

Zwei Töpferöfen in der Winterthurer Altstadt

Peter Lehmann

Ein spätmittelalterlicher Töpferofen
(Untertor 21–25)

Eine Hafnerwerkstatt des 19. Jahrhunderts
(Oberer Graben 28)



5. LA CÉRAMIQUE DU FOUR DE POTIER D'UNTERTOR 21-25, WINTERTHUR: ÉTUDE CHIMIQUE, MINÉRALOGIQUE ET TECHNIQUE (*Hamdalah Béarat*)

5.1. Introduction

5.1.1. Objectifs du travail

L'analyse chimique et minéralogique des céramiques anciennes vise plusieurs objectifs: la distinction de groupes céramiques au sein d'un lot, la détermination de l'origine de fabrication des productions et enfin une meilleure connaissance des techniques de fabrication.

L'établissement de groupes de référence constitue donc une base fondamentale de la recherche céramologique. Un groupe de référence s'établit lorsqu'un ensemble céramique se montre homogène par ses caractères chimiques et minéralogiques et se réfère soit à une argile distincte ou bien à un centre producteur. De ce point de vue, la découverte d'un four de potier s'offre comme une occasion exceptionnelle. C'est bien le cas du four de potier d'Untertor 21-25 à Winterthur.

L'étude des céramiques de ce four a pour objectifs:

- d'établir un ou plusieurs groupes de référence chimiques/minéralogiques de la céramique provenant de ce four;
- de caractériser et comparer sur le plan chimique et minéralogique les différents groupes stylistiques produits par cet atelier;
- d'étudier les techniques de fabrication pratiquées: type et traitement de l'argile utilisée, température de cuisson, atmosphère du four, etc.

5.1.2. Présentation du site

Le four de potier d'Untertor 21-25 a été découvert en plein centre ville de Winterthur en 1984/85 au cours d'une fouille de sauvetage effectuée par le Service Archéologique du Canton de Zurich (Lehmann 1988). Une description de ce four et sa datation sont présentées par le même auteur.

5.1.3. Présentation des échantillons (tableau 15, p. 195)

Au cours de cette fouille une quantité importante de céramiques a été recueillie dans le four ainsi que dans son entourage. Il s'agit d'une céramique commune médiévale du XIV^e siècle (Lehmann 1988). Ces céramiques se répartissent en plusieurs groupes stylistiques: pots, marmites tripods, pichets, cruches, écuelles, etc.

Ce sont quelques échantillons de chacun de ces groupes ainsi que d'argiles ayant servi à construire le four qui ont été choisis en collaboration avec l'archéologue Peter Lehmann, du Service Archéologique du Canton de Zurich. Soit au total 49 échantillons dont:

- argile du fond du four (n = 3);
- argile de la superstructure du four (n = 3);
- tuile (n = 3);
- pots globulaires (n = 10);
- marmites tripods, type I (n = 11);
- marmites tripods, type II (n = 4);
- pichets (n = 5);
- cruches (n = 5);
- saladier (n = 1);
- écuelles (n = 2);
- grands pots glaçurés (n = 2).

En plus, 7 échantillons d'argile ont été prélevés sur plusieurs sites voisins en collaboration avec P. Lehmann, dont: (a) 5 échantillons appartenant à différentes couches d'une carrière d'argile située à Dättlau, à 2-3 km de Winterthur; (b) 1 échantillon prélevé à 2 m de profondeur dans le centre ville de Winterthur, à environ 200 m du four; (c) 1 échantillon prélevé par l'archéologue au cours de la fouille à quelques mètres du four où se trouvait encore une sorte de plate-forme d'argile.

5.1.4. Techniques expérimentales

Chaque tesson est d'abord photographié avant d'être scié. Une tranche est réservée à la préparation d'une lame mince. Une autre partie d'environ 15 g est broyée après nettoyage et séchage. Cette poudre est destinée à l'analyse de phase en diffraction des rayons X et à l'analyse chimique.

Les analyses pétrographiques qualitatives et quantitatives sont effectuées sur lames minces au microscope optique polarisant. Il s'agit là d'une étude de la texture de la pâte et du dégraissant. Nous entendons par ce mot toutes les inclusions ou particules non plastiques qui se présentent dans le corps céramique, se différencient de sa matrice argileuse et jouent le rôle d'un dégraissant, qu'il soit naturel ou artificiel. Sont identifiés comme inclusions les minéraux dont la taille est supérieure à 0,015 mm.

L'analyse quantitative est effectuée à l'aide d'un appareil Swift Automatic Point Counter (de Swift & Son). Ce dernier est fixé sur le microscope. La lame mince est déplacée de 0,33 mm à chaque impulsion. On prend en compte le minéral se trouvant à la croisée des réticules. Le nombre de points comptés varie de 500 à 1000 points. La surface intégrée varie de 54,45 mm² à 108,5 mm². Une mesure de la taille de grains du dégraissant est effectuée sur quelques échantillons représentatifs des groupes stylistiques.

L'analyse de phase est effectuée en diffraction des rayons X: méthode des poudres, par un diffractomètre de type Siemens (D500) avec une radiation CuK α . La mesure est effectuée pour $2\theta = 2^\circ$ à 65° et avec une vitesse de $2^\circ/\text{cm}$. Les spectres obtenus permettent de connaître l'association minéralogique de chaque échantillon, d'évaluer sa température de cuisson approximative et d'établir ainsi certains groupes minéralogiques au sein du lot céramique étudié.

L'analyse chimique comporte plusieurs étapes: analyse des éléments-trace sur poudre non calcinée comprimée en pastille, par fluorescence des rayons X (selon la norme décrite par Kuepfer et Maggetti 1978); calcination d'une partie de la poudre et mesure de la perte au feu ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$); analyse des éléments majeurs et mineurs en fluorescence X, selon la même norme (Kuepfer et Maggetti *ibid.*) sur la poudre calcinée transformée par fusion en pastille de verre; et le FeO est déterminé selon la méthode au 2,2-di-pyridile (Lange et Vejdek 1980; Köster 1979) et dosage avec un spectrophotomètre PYE UNICAM PU 8650 à 528 nm.

