

Zeitschrift: Cahiers d'archéologie romande
Herausgeber: Bibliothèque Historique Vaudoise
Band: 142 (2013)

Artikel: Les occupations de l'âge du Bronze final : Onnens-Le Motti, La Golette, Beau Site
Autor: Katona Serneels, Ildiko / Serneels, Vincent
Anhang: Annexe 2 : étude des céramiques surcuites provenant des fouilles d'Onnens VD/Beau site
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-835829>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Annexe 2. Etude des céramiques surcuites provenant des fouilles d'Onnens VD/Beau site

Ildiko Katona Serneels et Vincent Serneels

Des tessons d'aspect surcuit sont anormalement abondants dans le matériel céramique récolté lors des fouilles d'Onnens VD-Beau Site. Afin de vérifier cette impression, 30 fragments représentatifs des différentes catégories présentes sur le site, y compris les pièces d'aspect surcuit, ont été étudiés au laboratoire. Les 30 échantillons ont fait l'objet d'analyse par diffraction des rayons-X (XRD) permettant de déterminer les minéraux présents. Les échantillons ont été analysés à l'aide d'un Diffractomètre Philips PW 1800 (CuK α , 5–80° 2 θ , en utilisant les logiciels de traitement de données PC-APD et X-Pert). De plus, 15 lames minces¹ ont été étudiées au microscope pétrographique (fig. 272).

Les matériaux

Macroscopiquement, le matériel est assez hétérogène. Les tessons présentent des couleurs variées (gris, brun, beige, orangé, etc...) avec parfois des variations importantes sur la même pièce. La taille et la quantité des inclusions non plastiques sont aussi très variables : certaines céramiques sont fines, sans dégraissant apparent alors que d'autres contiennent une forte proportion de grains de roche millimétriques. Enfin, plusieurs pièces montrent une texture plus ou moins poreuse sur une face ou sur les deux.

Les données minéralogiques (XRD) et pétrographiques permettent de cerner cette variation. Dans

la plupart des cas, les potiers ont sélectionné comme matière première, une argile sableuse, contenant une forte proportion de petits grains de quartz et/ou de feldspath (albite/anorthite/anorthoclase). Cette argile sableuse a probablement été utilisée seule, sans ajout complémentaire, pour la confection des céramiques fines. Une argile du même genre a été utilisée avec un ajout de roche granitique concassée, plus ou moins finement, pour la fabrication des céramiques grossières.

Globalement, on peut distinguer trois groupes de pâtes. Le premier groupe correspond à l'utilisation d'une argile sableuse fine, sans ajout de dégraissant. Le second groupe est constitué par les céramiques contenant une forte proportion de dégraissant, mais d'une taille moindre. Enfin, le troisième groupe correspond aux céramiques comportant une forte proportion de dégraissant ajouté de grande taille.

Dans le détail, on observe l'utilisation de matières premières plus variées. Dans deux cas au moins, l'argile utilisée est nettement plus pauvre en grains de sable (NN9 et NN14). De même, on observe des nuances dans le dégraissant ajouté. Dans un cas au moins, il s'agit d'un sable avec des grains fortement arrondis (NN14). De la chamotte est accidentellement présente (NN15). Dans deux cas au moins, on observe une forte proportion de mica blanc (muscovite) dans la céramique (NN18 et NN30) pouvant provenir de l'argile naturelle ou bien avoir été introduit volontairement comme dégraissant.

¹ J.-P. Bourqui est chaleureusement remercié pour la préparation des lames minces.

