worden dat de enige mogelijke uitweg erin bestond te gaan werken voor de schuldeiser. Zo ontstonden geleidelijk aan maatschappelijke verschillen die ook erfelijk werden en zorgden voor tot steeds groter

wordende klassenverschillen. Uiteindelijk zullen conflicten tussen heersende elites uit diverse centra van Zuid-Egypte zorgen voor steeds grotere regionale machtsconcentraties die aan de basis liggen van het ontstaan van oudste centraal georganiseerde staat ter wereld.

Een praktisch gevolg van de zich ontwikkelende staatsvorming is het ontstaan van een klasse professionele ambachtsmensen die moesten voorzien in de steeds toenemende vraag van de elite naar (luxe) consumptiegoederen. Voor de productie van keramiek betekent dit dat de productie ervan, die aanvankelijk op huishoudniveau gebeurde, na verloop van tijd zal overgenomen worden door professionele of semi-professionele pottenbakkers. Uit etnografische parallellen blijkt dat aardewerk op huishoudniveau door vrouwen gemaakt wordt (Arnold 1985: 99-108) terwijl professionele pottenbakkers mannen zijn. De ontwikkeling van de economische en sociale situatie gedurende de Predynastische periode heeft dus zeker ook invloed gehad op de vervaardiging van keramiek.

Technische kenmerken van de keramische pastas van Egyptisch aardewerk

In Egypte worden twee verschillende soorten klei gebruikt voor het maken van aardewerk. De eerste soort is de door de Nijl afgezette alluviale klei die vanzelfsprekend overal in de Nijlvallei aangetroffen wordt. Uitgaande van de magering die eventueel aan de klei toegevoegd werd worden verschillende types Nijl silt pasta onderscheiden (Arnold & Bourriau 1993: 169-175). *Black-topped* aardewerk wordt nagenoeg altijd gemaakt in de fijnste variant, *fabric Nile A* (Arnold & Bourriau 1993: 170-171), die bestaat uit een homogene fijne klei met een grote hoeveelheid kleisilt (partikels tussen 2 en 60 μ) en altijd een vrij grote hoeveelheid fijn (125-250 μ) en in mindere mate medium-fijn (250-500 μ) zand bevat. Het zand is zeer gelijk verspreid over de keramische pasta en werd dus niet toegevoegd als magering maar is een natuurlijk bestanddeel van de klei. Het betreft zeer fijn stuifzand dat in Egypte overal voorkomt. De aanwezigheid van het zand is echter belangrijk aangezien het de thermische eigenschappen van de klei sterk verbeterd. Algemeen wordt aangenomen dat de baktemperatuur van dit soort klei rond de 700-750°C heeft gelegen. De bruine Nijl silten bevatten veel ijzeroxides en zullen daarom in een oxyderende omgeving rood bakken. Ze zijn ook erg plastisch en gemakkelijk te verwerken, wat verklaart waarom ze in Zuid-Egypte reeds gebruikt werden voor het maken van de aldaar oudst gekende keramiek. Gedurende de Badari periode en tot het begin van de Naqada II periode is Nijl silt de enige gebruikte klei voor het maken van aardewerk.

De tweede soort klei die in Egypte gebruikt werd is mergelklei, een fijne, kalkhoudende klei met wisselende hoeveelheden zand maar die erg weinig organisch materiaal bevat. Calciumcarbonaat is een belangrijk bestanddeel van deze klei, die daarnaast ook in geringere mate ijzeroxides kan bevatten. De lagen mergelklei werden reeds in het Boven Krijt en Mioceen (100-38 miljoen jaar geleden) afgezet, te samen met kalksteenlagen, die de aanwezigheid van calciumcarbonaat in de klei verklaren (Arnold & Bourriau 1993: 160). Dergelijke klei komt in Egypte voor in de streek tussen Cairo in het noorden en Esna in het zuiden. Dit wil zeggen de volledige Nijlvallei met uitzondering van de delta en het uiterste zuiden van Egypte. In droge toestand heeft mergelklei een grijze kleur, maar mergelklei bakt in een oxyderende omgeving in een aantal kleurschakeringen die variëren tussen licht geel, rose, licht groen en wit, maar zal nooit de donker rood-bruine kleur van Nijl silt krijgen. De normale baktemperatuur van mergelklei ligt rond de 800°C maar de klei verdraagt temperaturen tot ongeveer 1100°C, het punt waarop hij begint te smelten.

Ook voor mergelklei kunnen verschillende ceramische pasta's onderscheiden worden, uitgaande van de toegevoegde magering (*Marl fabrics*, Arnold & Bourriau 1993: 175-182), maar deze hebben geen verder belang voor dit artikel.

Mergelklei kan op een veel hogere temperatuur kan gebakken worden dan Nijl silt, wat een aantal voordelen biedt. Niet alleen wordt de scherf hierdoor harder en sterker, maar aangezien de kleipartikels zich door de hogere temperatuur sterker met elkaar versmelten zal mergelklei ook een lagere permeabiliteit hebben dan Nijl silt. Dit is vanzelfsprekend erg belangrijk voor aardewerk dat bedoeld was om vloeistoffen te bevatten.