L'étude des argiles suit le même processus analytique. De plus, des briquettes fabriquées à partir de cinq types d'argile (WI 50.51.52.53 et 55) ont été cuites à des températures différentes comprises entre 600° et 1100°C puis étudiées en DRX. La cuisson de ces briquettes est effectuée dans un four électrique en atmosphère oxydante et

une montée de température à 100°/h. La température maximale est maintenue pendant 1 heure puis le four est refroidi naturellement. Des lames minces ont été préparées à partir des briquettes cuites à 800 °C et étudiées de la même manière que les céramiques.

5.2. Des nouveaux groupes de référence

5.2.1. Caractérisations chimiques

L'ensemble des analyses chimiques se trouve dans l'annexe (tableau 16). L'examen de ces résultats montre que la majeure partie des échantillons contient moins de 6% (en poids) de CaO et les autres, une proportion variant de 6 à 15% (fig. 73a). Il existe aussi un écart important (20%) entre les proportions extrêmes de SiO₂ (fig. 73b). Des écarts assez comparables aux précédents sont observés pour les autres éléments comme par exemple le vanadium (fig. 73c) et le fer (fig. 73d).

D'autres variations importantes, qui ne peuvent pas être liées aux variations de CaO et SiO₂ concernent principalement P₂O₅, Ba et Pb dont les teneurs élevées résultent très probablement de phénomènes de contamination. En effet un enrichissement des céramiques en phosphore (P₂O₅) est souvent observé (Duma 1972; Dufournier 1976; Maggetti 1980 et 1982; Lemoine et Picon 1982; Freestone et al. 1984; Benghezal 1989; Rottländer 1989; Walter et Besnus 1989; Béarat 1990). Quant à la contamination par le barium (Ba), elle est moins courante (Picon 1985 et 1987; Benghezal 1989). La teneur élevée en plomb est sans doute due à l'utilisation du four pour cuire des céramiques glaçurées où le plomb se volatilise et se dépose sur les parois du four et sur les autres vases céramiques, mais aussi lors d'une cuisson suivante puisque les parois et le fond du four sont enrichis en plomb (voir tableau 16, échantillons: WI 1.3.6.46 et 48 comme exemples).

En se référant donc aux figures précédentes, on a pu isoler deux ensembles. Le premier riche en calcium et constitué de 12 échantillons (WI 7.8.9.28.31.34.38.41.42.43.44 et 45), l'autre pauvre en cet élément et constitué de 31 échantillons (WI 10-27.29-30.32-33.35-37.39-40 et 46-49).

Sur les figures 5 et 6 on a tracé les graphes de corrélation Al₂O₃/MgO pour ces deux ensembles. Là aussi on observe l'hétérogénéité au sein de chaque ensemble et sa division en deux groupes. Bien que le nombre total des échantillons analysés ne soit pas statistiquement bien suffisant pour définir plus précisément les différentes caractéristiques chimiques de ces groupes, nous pouvons néanmoins parler de quatre groupes chimiques bien distincts.

Les histogrammes de teneurs en éléments chimiques analysés, dont la figure 2 présente quelques exemples, montrent l'hétérogénéité de cette production céramique. Des graphes de corrélation ont été tracés pour certains éléments. Sur la figure 3, on note qu'il n'existe pas de corrélation significative entre SiO₂ et Al₂O₃. Même absence de corrélation est à signaler entre Fe₂O₃ et CaO sur la figure 4. On observe cependant sur ces graphes la répartition de cette production sur plusieurs groupes.

5.2.2. Définition des groupes chimiques de Winterthur

Un groupe de référence, comme on l'a déjà dit, est un ensemble céramique bien homogène en ses caractéristiques chimiques et minéralogiques et considéré dans son contexte archéologique. Pour établir un tel groupe on suppose avoir à sa disposition un nombre d'échantillons statistiquement suffisant (>20 par groupe) mais qui ne peut nécessairement pas coïncider au nombre total d'échantillons analysés. Alors, pour définir les groupes de référence de Winterthur nous avons eu deux difficultés majeures: la première concerne le nombre total d'échantillons analysés (43 échantillons) qui ne peut pas être suffisant pour établir définitivement tant de groupes de référence correspondant aux groupes chimiques observés. La deuxième est liée à l'échantillonnage par groupes stylistiques s'il reflète ou non sa proportion relative dans la production, et si le nombre d'échantillons analysés dans certains cas n'est pas excessif (pots de superstructure ou marmites tripods par exemple), ou n'est pas assez comme dans le cas des pots glaçurés. Nous pensons que d'autres échantillons supplémentaires (au moins 40 choisis d'une manière à équilibrer la présence des groupes stylistiques dans l'ensemble des échantillons étudiés) doivent être analysés avant la confirmation de ces groupes comme groupes de référence.

Malgré ces difficultés, on peut parler de quatre groupes différents que nous avons appelés respectivement: GWI 1, GWI 2, GWI 3 et GWI 4 et qui sont présentés dans le tableau 17.