| N° labo. | N° archéologique | Lame mince | XRD | Impact thermique |
|----------|-----------------------------------|------------|-----|------------------|
| NN01 | K16037-1, Z. 15 | x | x | fort |
| NN02 | K16010-6, Z. 9 | | x | fort |
| NN03 | K16027, CP210, Z. 11 | x | x | fort |
| NN04 | K18976, ZJ155, Z. 110C | x | x | fort |
| NN05 | K18952, ZX166 déc. 2, Z. 98C | x | x | fort |
| NN06 | R9, Z. 11 | | x | fort |
| NN07 | R49, Z. 11 | | x | normal |
| NN08 | R21, Z. 9 | x | x | normal |
| NN09 | R83, Z. 9 | x | x | normal |
| NN10 | R42, Z. 57 | | x | normal |
| NN11 | R61, Z. 86 | | x | normal |
| NN12 | K16037-1, Z. 15 | x | x | fort |
| NN13 | R75 16357-4, Z. 57 | | x | fort |
| NN14 | K16038-23, Vrac, Z. 16 | x | x | normal |
| NN15 | K16135-2, Z. 49 | x | x | fort |
| NN16 | K13215-18, Z. 11 | x | x | fort |
| NN17 | K16012-11, Z. 9 | x | x | normal |
| NN18 | R28, Z. 83 | x | x | normal |
| NN19 | K16014, CJ202, Z. 9 | | x | normal |
| NN20 | K16142-1, St. 66, Z. 24C | | x | normal |
| NN21 | K18965, ZY165, déc. 3, Z. 98C | | x | normal |
| NN22 | K18979, St. 201, Z. 111 | | x | normal |
| NN23 | R22, Z. 16 | | x | normal |
| NN24 | K18974, déc. 2, Z. 11 | | x | normal |
| NN25 | K18953, AK197, déc. 1, Z. 95C | | x | normal |
| NN26 | K22716, St. 287, Z. 118 | x | x | normal |
| NN27 | R106, K22564-1, ZM190, déc. 1 | | x | normal |
| NN28 | R24, 16043-5, CR196, Z. 17 | x | x | normal |
| NN29 | K18119-14, déc. 5, St. 132, Z. P5 | | x | normal |
| NN30 | K16043, CW198-199, R25, Z. 17 | x | x | normal |

Fig. 272. Onnens-Beau Site. Récapitulatif des échantillons étudiés et des analyses effectuées.

Dans toutes les lames étudiées, le matériau reste cependant globalement de nature similaire, à savoir, une matrice siliceuse à laquelle on ajoute ou pas du dégraissant siliceux. Dans aucune lame, on n'a observé la présence de calcite, ni comme dégraissant, ni dans la pâte argileuse. Par contre, deux spectres de diffraction font apparaître un minéral calcique, à savoir le diopside (NN9 et NN 13). Cela montre que, si la règle est d'utiliser des matières premières siliceuses, on a aussi pu occasionnellement employer une argile contenant un peu de calcium.

Les températures

La coloration des pâtes céramiques ne fournit pas directement d'indice concernant les températures atteintes au cours de la cuisson. Les couleurs sont en

fait en relation à la fois avec la composition chimique des pâtes (calcaire/siliceuse) et avec les conditions d'oxydation/réduction au cours de la cuisson et du refroidissement (Freudiger-Bonzon 2005).

La porosité d'une céramique peut avoir plusieurs origines. Elle peut résulter d'une compaction incomplète de la pâte lors de la fabrication, de la combustion de matériaux organiques au cours de la cuisson (dégraissant végétal) ou de l'action du dégazage (déshydratation/décarbonatation) lors de la cuisson. La taille et la forme des pores évoluent avec l'état de plasticité de la matière. Lorsque la température est proche du point de fusion, les pores ont tendance à s'arrondir et à fusionner. La présence de pores aux formes arrondies est donc un indice de cuisson à température élevée. De tels pores sont nettement visibles sur certains tessons étudiés. C'est le cas des pièces NN1, 4, 5, 12, 15 et 16 (fig. 273).

| N° labo. | Groupe macroscopique | | | Porosité | Observations microscopiques | | |
|----------|----------------------|-------|----------|----------|-----------------------------|-----------------------|----------|
| | Fin | Moyen | Grossier | | Matrice | Dégraissant | |
| NN01 | | | | forte | sableuse | granite concassé | grossier |
| NN02 | | | | moyenne | | | |
| NN03 | | | | moyenne | sableuse | granite concassé | fin |
| NN04 | | | | forte | sableuse | granite concassé | moyen |
| NN05 | | | | forte | sableuse | pas d'ajout | |
| NN06 | | | | - | | | |
| NN07 | | | | - | | | |
| NN08 | | | | - | sableuse | pas d'ajout | |
| NN09 | | | | - | argileuse | granite concassé | grossier |
| NN10 | | | | - | | | |
| NN11 | | | | - | | | |
| NN12 | | | | moyenne | sableuse | granite concassé | grossier |
| NN13 | | | | - | | | |
| NN14 | | | | - | argileuse | sable grains arrondis | |
| NN15 | | | | forte | sableuse | chamotte | |
| NN16 | | | | forte | sableuse | pas d'ajout | |
| NN17 | | | | - | sableuse | granite concassé | grossier |
| NN18 | | | | - | sableuse + mica | pas d'ajout | |
| NN19 | | | | - | | | |
| NN20 | | | | - | | | |
| NN21 | | | | - | | | |
| NN22 | | | | - | | | |
| NN23 | | | | - | | | |
| NN24 | | | | - | | | |
| NN25 | | | | - | | | |
| NN26 | | | | - | sableuse | granite concassé | fin |
| NN27 | | | | - | | | |
| NN28 | | | | - | sableuse | granite concassé | grossier |
| NN29 | | | | - | | | |
| NN30 | | | | - | sableuse + mica | granite concassé | moyen |