Historische situering van *Black-topped* keramiek

De Badari en Naqada culturen zijn hoofdzakelijk gekend door de begraafplaatsen die werden aangetroffen in de lage woestijn, juist buiten het bereik van de Nijl tijdens de overstromingsperiode.³ In de graven werden aardewerk en andere voorwerpen geplaatst als grafgift voor de overledene. Het aardewerk uit de graven gevonden wordt ook aangetroffen in de woonplaatsen en was dus niet speciaal gemaakt met funeraire bedoelingen. Wel vertoont de huishoudkeramiek een grotere variatie, wat betekent dat niet alle soorten aardewerk in aanmerking kwamen als grafgift.

Het meest opvallende soort aardewerk uit de Badari periode (ca. 4400-3900 v. Chr.) en de vroegste fase van de Naqada cultuur (Naqada I periode, ca. 3900-3650 v. Chr.) heeft een kenmerkende zwarte rand en binnenzijde en wordt daarom *Black-topped*

³ Voor een catalogus van de gekende sites, zie Hendrickx & van den Brink 2002.

genoemd (**Fig. 1**). *Black-topped* aardewerk is steeds gemaakt uit Nijl silt, en heeft nagenoeg altijd een rode deklaag die zorgvuldig gepolijst is. Algemeen wordt aangenomen dat de deklaag rode oker bevat (Noll 1981: 135; Arnold & Bourriau 1993: 86) maar het lijkt waarschijnlijker dat het om een sigillata slib zou gaan. Hiervoor wordt de klei gebruikt voor het maken van de potten door bezinking zodanig gezuiverd dat enkel de allerfijnste kleideeltjes overblijven en alle zandkorrels verwijderd zijn. Een deklaag van deze klei geeft uit zichzelf reeds een glanzend effect, dat door polijsting nog verhoogd wordt.

De vormen van dit soort aardewerk zijn over het algemeen vrij eenvoudig (cf. Petrie 1921: pl. I-VIII). We treffen vooral veel kommen aan en hoge bekers met een licht uitwaaierende rand. Naarmate de tijd vordert ontstaat een grotere verscheidenheid aan vormen.⁴ Dit werd veroorzaakt door een sterkere specialisatie in het gebruik van aardewerk, waarbij voor verschillende functies aangepaste vormen werden gemaakt. Zo treffen we na verloop van tijd bijvoorbeeld een soort flessen aan die zeker als waterflessen (Petrie 1921: pl. XII, B53-B60) hebben dienst gedaan en ovale schalen waarop eten kon opgediend worden (Petrie 1921: pl. XV, F14-F15).

Gedurende de Naqada II periode (ca. 3650-3300 v. Chr.) zal de populariteit van *Black-topped* aardewerk geleidelijk aan afnemen omwille van het toenemend gebruik van mergelklei. Vooral de beperktere porositeit van aardewerk gemaakt uit mergelklei zal hiervoor doorslaggevend geweest zijn (zie verder). Deze veranderingen kunnen in verband gebracht worden met de toenemende professionalisering van de ceramiekproductie en het verminderende belang van de productie op huishoudniveau.

Als bewijs kan ondermeer aangehaald worden dat de aardewerktypes gemaakt uit mergelklei sterker gestandaardiseerd zijn (vanaf de Naqada IIC periode) dan hun voorlopers uit Nijl silt, waaronder het *Black-topped* aardewerk (Hendrickx 1996: 44-45). Toch zal het nog een tijd duren voor het *Black-topped* aardewerk volledig verdwijnt. Wel valt op dat de recentere stukken vaak niet meer volledig zwart zijn aan de binnenkant. Omwille van symbolische redenen wordt een bepaald type religieus vaatwerk nog geruime tijd als *Black-topped* gemaakt, minstens tot het einde van de Vroeg-Dynastische periode (ca. 3050-2900 v. Chr.) (Sowada 1999). Blijkbaar wilde men op die manier naar het verleden verwijzen en een respectabele traditie benadrukken.

In Soedan, dat gedurende een groot deel van zijn geschiedenis sterk door Egypte beïnvloed werd, zal men zelfs *Black-topped* aardewerk blijven maken tot ongeveer 1500 v. Chr. Het staat er bekend als Kerma aardewerk (Gratien 1978), genoemd naar de Kerma cultuur, die tussen 2500 en 1500 v. Chr. gesitueerd kan worden.

⁴ Uitgaande van deze en andere ontwikkelingen in Predynastisch aardewerk was het mogelijk om een relatieve chronologie op te bouwen (Petrie 1901; Kaiser 1957; Hendrickx 1996).

Historiek van het technische onderzoek naar *Black-topped* aardewerk⁵

De vervaardigingstechniek van *Black-topped* aardewerk is sterk bediscussieerd geweest vanaf het ogenblik dat Petrie grote hoeveelheden ervan ontdekte te Naqada. Hij was trouwens zelf de eerste om een idee hierover te formuleren. Volgens hem werden de vazen gedeeltelijk bedekt door as tijdens het branden waardoor de aanwezige houtskool de ijzeroxide in het afgedekte deel zou gedeoxideerd hebben van rode peroxide naar zwarte, magnetische oxide (Petrie 1896: 37; 1912). Petrie beschouwde het bakproces als één enkele operatie die plaats vond in echte ceramiekovens, met een gescheiden stook- en bakkamer. Het opbouwen van een dikke laag as in een dergelijke oven is echter nagenoeg onmogelijk.