Sur ces groupes on peut faire les commentaires suivants:
 1- Groupe GWI 1: il est constitué de 15 échantillons: WI 10-19.32-33.35-36 et 40. Il est caractérisé surtout par des teneurs élevées en Al₂O₃, Fe₂O₃, K₂O, Ni et V.
 2- Groupe GWI 2: il est constitué de 16 échantillons: WI 20-27.29-30.37.39 et 46-49. Il se distingue du groupe GWI 1 surtout par une teneur élevée en SiO₂.
 3- Groupe GWI 3: il est constitué de 5 échantillons: WI 41-44 et 28. Ce groupe se distingue facilement des trois

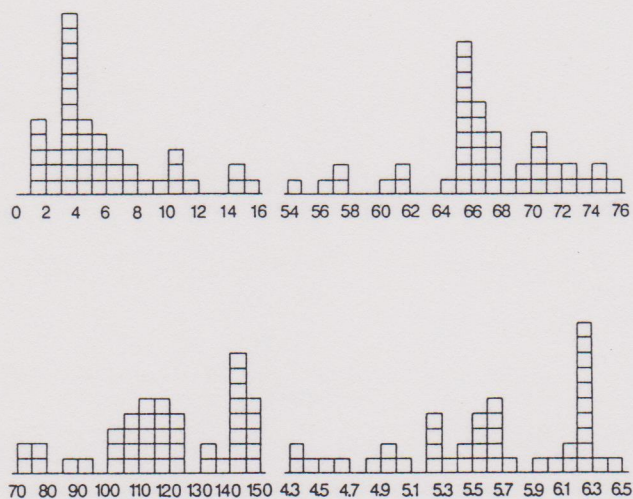


Fig. 73. Histogramme des analyses chimiques des 43 échantillons céramiques pour quelques éléments, montrant l'hétérogénéité de cette production et sa division en plusieurs groupes chimiques.

autres par ses basses teneurs en Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O , Ni, Rb, V ainsi que par sa teneur moyenne en CaO et élevée en Zr.

4- Groupe GWI 4: il est constitué de 7 échantillons: WI 7-9 (tuile), 31, 34, 38 et 45. Ce groupe se distingue par des teneurs élevées en CaO, Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO, Sr, ainsi que par ses teneurs basses en SiO_2 , Na_2O et Zr.

5.2.3. Comparaison avec le groupe de référence d'Oberwinterthur

Le site d'Oberwinterthur est situé à 2 km de Winterthur. Pour cette raison que nous comparons ces deux productions malgré l'écart historique important entre les deux sites. Le groupe de référence d'Oberwinterthur a été établi par A. Bengehezel en 1989 dans son travail de diplôme. Il s'agit d'une céramique d'habitat gallo-romaine du premier siècle apr. J.-C. et dont une origine locale n'a pas été confirmée. Ce groupe est riche en calcium (CaO = 11,75% en moyenne) et caractérisé par ses teneurs élevées en Al_2O_3 (17,10% en moyenne) et en Fe_2O_3 (7,44% en moyenne).

Nous avons réalisé le diagramme de corrélation SiO_2/Al_2O_3 pour les deux productions (fig. 78) où on voit se distinguer le groupe d'Oberwinterthur de ceux de Winterthur. Cependant, le rapprochement de ce groupe de notre groupe le plus riche en calcium, GWI 4, n'est dû qu'à leurs teneurs comparables en SiO_2 et en CaO. Toutefois, le diagramme de corrélation Al_2O_3/Fe_2O_3 (fig. 79), pour les groupes GWI 3 et GWI 4 (riches en CaO), les quatre argiles calcaires (WI 52, 53, 55 et 56) et le groupe d'Oberwinterthur (lui aussi riche en CaO), montre la distinction de ces trois groupes. D'autre part, cette production (Oberwinterthur) ne peut pas être attribuée à ces argiles, car elle est caractérisée par de très fortes teneurs en Al_2O_3 et Fe_2O_3 .

5.3. Etude technique

5.3.1. Argiles de base

Pour vérifier si ces 4 groupes correspondent par leurs compositions chimiques moyennes à celles des argiles différentes récoltées dans la région, ou celles utilisées dans la construction du four, nous avons tracé ces argiles sur le diagramme de corrélation: SiO_2/CaO (fig. 80). Sur cette figure, on peut constater les faits suivants:

Les argiles non calcaires de Dätttau (WI 50, 51 et 54) se situent entre les deux groupes céramiques les moins riches en CaO: GWI 1 et GWI 2. En fait, la composition chimique de ce dernier groupe est comparable à celles de ces trois argiles (voir aussi tableaux 16 et 17). Concernant le groupe GWI 1, le plus riche en SiO_2 , on pourrait imaginer monter à sa composition chimique par le simple dégraissage de l'une ou l'autre de ces argiles en ajoutant du sable siliceux. Néanmoins, l'utilisation d'une autre argile, comme matière première pour ce groupe, est encore probable.

Vue leurs fortes teneurs en CaO, les argiles calcaires n'ont pas été utilisées comme telles pour fabriquer les céramiques. En effet, on ne peut pas monter à partir de ces argiles aux compositions chimiques des groupes céramiques calcaires (GWI 3 et GWI 4) par le simple dégrais-

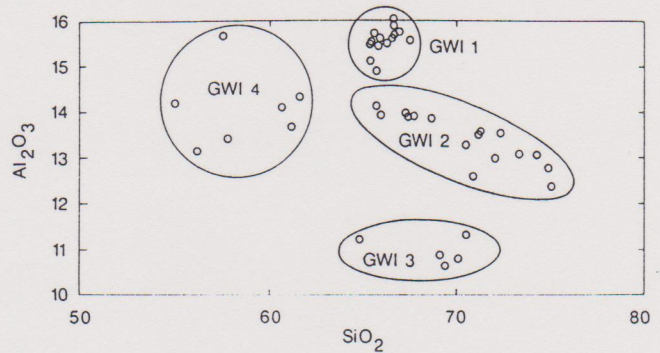


Fig. 74. Diagramme de corrélation SiO_2/Al_2O_3 pour les 43 échantillons céramiques.