Fig. 273. Onnens-Beau Site. Récapitulatif des observations macroscopiques et en lame mince.

Enfin, au cours de la cuisson, on assiste à des transformations minéralogiques, en fonction de la température. Certains minéraux initialement présents dans la pâte céramique sont déstabilisés et disparaissent. De nouveaux minéraux, stables à haute température, cristallisent. Ces transformations sont complexes et se produisent à des températures différentes en fonction de la composition minéralogique et de la composition chimique de la pâte (calcique/siliceuse) ainsi que des conditions de cuisson (milieu oxydant/

réducteur). Ces transformations ont été étudiées du point de vue expérimental (voir la bibliographie dans Freudiger-Bonzon 2005). Dans le cas de l'étude de *Beau Site*, les lames minces fournissent des informations générales qui sont suffisantes pour connaître la composition chimique globale. Les analyses par diffraction des rayons X (XRD) permettent d'identifier les minéraux qui sont présents (fig. 274). Il n'y a pas eu d'analyse chimique ni d'étude expérimentale sur des argiles locales.

| N° labo. | N° archéologique | Quartz | Plagioclase | K-Feldspath | Phyllosilicates | Spinel | Diopside | Ox. Fe |
|----------|-----------------------------------|--------|-------------|--------------|----------------------|-----------|----------|----------|
| NN01 | K16037-1, Z. 15 | Qtz | Albite | Anorthoclase | | Hercynite | | |
| NN02 | K16010-6, Z. 9 | Qtz | Albite | Anorthoclase | | Hercynite | | |
| NN03 | K16027, CP210, Z. 11 | Qtz | Albite | Anorthoclase | | Hercynite | | |
| NN04 | K18976, ZJ155, Z. 110C | Qtz | Albite | Anorthoclase | | Hercynite | | |
| NN05 | K18952, ZX166 déc. 2, Z. 98C | Qtz | Albite | Anorthoclase | | Hercynite | | |
| NN06 | R9, Z. 11 | Qtz | Albite | Anorthoclase | | Hercynite | | Hématite |
| NN07 | R49, Z. 11 | Qtz | Albite | | | | | |
| NN08 | R21, Z. 9 | Qtz | Albite | | Muscovite/ illite | | | |
| NN09 | R83, Z. 9 | Qtz | Albite | | | | Diopside | |
| NN10 | R42, Z. 57 | Qtz | Albite | | Muscovite/ illite | | | |
| NN11 | R61, Z. 86 | Qtz | Anorthite | | Muscovite/ illite | | | |
| NN12 | K16037-1, Z. 15 | Qtz | Albite | Anorthoclase | | Hercynite | | |
| NN13 | R75 16357-4, Z. 57 | Qtz | | | | Hercynite | Diopside | |
| NN14 | K16038-23, Vrac, Z. 16 | Qtz | Anorthite | | Muscovite/ illite | | | |
| NN15 | K16135-2, Z.49 | Qtz | Albite | Anorthoclase | | Hercynite | | |
| NN16 | K13215-18, Z. 11 | Qtz | Albite | Anorthoclase | | Hercynite | | |
| NN17 | K16012-11, Z. 9 | Qtz | Anorthite | | Muscovite/ illite | | | |
| NN18 | R28, Z. 83 | Qtz | Albite | Anorthoclase | Muscovite/ illite | | | |
| NN19 | K16014, CJ202, Z. 9 | Qtz | Anorthite | | Muscovite/ illite | | | |
| NN20 | K16142-1, St. 66, Z. 24C | Qtz | Albite | | Muscovite/ illite | | | |
| NN21 | K18965, ZY165, déc. 3, Z. 98C | Qtz | Anorthite | | Muscovite/ illite | | | Ht? Mt? |
| NN22 | K18979, St. 201, Z. 111 | Qtz | Albite | | Muscovite/ illite | | | |
| NN23 | R22, Z. 16 | Qtz | Albite | Anorthoclase | Muscovite/ illite | | | |
| NN24 | K18974, déc. 2, Z. 111 | Qtz | Albite | Anorthoclase | Muscovite/ illite | | | |
| NN25 | K18953, AK197, déc.1, Z. 95C | Qtz | Albite | Anorthoclase | Muscovite/ illite | | | |
| NN26 | K22716, St. 287, Z. 118 | Qtz | Albite | Anorthoclase | Muscovite/ illite | | | |
| NN27 | R106, K22564-1, ZM190, déc. 1 | Qtz | | Anorthoclase | | | | Hématite |
| NN28 | R24, 16043-5, CR196, Z. 17 | Qtz | Albite | Anorthoclase | Muscovite/ illite | | | |
| NN29 | K18119-14, déc. 5, St. 132, Z. P5 | Qtz | Albite | Anorthoclase | Muscovite/ illite | | | |
| NN30 | K16043, CW198-199, R25, Z. 17 | Qtz | Albite | Anorthoclase | Muscovite/ illite | | | |