Henry Chapman Mercer, één van de opmerkelijkste figuren uit de Amerikaanse Arts and Crafts Movement, was de eerste die experimenten uitvoerde om *Black-topped* aardewerk te imiteren. Hij ontwikkelde een techniek die in één enkele operatie uitgevoerd werd maar waarvoor in tegenstelling tot Petrie's idee geen gebruik gemaakt werd van een echte ceramiekoven. Mercer's baktechniek wijkt niet zo sterk af van onze experimenten maar ongelukkigerwijze werd er weinig aandacht aan besteed, voornamelijk omdat ze nooit in detail gepubliceerd werden maar enkel op een algemene manier beschreven werden in een opgravingverslag over Kerma ceramiek (MacIver & Woolley 1909: 17-18).

Het onderzoek naar *Black-topped* aardewerk ging de verkeerde richting uit toen Alfred Lucas zich ervoor begon te interesseren (Lucas 1932). Hij was nochtans de grootste expert van zijn tijd over de materialen en technieken van het oude Egypte (Lucas & Harris 1962) en over het algemeen leverde hij bijzonder goed werk af, ondermeer als expert bij de conservatie van de objecten uit het graf van Tutankhamon in de jaren '20 van vorige eeuw.

Volgens Lucas werd de zwarte rand van *Black-topped* aardewerk bekomen door be-roking en niet door een reducerende brandatmosfeer. Lucas suggereerde daarom een baktechniek in twee stappen waarbij het vaatwerk eerst gebakken werd in een gewone oven en roodgloeiend omgekeerd op een laag zaagmeel werd geplaatst. Alhoewel de praktische uitvoering van de techniek de nodige moeilijkheden opleverde en het bekomen resultaat niet echt overeenstemde met de originele potten werd de theorie van Lucas toch vrij algemeen aanvaard, wat zeker grotendeels het gevolg was van zijn nagenoeg onaantastbaar statuut als technisch expert van oude technieken. Voor een zeldzame keer sloeg Lucas echter de bal mis maar het duurde tot in 1974 voor onomstotelijk vast kwam te staan dat de zwarte rand van een *Black-topped* pot niet

⁵ Het volgende is een samenvatting van Hendrickx, Friedman & Loyens 2000: 172-178.



Fig. 1. Black-topped vaas. (d'Amicone 2003: fig. 3).

veroorzaakt wordt door afzetting van koolstof via beroking maar reductie in combinatie met afzetting van koolstof (Eissa e.a. 1974).

Gedurende de laatste decennia werd slechts in beperkte mate geëxperimenteerd met *Black-topped* technieken, en telkens in elektrische ovens waarmee de baktemperatuur en de brandomstandigheden op de voet gevolgd kunnen worden wat erg aantrekkelijk is voor wetenschappelijke experimenten maar waardoor het benaderen van de oude technieken in dit geval per definitie uitgesloten mag worden. Het gevolg van dit alles was dat zelfs de belangrijkste specialisten van Egyptische ceramiek uitgingen van een productieproces in twee stappen (Nordström 1972: 45; Arnold & Bourriau 1993: 95; Friedman 1994: 97-98; Bourriau, Nicholson & Rose 2000: 128).

Recent onderzoek

De laatste jaren kwam de *Black-topped* problematiek echter in een stroomversnelling terecht. Vooreerst waren er de experimenten van de auteur die aanvankelijk niet met historische bedoelingen werden uitgevoerd maar nadien in die richting evolueerden door samenwerking met in Egyptische ceramiek gespecialiseerde archeologen en uiteindelijk met hen gepubliceerd werden (Hendrickx, Friedman & Loyens 2000).

Voor de experimenten werd gebruik gemaakt van de *pit fire* techniek waarbij normaalwijze in een open put gestookt wordt maar die omwille van het Belgische klimaat in een met bakstenen gebouwde "put" uitgevoerd werd (Fig. 2).⁶ De te bakken stukken werden omgekeerd met het bovenstuk in een laag schavelingen geplaatst afgedekt met zaagmeel dat aangedrukt werd (Fig. 3).⁷ Hierboven werd steeds grover wordend hout geplaatst (Fig. 4). Het vuur werd van boven aangestoken en moest zich een weg naar beneden zoeken. De temperatuurontwikkeling werd op twee plaatsen gemeten, ter hoogte van het deel van de potten dat respectievelijk zwart en rood moest worden. Uit de temperatuurscurve blijkt dat de hitte zich in het bovendeel van de oven zeer snel ontwikkelde en binnen de tien minuten 900°C bereikte.⁸ In het laagste deel van de oven daarentegen, waar de zwarte kleur moest ontstaan, werd slechts na twee uur de kritisch waarde bereikt van 573°C, waarop zich de silica sprong voordoet, die voor een laagbakkende kleisoort zoals Nijl silt ongeveer overeen zal komen met de omzetting van klei in ceramiek. Daarna duurde het nog een half uur vooral de hoogste temperatuur, 662°C gemeten werd.⁹ Op dat ogenblik was de temperatuur in het bovendeel van de oven reeds teruggelopen tot 470°C. De resultaten van deze manier van stoken zijn erg bevredigend (Fig. 5). De bekomen zwarte rand is identiek met die van de oude *Black-topped* vazen. Een belangrijk bewijs is dat

⁶ Voor een gedetailleerde beschrijving, zie Hendrickx, Friedman & Loyens 2000: 179-183.