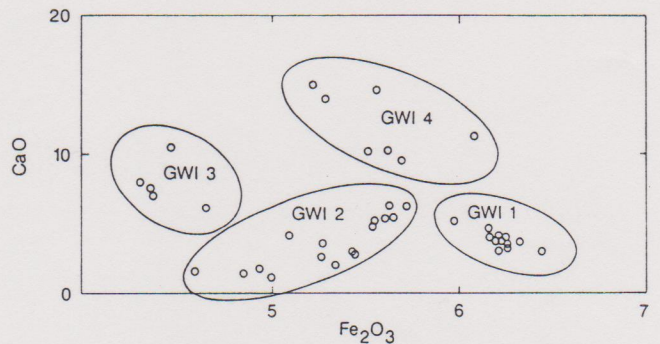


Fig. 75. Diagramme de corrélation Fe_2O_3/CaO pour les 43 échantillons céramiques.

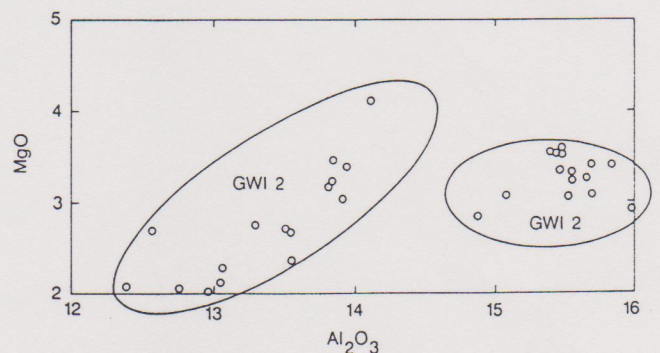


Fig. 76. Diagramme de corrélation Al_2O_3/MgO pour les échantillons non calcaires.

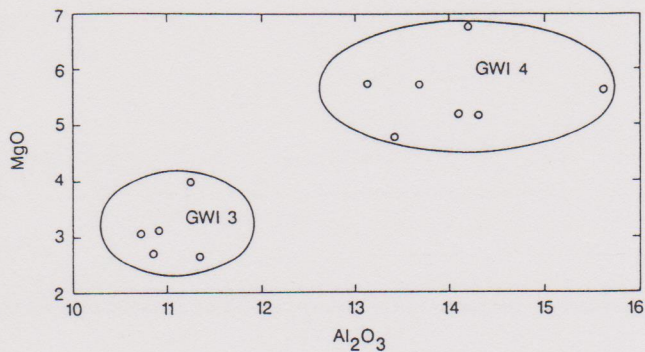


Fig. 77. Diagramme de corrélation Al_2O_3/MgO pour les échantillons calcaires.

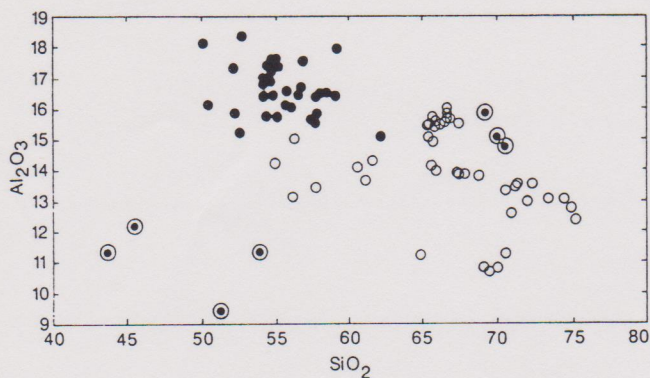


Fig. 78. Diagramme de corrélation SiO_2/Al_2O_3 pour les échantillons de Winterthur (○), d'Oberwinterthur (●) et les argiles WI 50-56 (◐).

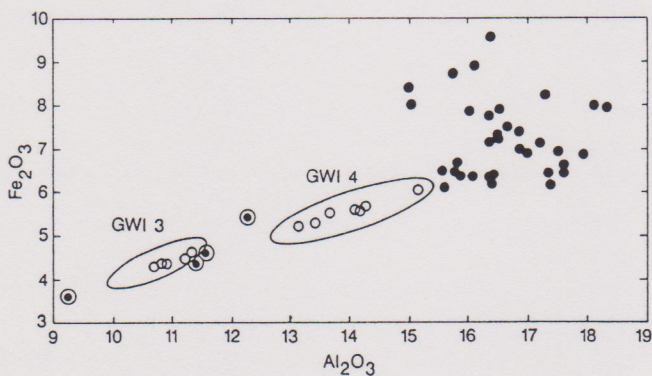


Fig. 79. Diagramme de corrélation Al_2O_3/Fe_2O_3 pour le groupe d'Oberwinterthur (●), les groupes calcaires de Winterthur GWI 3 et GWI 4 (○) et les argiles WI 52, 53, 55 et 56 (◐).

sage, car d'une part le groupe GWI 4 (le plus riche en CaO) est très peu dégraissé (17%) et d'autre part, le dégraissage à 27% du groupe GWI 3 n'est pas suffisant pour obtenir une teneur moyenne de 7% en CaO pour ce groupe.

Dans la carrière de Dättnuu on constate une évolution de la composition chimique de l'argile avec la profondeur. La teneur en CaO, par exemple, varie de < 2% à 23% entre 1 m et 4 m de profondeur. Sur la figure 81 on observe que les deux groupes céramiques les moins dégraissés (GWI 2 et GWI 4) ont des compositions intermédiaires entre celles des argiles calcaires et non calcaires de Dättnuu. Cela veut dire qu'un groupe comme GWI 4 pourrait être fabriqué à partir d'une argile provenant d'une couche intermédiaire dans la même carrière ou bien d'un mélange (volontiers ou non, pendant l'extraction ou la préparation dans l'atelier) d'argiles de couches différentes.

Les deux autres groupes les plus dégraissés (GWI 1 et GWI 3) sont déplacés à droite des précédents. L'ajout d'un dégraissant quartzueux augmentera la teneur en SiO_2 et diminuera les proportions des autres constituants (dont CaO sur la figure 81). Donc, un groupe comme GWI 3 (moyennement calcaire et bien dégraissé) pourrait être fabriqué après dégraissage d'une argile moins riche en CaO ou éventuellement d'un mélange d'argiles de couches différentes.