Fig. 274. Onnens-Beau Site. Minéralogie des échantillons. Résultats obtenus en XRD.

Dans le cas des pièces étudiées à *Beau Site*, des minéraux de haute température ont été détectés dans plusieurs échantillons. Dans les échantillons NN1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 13, 15 et 16, la «hercynite» a été identifiée dans les spectres de diffraction X. La hercynite est un spinelle ferro-alumineux (FeAl_2O_4) qui se forme dans les pâtes céramiques siliceuses, en milieu oxydant et réducteur, au-dessus d'une température de 850°C. Ce minéral n'est pas observable dans les lames minces, sans doute parce qu'il se trouve sous la forme de cristaux de très petite taille, détectables par XRD mais trop petits pour être observés au microscope. C'est généralement le cas pour les minéraux qui recristallisent au cours de la cuisson d'une pâte céramique.

Dans les échantillons NN9 et 13, le minéral «diopside», un pyroxène calcique ($\text{MgCaSi}_2\text{O}_6$), a été observé. Ce minéral se forme dans des pâtes contenant au moins un peu de calcium, en atmosphère oxydante ou réductrice, entre 850 et 900°C. Dans l'échantillon NN13, la hercynite et le diopside sont tous les deux présents. Comme pour la hercynite, le diopside n'est pas identifiable au microscope, sans doute également parce qu'il s'agit de recristallisation. Sur l'échantillon NN13, l'observation macroscopique permet de déceler la présence d'auréole blanchâtre autour de certains pores dans la céramique. Cette configuration fait penser à une zone de réaction entre un grain de calcite disparu et la matrice argileuse. Cela pourrait être une explication cohérente pour expliquer la présence de diopside dans l'échantillon.

La hercynite et le diopside sont des minéraux rares dans la nature et il est très improbable qu'ils fassent partie des matières premières de la pâte céramique. Leur présence est donc une preuve d'un impact thermique anormalement élevé sur les tessons qui les contiennent.

Les autres échantillons étudiés présentent des spectres de diffraction X assez banals. Ils contiennent du quartz, des feldspaths (albite/anorthite/anorthoclase) et un minéral de la famille des phyllosilicates, soit l'«illite», soit la «muscovite». Ces deux derniers minéraux, qui présentent chacune différentes variantes, sont impossibles à distinguer l'un

de l'autre par leurs spectres RX. Au microscope, il est impossible d'identifier l'illite qui est une argile qui forme toujours des cristaux extrêmement petits et indiscernables. La muscovite qui est un mica (mica blanc), est un minéral fréquent dans de nombreuses roches, en particulier dans les roches métamorphiques (gneiss et schistes). Ce minéral est le plus souvent identifiable au microscope dans les roches. Dans les échantillons étudiés, deux lames minces contiennent de la muscovite (NN 18 et 30). Dans NN 30, la muscovite est même visible macroscopiquement. Elle est très abondante, sous forme de lamelles dans la matrice argileuse. Sa présence peut s'expliquer par l'utilisation d'une argile naturelle contenant des micas. Ce cas est relativement rare dans la nature, sauf dans les régions où les roches riches en micas sont abondantes. Ce n'est pas le cas normalement ni dans la chaîne du Jura ni sur le Plateau suisse. Cela est plus probable dans les régions internes des Alpes. La muscovite peut aussi avoir été ajoutée à la pâte céramique, comme dégraissant. Dans ce cas, ces grains proviendraient du broyage d'une roche riche en micas. Il est possible de récolter dans les blocs de moraine glaciaire des morceaux de schistes, cependant ceux-ci sont peu abondants, compte tenu de leur dureté relativement faible. Il est aussi possible de trouver de telles roches dans le milieu alpin. Il est par contre très peu probable que les gros grains de muscovite dans cette lame NN30 résultent de la recristallisation de minéraux argileux.