⁷ In de oudheid zal alternatieve brandstof gebruikt zijn, zoals kaf of gedroogde mest.

⁸ De zeer snelle temperatuurstijging zal normaal leiden tot breuk in het te bakken materiaal en dit gebeurde ook voor een aantal teststukken. Het hier beschreven experiment werd echter op een mooie zomeravond gehouden met een lichte wind die het vuur kon aanwakkeren doordat de bakstenen waarmee de "put" gebouwd was niet volledig aansloten. In een echte put zal de temperatuur zeker langzamer ontwikkelen en ook niet zo hoog oplopen, waardoor het risico op breuk door temperatuurschok zal verminderen.



Fig. 2. Oven gebruikt voor het *Black-topped* experiment. De positie van de pyrometers geeft aan op welke hoogte de temperaturen gemeten werden.



Fig. 3. Het laden van de oven. Vazen en teststukken in zaagsel geplaatst.



Fig. 4. Het laden van de oven. Gekleefd hout boven dun hout.



Fig. 5. *Black-topped* vaas gestookt in het beschreven experiment.

de voor de antieke voorbeelden karakteristieke overgangszone tussen het zwarte en rode deel, die iets minder donker rood is en minder sterk glanst, ook bij experimentele stukken voorkomt.

Het blijkt dus wel degelijk mogelijk om *Black-topped* aardewerk te maken in één enkele stookoperatie, waarbinnen een deel van de oven oxiderend en het andere reducerend bakt. Essentieel daarbij lijkt het “verzegelen” met aangedrukt zaagmeel tussen de twee zones. Tijdens het bakken verkoolt het fijne brandmateriaal eerst (droge destillatie) en geeft daarbij een koolstoflaag die zuurstof tegenhoudt en ervoor zorgt dat de scherf aan het oppervlak verzegeld is en geen zuurstof meer kan doordringen in de kern van de scherf.

Toch werd in de publicatie van de resultaten de mogelijkheid open gelaten dat in de Predynastische periode in twee stappen gewerkt werd maar dan niet via beroking maar wel door secundair stoken. Deze eventualiteit werd voorzien op aandringen van Renée Friedman, medeauteur van het artikel en directrice van de belangrijke opgravingen te Hierakonpolis,¹⁰ de enige plaats waar de productie van Predynastische ceramiek archeologisch kan nagegaan worden. Zij had in de omgeving van pottenbakkersovens grote hoeveelheden volledig rood gebakken aardewerk gevonden, gekend als *Red-polished* (Petrie 1921: pl. IX-XIV), met vormen die meestal bij *Black-topped* ceramiek voorkomen en veronderstelde daarom dat het eventueel om vaatwerk kon gaan dat bedoeld was om nog eens gebakken te worden tot *Black-topped*. Technisch gezien is dit geen enkel probleem maar het is wel een verkwisting van brandstof, en aangezien hout in Egypte altijd relatief schaars is geweest, is dit weinig logisch. De band tussen *Red-polished* en *Black-topped* is trouwens bijzonder nauw aangezien beide ceramieksoorten gemaakt zijn uit dezelfde ceramische pasta en met dezelfde deklaag en afwerking. Ook de vormen zijn erg verwant en het verschil ligt eigenlijk nagenoeg uitsluitend in de aan- of afwezigheid van de zwarte band. Als mogelijke verklaring werd gedacht aan een stookwijze waarmee *Black-topped* en *Red-polished* vaatwerk tegelijkertijd kon vervaardigd worden door de volledig rood te stoken potten te stapelen boven op degene die een zwarte rand moesten krijgen (Fig. 6).

Onafhankelijk van de eigen experimenten had intussen ook onderzoek plaatsgevonden in Japan, waarbij de in Egypte werkende archeoloog Masahiro Baba samenwerkte met de professionele pottenbakker Masanori Saito (Baba & Saito 2004).¹¹ Zij hadden niet enkel de bedoeling om het principe van de stooktechniek te achterhalen maar ook om een zo getrouw mogelijke archeologische te ondernemen.

Hiervoor testten ze vijf stookmethodes uit, open vuur, open vuur in een put, met modder afgedekt open vuur, stoken in een oven met opwaartse trek,¹² en tenslotte

⁹ De temperaturen die bereikt werden bij het beschreven stookexperiment moeten niet als definitieve waarden beschouwd worden. Het gaat om één enkel experiment. Het is zeker mogelijk om in het onderste deel van de met iets losser brandmateriaal een hogere temperatuur te bereiken en toch nog altijd reducerende omstandigheden te hebben.