5.3.2. Traitement de l'argile

Les résultats obtenus par l'étude pétrographique des lames minces sont présentés dans l'annexe (tableaux 18 et 19). Ces résultats montrent que le dégraissant présent dans ces tessons est composé essentiellement de quartz, de feldspath potassique, de plagioclase, de calcite, de fragments de roches granitiques, de chert, de roche calcaire, de gneiss et très rarement de l'amphibolite. Comme minéraux accessoires, on trouve surtout de l'hématite, de la biotite et dans certains cas de l'épidote ou des clinopyroxènes. Ce dégraissant manifeste des grains anguleux surtout pour le quartz.

Cette production céramique n'est pas homogène au niveau de son contenu en dégraissant (fig. 81). En effet, si

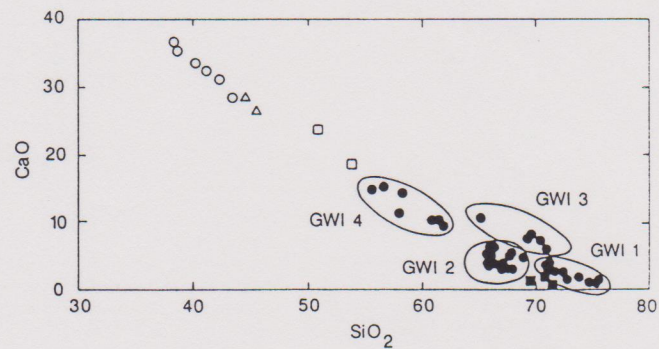


Fig. 80. Diagramme de corrélation SiO_2/CaO : céramiques WI 7-49 (●), argiles du fond et de la superstructure du four WI 1-6 (○), argiles de Winterthur WI 55-56 (△), argiles calcaires de Dättnuu WI 52-53 (◻) et argiles non calcaires de Dättnuu WI 50, 51 et 54 (◼).

on regarde de très près cette variation de la proportion du dégraissant, de 15 à 37%, on trouve qu'elle est surtout liée à la morphologie ou précisément à la fonction du vase (les marmittes tripods, par exemple, sont tous fabriqués des pâtes bien dégraissées). Cela veut dire qu'une pâte argileuse est dégraissée ou non selon les fonctions que l'on attend des vases fabriqués à partir de cette pâte. Mais aussi, selon sa nature minéralogique, riche ou pauvre en calcium et en dégraissant naturel. Une pâte très riche en CaO et qui ne peut pas servir à fabriquer des vases à usage culinaire n'a pas besoin de dégraissage.

5.3.3. Température de cuisson

Les phases minérales observées dans les céramiques dépendent essentiellement de trois facteurs principaux: minéralogie de la matière première utilisée, sa granulométrie et l'ensemble des paramètres de cuisson: température, atmosphère, conduite, etc. Toutes les phases identifiées pour chacun de nos échantillons se trouvent dans l'annexe (tableau 20). A partir de ce tableau, et tout en considérant quatre cas différents selon le type d'argile de départ: riche ou pauvre en calcium et l'atmosphère du four: oxydante ou réductrice, on peut classer ces échantillons selon les associations minéralogiques suivantes:

1. Cuits en atmosphère oxydante et pauvres en CaO:

1a: Quartz + illite: (110) et (001) + feldspath K + plagioclase + hématite + spinelle. (Echantillons: WI 35 et 47)

1b: Quartz + illite: (001) + feldspath K + plagioclase + hématite + spinelle. (Echantillons: WI 21.23.29.39 et 48)

2. Cuits en atmosphère oxydante et riches en CaO:

2a: Quartz + calcite + plagioclase + feldspath K + hématite + illite: (110) et (001) ± gehlénite ± diopside. (Echantillons: WI 28.34.38 et 42)

2b: Quartz + calcite + plagioclase + feldspath K + Figure 10 gehlénite + diopside + hématite. (Echantillons WI 43.44 et 46)

2c: Quartz + plagioclase + diopside + calcite + hématite. (Echantillons: WI 7 et 9)

3. Cuits en atmosphère réductrice et pauvres en CaO:

3a: Quartz + calcite + illite: (110) et (001) + plagioclase + feldspath K + dolomite ± magnétite. (Echantillons: WI 12.13.14.16.17.18 et 19)

3b: Quartz + calcite + illite: (110) et (001) + plagioclase + feldspath K ± magnétite. (Echantillons: WI 10.11.15.32.33 et 37)

3c: Quartz + feldspath K + plagioclase + illite: (001) + calcite + magnétite + spinelle ± hématite. (Echantillons: WI 24.40 et 49)

3d: Quartz + feldspath K + plagioclase + magnétite + spinelle + calcite ± hématite ± diopside. (Echantillons: WI 22.25.26.27 et 30)

4. Cuits en atmosphère réductrice et riche en CaO:

4a: Quartz + calcite + diopside + gehlénite + magnétite + feldspath K + plagioclase + illite: (001) ± spinelle. (Echantillons: WI 31 et 45)

4b: Quartz + calcite + diopside + gehlénite + magnétite + feldspath K + plagioclase + spinelle. (Echantillons: WI 20 et 41)

4c: diopside + plagioclase + quartz + magnétite + feldspath K + gehlénite. (Echantillon: WI 8)

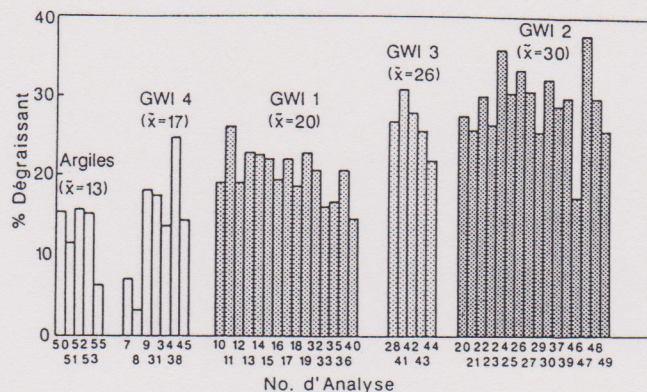


Fig. 81. Proportion du dégraissant (en volume) pour tous les échantillons: argiles WI 50-53 et 55, tuiles WI 7-9 et céramiques WI 10-49.