Dans les autres échantillons dans lesquels illite et/ou muscovite ont été détectées, il est impossible de trancher sur la nature exacte du minéral présent. D'après les données expérimentales, les illites/muscovites restent stables jusqu'à des températures relativement élevées, jusqu'à 950°C dans certaines conditions. On remarquera cependant qu'à *Beau Site*, les pics de illite/muscovite n'ont jamais été observés en même temps que ceux de la hercynite et du diopside.

Les échantillons analysés ne montrent jamais la présence des autres minéraux argileux (smectites, vermiculites), alors que leur présence serait normale dans les argiles du Plateau suisse ou du Jura. Ces minéraux contiennent de l'eau et se transforment à des températures basses (600°C). Leur absence est sans doute

une indication que tous les tessons ont été cuits à des températures au moins supérieures à 600°C.

Des oxydes de fer ont été observés dans trois échantillons (NN6, 21, 27). Dans les trois cas, l'« hématite » (Fe_2O_3) a été identifiée. La présence de « magnétite » (Fe_3O_4) est possible dans l'échantillon NN21, mais pas certaine. Ces deux minéraux peuvent se trouver dans les matières premières de la pâte céramique. L'hématite reste stable pendant la cuisson en atmosphère oxydante. Elle a tendance à se transformer en magnétite lorsque l'atmosphère est réductrice. La magnétite a le comportement inverse.

Il est fréquent que les argiles contiennent des hydroxydes de fer (« goethite », FeO.OH , etc) qui, lors du chauffage, se transformeront en oxydes (hématite ou magnétite). Cette transformation débute aux alentours de 500°C.

Dans le cas des échantillons de *Beau Site*, en l'absence de lames minces et d'une connaissance précise des matières premières, il est difficile d'utiliser les oxydes de fer pour déduire des températures de cuisson.

Les autres minéraux (quartz et feldspaths) présents dans les céramiques de *Beau Site* ne présentent pas de modifications importantes en dessous de 900°C. Dans la plupart des cas on enregistre des modifications de ces minéraux vers 1050°C. La présence de ces minéraux montre que les céramiques n'ont pas subi des températures extrêmement élevées (>1050°C).

Conclusion

On constate que les deux indices les plus probants pour un impact thermique anormalement élevé, la présence de minéraux de haute température et une porosité arrondie abondante, se retrouvent pour les échantillons NN 1, 4, 5, 12, 15 et 16. Ces tessons sont aussi tous de couleur grise, mais pas tous colorés de manière uniforme. D'autres tessons gris ne contiennent pas de minéral de haute température. Enfin les échantillons contenant du diopside sont de couleur claire (pâte calcaire).

L'étude, en particulier les spectres de diffraction X, apporte la preuve qu'une partie des tessons provenant d'Onnens ont bel et bien subi un impact thermique anormalement important, au-delà de 850°C. Cette situation semble affecter des tessons de toutes sortes, c'est-à-dire aussi bien céramiques fines sans dégraissant que les céramiques à dégraissant grossier. Il y a même deux cas de céramiques légèrement calcaires ayant subi une forte cuisson.

Les observations effectuées ne permettent pas de caractériser l'événement qui a provoqué cet impact thermique anormal. Plusieurs possibilités peuvent être évoquées.

La surcuisson peut s'être produite au moment de la cuisson des céramiques. La surcuisson peut provenir d'un dysfonctionnement pendant l'opération. On peut aussi imaginer qu'elle résulte de la réutilisation de tessons pour couvrir le tas de cuisson, etc.

La surcuisson peut s'être produite après la cuisson des céramiques, lors de l'utilisation mais il est difficile d'identifier une utilisation à très haute température.

La surcuisson peut s'être produite après la cuisson de manière accidentelle, par exemple au cours d'un incendie. D'autres hypothèses sont sans doute envisageables.