¹⁰ Voor een vulgariserende samenvatting over de opgravingen te Hierakonpolis, zie Friedman 2003.

de twee-stappen methode om de ideeën van Lucas te controleren. Telkens werden te bakken stukken op een bed van zagemeel geplaatst. Het beste resultaat werd bekomen door te stoken in een met modder afgedekt open vuur, een techniek die in Japan bekend is als Yunnan stijl. Nadat de te bakken potten op zaagmeel geplaatst zijn, wordt er brandhout tussen en over de stukken aangebracht. Over het geheel van potten en brandhout wordt een laag modder aangebracht die tijdens het bakken een soort korst zal vormen waarin barsten zullen ontstaan. Hierdoor kan het vuur wel aantrekken maar is het toch beter afgeschermd en worden hogere temperaturen bereikt dan bij een open vuur. In principe is de techniek gelijk aan die van onze eigen experimenten maar deze kleinschalige manier van werken zou vanzelfsprekend korter bij de werkelijkheid uit het verleden kunnen staan dan onze manier van werken. Intussen lijkt er ook archeologische bevestiging te zijn voor een stookmethode die goed lijkt op die van het Japanse experiment. Te Hierakonpolis werden enkele eenvoudige pottenbakkersovens opgegraven die bestonden uit ronde "putten" met een diameter van ongeveer 1 meter en een diepte van 30 cm uitgespaard in een platform van klei (Friedman 2004). In en rond de ovens werd een grote hoeveelheid zwaar verbrande scherven met aangekoekte resten van gebrande modder aangetroffen. Deze moeten gediend hebben om de oven af te dekken zoals in het met modder afgedekte vuur dat door Baba en Saito gebruikt werd.¹³

De porositeit van *Black-topped* aardewerk

Eigenaardig genoeg werd de problematiek van de porositeit van *Black-topped* aardewerk pas voor het eerst behandeld naar aanleiding van onze experimenten (Hendrickx, Friedman & Loyens 2000: 183-184). Nochtans, wanneer men eenvoudigweg een paar druppels water op de buitenkant van een *Black-topped* vaas laat vallen zal men onmiddellijk opmerken dat het water veel sneller geabsorbeerd worden door het rode deel dan door het zwarte. Uiteindelijk blijkt de zwarte rand slechts een neveneffect te zijn. De eigenlijke bedoeling van deze baktechniek is om een zwarte binnenkant te bekomen waardoor het vaatwerk beter geschikt wordt om vloeistoffen te bevatten. De decoratieve zwarte rand krijgt men er eigenlijk "gratis" bij. Aangezien Nijl silt niet aan zeer hoge temperatuur kan gebakken worden om de porositeit te verminderen, was het gebruik van de *Black-topped* techniek in dit opzicht erg interessant. Bij mergelklei, die aan hogere temperatuur gebakken kan worden stelt het probleem van de porositeit zich veel minder. Door het toenemende gebruik van mergelklei vanaf de Naqada IIC periode zal het belang van de *Black-topped* techniek

¹¹ Een vroegere versie van dit artikel verscheen reeds in 2001, maar enkel in het Japans (Baba & Saito 2001).

¹² Dit type oven is in Egypte gekend voor het Oude Rijk (Soukiasian e.a. 1990).

¹³ Zie ook Baba 2005.