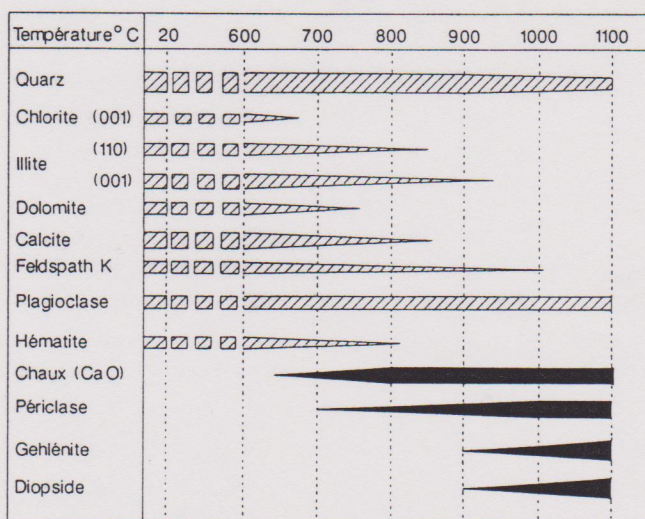


Fig. 82. Représentation graphique semi-quantitative des changements de phase constatés dans une argile riche en calcium (WI 53) et cuite en atmosphère oxydante.

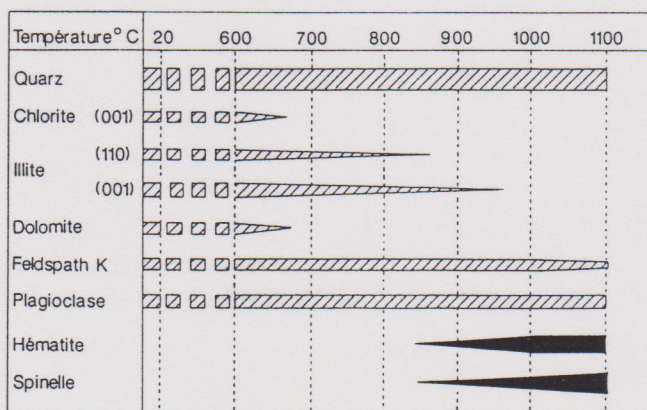


Fig. 83. Représentation graphique semi-quantitative des changements de phase constatés dans une argile pauvre en calcium (WI 51) et cuite en atmosphère oxydante.

L'analyse montre en outre une matrice silicatée pour la majeure partie de tessons (échantillons: WI 10-27.29-30.32-33.35-37.39-40 et 46-49), et une matrice calco-silicatée pour les tessons calcaires (échantillons: WI 7-9.28.31.34.38 et 41-45). Dans certains tessons, la matrice montre des pores remplis dans la plupart des cas par la calcite secondaire, et que cette matrice n'est d'ailleurs pas toujours homogène puisqu'elle manifeste sur certaines zones des poches plus ou moins riches en hématite.

L'examen du tableau 18 montre que le dégraissant est partagé presque à moitié entre grains de petite taille (< 0,16 mm) et de grosse taille (>0,16 mm).

L'analyse quantitative (tableau 19) nous montre les faits suivants:

Groupes	1 : pauvre en CaO		2 : riche en CaO		
	1a	1b	2a	2b	2c
Quarz					
Illite					
Calcite					
Feldspat K					
Plagioclase					
Hématite					
Spinnelle					
Gehlénite					
Diopside					
T ° C	800-900	900-1000	800-900	900-1000	> 1000
Total	2	5	4	3	2

Groupes	3 : pauvre en CaO				4 : riche en CaO		
	3a	3b	3c	3d	4a	4b	4c
Quarz							
Illite							
Dolomite							
Calcite							
Feldspath K							
Plagioclase							
Magnétite							
Hématite							
Spinnelle							
Gehlénite							
Diopside							
T ° C	600-700	700-800	800-900	900-1000	800-900	900-1000	>1000
Total	7	6	3	6	2	2	1

Fig. 85. Associations minéralogiques des tessons noirs et leurs températures de cuisson correspondantes.

Le quartz constitue la majeure partie du dégraissant présent dans les tessons. Par contre, les argiles récoltées contiennent un dégraissant naturel moins riche en quartz et en fragments de roches et dont la taille de grains est petite ou moyenne. Si on exclue les échantillons de tuile (WI 7-9 qui sont pauvres en dégraissant), on observe que les tessons contiennent beaucoup plus de dégraissant (15 à 37%) que les argiles (< 15%). Ces faits appuient pour l'hypothèse d'un ajout, volontiers par le potier, d'un dégraissant siliceux pour améliorer les qualités techniques de ses produits (Vendrell et al. 1989).

Pour évaluer les températures de cuisson qui correspondent à ces associations nous avons réalisé l'analyse de phase sur cinq argiles différentes (WI 50-53 et 55) à l'état cru ainsi qu'après cuisson en atmosphère oxydante

Fig. 84. Associations minéralogiques des tessons rouges et leurs températures de cuisson correspondantes.