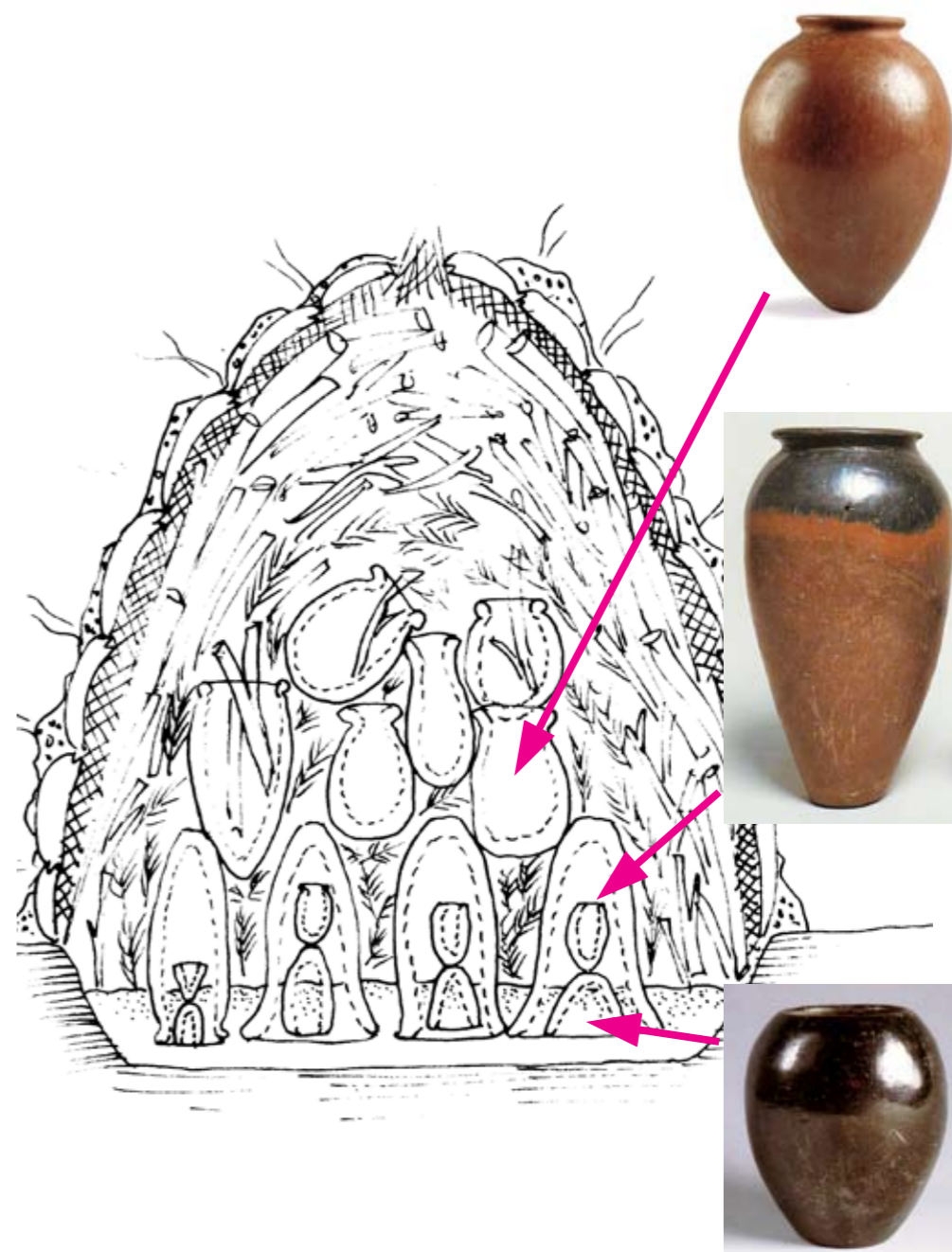


Fig. 6. Reconstructie van een pit-fire waarin gelijktijdig *Black-topped* en *Red-polished* aardewerk kan gebakken worden.



dan ook afnemen zoals blijkt uit de vele voorbeelden van late *Black-topped* vazen die aan de binnenzijde rood-bruin zijn. Deze werden vermoedelijk aan een iets hogere temperatuur gestookt in vergelijking met de vroegere exemplaren, waardoor de koolstof aan de binnenzijde van de potten kon wegbranden terwijl de zwarte rand aan de buitenzijde beter gefixeerd was door de sliblaag en de polijsting.

Toch bleef er na de publicatie van de experimenten nog een moeilijkheid over. De rand van een vaas is de meest kwetsbare plaats en in het geval van *Black-topped* aardewerk nagenoeg altijd dunner dan de wand van de vaas gemiddeld is. Sommige *Black-topped* vazen hebben zeer dunne randen om ze geschikt te maken als drinkbekers. Het probleem werd reeds aangehaald in twee summier gepubliceerde experimenten uit de jaren '80 van vorige eeuw (Hodges 1982; Privati 1986). Onafhankelijk van elkaar gingen ze er van uit dat de randen van *Black-topped* aardewerk harder moesten gebakken zijn dan de rest van de stukken. Hodges (1982: 49) veronderstelt zelfs een temperatuur van 900°C, helaas zonder te vermelden hoe hij hiertoe komt. Dit is echter onmogelijk omdat bij een dergelijke hoge temperatuur koolstof weg zou branden en de glanzend zwart kleur van *Black-topped* aardewerk zou verdwijnen.

72

Maar het is inderdaad niet logisch dat juist de rand op een veel lagere temperatuur zou gebakken zijn in vergelijking met de rest van het stuk, zoals uit onze experimenten bleek. De maximumtemperatuur bereikt voor de zwarte rand was 662°C en normaal zou dit een broze scherf moeten opleveren en zou het verschil met het rode deel goed waarneembaar moeten zijn, en bijvoorbeeld hoorbaar wanneer men er eens tegen tikt, wat echter niet het geval is.

De verklaring voor de stevigheid en geringere porositeit van het zwarte oppervlak kan niet enkel te zoeken zijn in de koolstofabsorptie daar het moeilijk is om voor te stellen dat deze de scherf sterker zou maken. Absorptie van koolstof zorgt wel voor een toename van de waterdichtheid doordat de fijne koolstofdeeltjes de poreuze poriën van de klei toestoppen. De porositeit vermindert ook door de gepolijste deklaag die zorgt voor een afgedichte wand