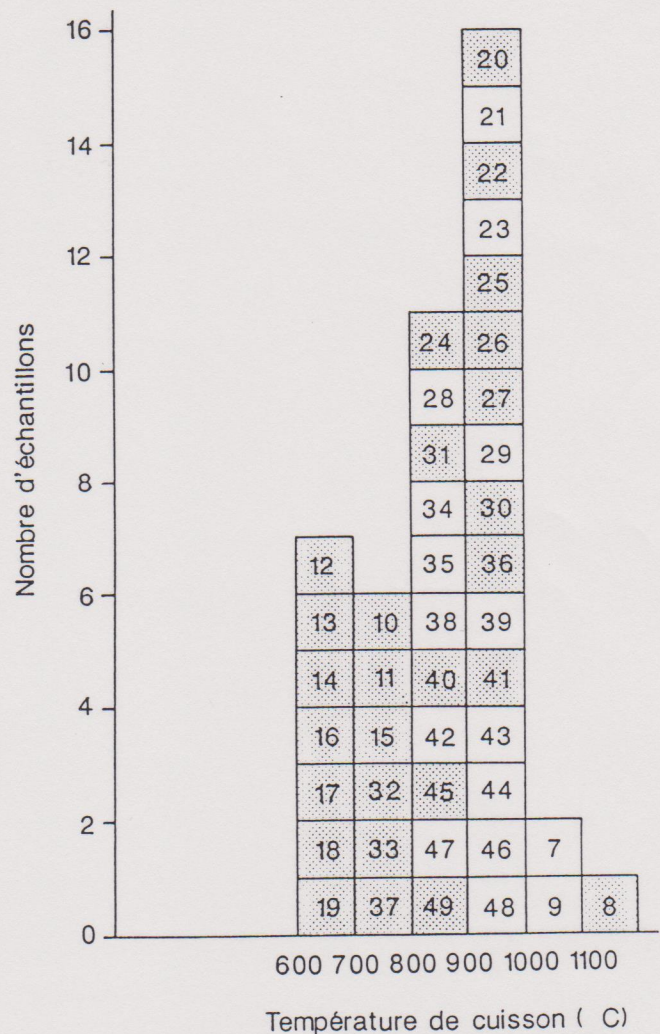


Fig. 86. Histogramme de distribution des tessons en fonction de leurs températures de cuisson. Les carrés en noir indiquent une atmosphère réductrice.

à 600°, 700°, 800°, 900°, 1000° et 1100 °C. D'après les diffractogrammes, on n'observe aucune différence dans le comportement des trois argiles calcaires (WI 52.53 et 55), tandis que les deux argiles non calcaires (WI 50 et 51) n'ont pas le même comportement à la cuisson. En fait, l'argile WI 50 qui est prélevée de première couche dans la carrière et qui est riche en matière organique développe un cœur noir à la cuisson jusqu'à 1100 °C, température à laquelle elle vitrifie tout en gardant un cœur noir, gonflé et très poreux.

Les changements de phase dans une argile pauvre en calcium (WI 51) et une autre riche en cet élément sont présentés graphiquement sur les figures 11 et 12. Ces résultats ainsi que ceux qui suivent sont basés sur les travaux de Maggetti et Heimann 1979; Jornet 1980; Maggetti 1981; Jornet 1982; Maggetti 1982; Czysz et al. 1984; Maggetti 1986; Kilka 1987 et Bengehezal 1989.

Maintenant comparons les associations (ou groupes) minéralogiques observées dans nos céramiques rouges à celles observées pour les argiles, on obtient ainsi le schéma de la figure 85. Cette figure montre la température de cuisson estimée pour chacune de ces associations minéralogiques.

Concernant les associations minéralogiques des tessons noirs, qui sont cuits en atmosphère réductrice, nous les avons comparés aux résultats de Letsch et Noll 1983. Nous avons évalué ainsi la température de cuisson correspondante à chaque association. Ces résultats sont présentés sur la figure 86.

La distribution de tous les tessons en fonction de leurs températures ainsi que leurs atmosphères de cuissons sont présentés par l'histogramme de figure 15. Sur cette figure, on observe que la température de cuisson dans ce four (si on peut exclure les 3 échantillons de tuile: WI 7-9 et ceux de la superstructure du four: WI 10-19) est située autour de 900 °C.

En outre, l'analyse de phase a été effectuée sur 6 échantillons d'argile (WI 1-6) prélevés dans le fond et dans la superstructure du four. Chacun des trois premiers échantillons (WI 1-3) a été coupé en trois tranches (a, b et c: respectivement inférieure, intermédiaire et supérieure) qui ont été analysées séparément pour évaluer le gradient de température de cuisson à travers le fond du four (tableau 20). L'échantillon WI 4 provient de la couche extérieure de la superstructure du four et les deux échantillons WI 5 et 6 proviennent de sa couche intérieure. Les associations minéralogiques obtenues pour ces échantillons nous ont permis d'établir le schéma de la figure 88, qui montre la température de cuisson dans ce four.

5.3.4. Atmosphère de cuisson

Sur la même figure 87 précédente et concernant l'atmosphère de cuisson de cette production (et si on maintient l'exclusion de tuiles et des pots de superstructure), on observe que les cuissons dans ce four sont partagées à moitié entre deux atmosphères: oxydante et réductrice. En examinant les profils des tessons étudiés, on observe sur les 27 cuits en atmosphère réductrice qu'il y a seulement 2 qui le sont en mode A, c'est-à-dire, cuisson réductrice et post-cuisson oxydante (terme de Picon et cité par Jornet 1982). Tandis que le reste a le mode B: une cuisson réductrice et post-cuisson réductrice. En re-

vanche les 16 tessons qui sont cuits en atmosphère oxydante, ils le sont en mode C: une cuisson oxydante et post-cuisson oxydante.

Regardons la figure 89, où s'est tracée l'indice de réduction ($FeO/Fe_{tot.}$) de tous nos échantillons, on constate que la cuisson oxydante est bien stable, tandis que la cuisson en atmosphère réductrice, elle ne l'est pas. En effet, l'indice de réduction varie de 0,15 (limite inférieure de la cuisson réductrice) jusqu'à 0,60. Cela veut dire que, d'une part la réduction n'a pas été intensive et d'autre part le contrôle ou la stabilité de cette réduction a été assez faible.