Maar daarnaast moet er door de reductie een verandering in de scherf ontstaan die invloed heeft op de hardheid en de porositeit. Dit gebeurt doordat onder reductie zuurstofhoudende rode ijzeroxide samen met koolstof reduceert naar zwarte ijzeroxide en hierdoor een vloeimiddel wordt dat zorgt voor een vroege sintering (verglazing) (Hamer & Hamer 1975: 26, zie ook Versluys 1993: 272). Hierdoor kan de klei aan een lagere temperatuur (900°C volgens Hamer & Hamer 1975) gaan sinteren waardoor de laaggebakken scherf toch sterk is en tevens minder water opneemt. Maar tijdens het experiment waarop deze studie gebaseerd is, werd zelfs de lagere

temperatuur van 900°C niet gehaald en toch blijkt de vroege sintering op te treden. De verklaring hiervoor kan gezocht worden in het feit dat Nijlklei montmorillonitisch is (Kishk ea. 1976) en in dergelijke klei functioneert Fe(II) als smeltmiddel waardoor een glasfase ontstaat.¹⁴ De noodzakelijk Fe(II) wordt bekomen door de verbranding van de belangrijke hoeveelheid organische elementen in Nijlklei, die reeds bij 200-400° koolstofresten oplevert die volstaan om Fe(III) verbindingen te reduceren tot Fe(II) verbindingen. Daarnaast is er de aanwezigheid van zout in Nijlklei (cf. Bourriau 2004), dat in combinatie met ijzer en koolstof als eutecticum werkt, waardoor de smelttemperatuur van de combinatie van vloeimiddelen lager komt te liggen dan die van de afzonderlijke vloeimiddelen. Tenslotte kan de fijne sliblaag ("terra sigillata" slib) waarmee de potten bedekt zijn een rol spelen. Naarmate kleiplaatjes kleiner zijn sinteren ze immers bij een lagere temperatuur, waardoor ceramiek een sterker en minder poreus oppervlak krijgt.

Abstract

The technology used for the production of Predynastic Egyptian Black-topped pottery has long been a matter of discussion. One of the main reasons for this is an error made early in the 20th century by Alfred Lucas, in those days the most influential expert on ancient Egyptian technology. He postulated a two-step method in which red hot vessels were removed from the kiln and placed on a bed of chopped straw or chaff. Although the results of his experiments were not entirely convincing, this did not prevent the idea of a two-step method becoming generally accepted in literature on ancient Egyptian pottery. Recent experiments have shown that Black-topped pottery can easily be produced in a single operation by using two different kinds of combustible, a very fine one in the lower part of a simple pit-kiln, "sealed" by trampling from the rougher combustible in the upper part of the kiln.

This will cause respectively reducing and oxidizing firing circumstances, resulting in the characteristic black and red parts of the vessels. The practical reason for the production of Black-topped pottery is the reduced porosity of the black part of the vessels. This is obtained by the absorption of carbon oxide under reducing circumstances which will fill the pores of clay and also by the presence of a polished slip on the surface of the vessels.

But the black part of the vessels is fired at a lower temperature than the red part, which should make the rim fragile. However, this is not the case. The strength of the sherd and also the reduced porosity are improved by the reduction of oxygen rich

¹⁴ Wim Pastoors, persoonlijke mededeling.

73

red iron oxide with carbon to black iron oxide resulting in early sintering of the black core, which can occur at rather low temperatures for the montmorillonite Nile clay, further improved by the presence of Na and Ca in this clay.

Dankwoord

Ik wil Anne Ausloos, Wim Pastoors, Hein Severijns, Ludo Thys en Luc Versluys danken voor advies over ceramische vragen, en Masahiro Baba, Renée Friedman en Stan Hendrickx voor informatie over de archeologische kant van dit artikel.

Bibliografie

- Archéo-Nil*. Revue de la Société pour l'étude des cultures prépharaoniques de la Vallée du Nil. Paris.
- ARNOLD, De., 1985.** *Ceramic Theory and Cultural Process*. Cambridge.
- ARNOLD, Do. & BOURRIAU, J.D. (eds), 1993.** *An Introduction to Ancient Egyptian Pottery*. Mainz am Rhein.
- BABA, M., 2005.** Understanding the HK Potters: Experimental Firings. *Nekhen News*, 17: 20-21.
- BABA, M. & SAITO, M., 2001.** [Experimental Studies on the Firing Methods of the Black-topped Pottery in Predynastic Egypt.] [Japanese] [*Essays of the Yoshida Manabu Scientific Research Foundation for Cultural Assets*] [Japanese], 1: 69-80, 102-106.
- BABA, M. & SAITO, M., 2004.** Experimental Studies on the Firing Methods of the Black-topped Pottery in Predynastic Egypt. [in:] **HENDRICKX, S.; FRIEDMAN, R.F.; CIALOWICZ, K.M. & CHLODNICKI, M.** (eds.), *Egypt at its Origins. Studies in Memory of Barbara Adams. Proceedings of the International Conference "Origin of the State. Predynastic and Early Dynastic Egypt", Krakow, 28th August - 1st September 2002: 575-589*. Leuven - Paris - Dudley.
- BOURRIAU, J.D.; NICHOLSON, P.T. & ROSE, P.J., 2000.** Pottery. [in:] **NICHOLSON, P.T. & SHAW, I.** (eds.), *Ancient Egyptian Materials and Technology: 121-147*. Cambridge.
- CIALOWICZ, K.M., 2001.** *La naissance d'un royaume. L'Égypte dès la période prédynastique à la fin de la 1ère dynastie*. Krakow.
- D'AMICONE, E., 2001.** *The Art of Vessel Production*. Torino.
- EISSA, N.A.; SALLAM, H.A.; SALEH, S.A.; TAIEL, F.M. & KEZTHELYI, L., 1974.** Moessbauer Effect Study of Ancient Egyptian Pottery and the Origin of the Color in Black Ware. [in:] **BISHAY, A.** (ed.), *Recent Advances in Science and Technology of Materials*, vol. 3: 85-98. London - New York.
- FRIEDMAN, R.F., 1994.** *Predynastic Settlement Ceramics of Upper Egypt: A Comparative Study of the Ceramics of Hemamieh, Naqada and Hierakonpolis*. Berkely.
- FRIEDMAN, R.F., 2003.** City of the Hawk. *Archaeology*, 56,6: 50-56.
- FRIEDMAN, R.F. 2004.** Predynastic Kilns at HK11C: One Side of the Story. *Nekhen News*, 16: 18-19.
- GRATIEN, B., 1978.** *Les cultures Kerma. Essai de classification*. Lille.
- HAMER, F. & HAMER, J., 1975.** *The Potters Dictionary of Materials and Techniques*. London - Philadelphia.
- HENDRICKX, S., 1996.** The Relative Chronology of the Naqada Culture: Problems and Possibilities. [in:] Spencer, A.J. (ed.), *Aspects of Early Egypt: 36-69*. London.
- HENDRICKX, S.; FRIEDMAN, R.F.; LOYENS, F., 2002.** Experimental Archaeology concerning Black-Topped Pottery from Ancient Egypt and the Sudan. *Cahiers de la Céramique Égyptienne*, 6: 171-187. Le Caire.

- HENDRICKX, S. & VAN DEN BRINK, E.C.M., 2002.** Inventory of Predynastic and Early Dynastic Cemetery and Settlement Sites in the Egyptian Nile Valley. [in:] **VAN DEN BRINK, E.C.M. & LEVY, T.E.** (eds.), *Egypt and the Levant. Interrelations from the 4th through the Early 3rd Millennium B.C.E.: 346-399*. London - New York.
- HODGES, H., 1982.** Black-Topped Pottery, an Empirical Study. *Bulletin de Liaison du Groupe International d'Etude de la Céramique Egyptienne*, 7: 45-51.
- KAISER, W., 1957.** Zur inneren Chronologie der Naqadakultur. *Archaeologia Geographica*, 6: 69-77.
- KISHK, F.M.; EL-ATTAR, H.A.; HASSAN, M.N. & EL-SHEEMY, H., 1976.** Mineralogical and Chemical Composition of the Clay Fraction of some Nile Alluvial Soils in Egypt. *Chemical Geology*, 17: 295-305.
- LUCAS, A., 1932.** Black and Black-Topped Pottery. *Annales du Service des Antiquités Egyptiennes*, 32: 93-96.
- LUCAS, A. & HARRIS, J.R., 1962.** *Ancient Egyptian Materials and Industries*. 4th rev. ed. London.
- MACIVER, D.R. & WOOLLEY, C.L., 1909.** *Areika*. Eckley B. Coxe Junior Expedition to Nubia, I. Philadelphia.
- MIDANT-REYNES, B., 2000.** *The Prehistory of Egypt. From the First Egyptians to the First Pharaohs*. Oxford.
- NOLL, W., 1981.** Bemalte Keramiken Altägyptens: Material, Rohstoffe und Herstellungstechnik. [in:] **ARNOLD, D.** (ed.), *Studien zur altägyptischen Keramik*. Mainz: 103-138.
- NORDSTRÖM, H.A., 1972.** *Neolithic and A-Group Sites*. Scandinavian Joint Expedition to Sudanese Nubia 3. Copenhagen.
- PETRIE, W.M.F., 1896.** *Naqada and Ballas*. London.
- PETRIE, W.M.F., 1901.** *Diospolis Parva. The Cemeteries of Abadiyeh and Hu. 1898-1899*. London.
- PETRIE, W.M.F., 1912.** Black Glaze on Ancient Egyptian Pottery. *Cairo Scientific Journal*, 6: 67.
- PETRIE, W.M.F., 1921.** *Corpus of Prehistoric Pottery and Palettes*. London.
- PRIVATI, B. 1986.** Remarques sur les ateliers de potiers de Kerma et sur la céramique du groupe C. *Geneva*, 34: 23-24.
- SOUKIASIAN, G.; WUTTMANN, M.; PANTALACCI, L.; BALLEST, P. & PICON, M., 1990.** *Balat III. Les ateliers de potiers d'Ayn-Asil*. Fouilles de l'Institut français d'archéologie orientale 34. Le Caire.
- SOWADA, K.N. 1999.** Black-topped Ware in Early Dynastic Contexts. *Journal of Egyptian Archaeology*, 85: 85-102.
- VERSLUYS, L., 1993.** *Het kleiboek: oude technieken en nieuwe mogelijkheden*. Leuven.