5.4. Comparaison des groupes stylistiques

Comme on l'a déjà dit, les 43 échantillons céramiques étudiés se répartissent sur plusieurs groupes stylistiques. Nous allons comparer ces groupes dans leurs caractéristiques chimiques/minéralogiques et techniques:

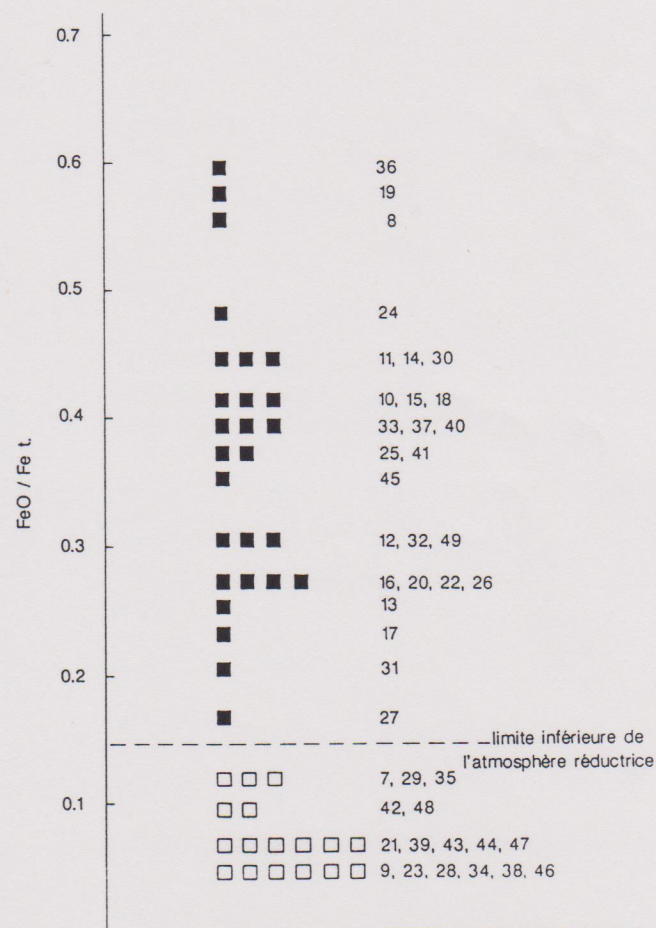


Fig. 87. Distribution des tessons selon leur indice de réduction ($FeO/Fe_{t.}$) $Fe_{t.}$ étant la teneur totale en fer exprimée en FeO . Les figures pleines indiquent les tessons cuits en atmosphère réductrice, les vides les tessons cuits en atmosphère oxydante.

Fig. 91. Photo de la lame mince (4,4 mm de longueur, N+) de l'échantillon WI 42.

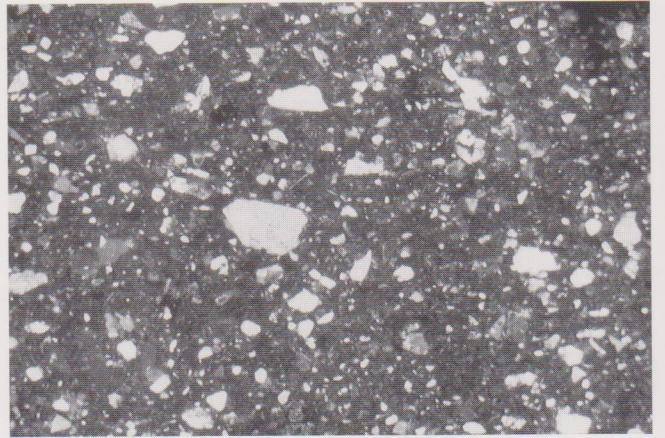


Fig. 92. Photo de la lame mince (4,4 mm de longueur, N+) de l'échantillon WI 22.

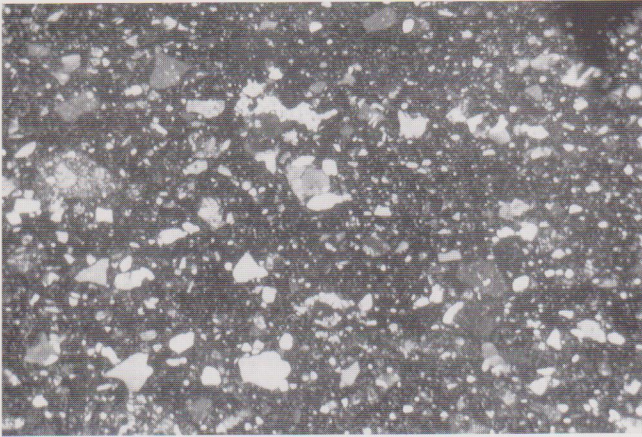


Fig. 89. Photo de la lame mince (4,4 mm de longueur, N+) de l'échantillon WI 31.

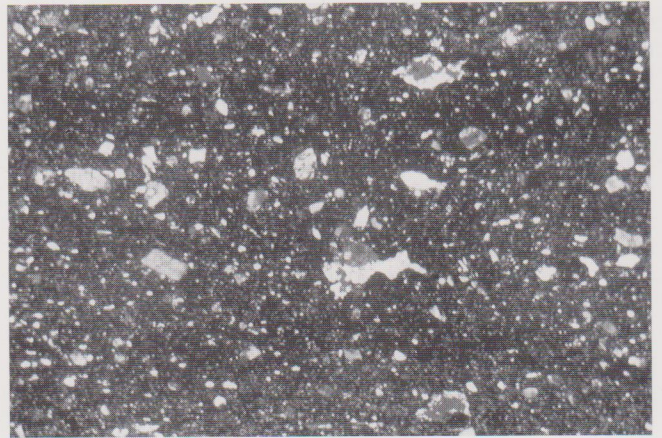


Fig. 90. Photo de la lame mince (4,4 mm de longueur, N+) de l'échantillon WI 17.

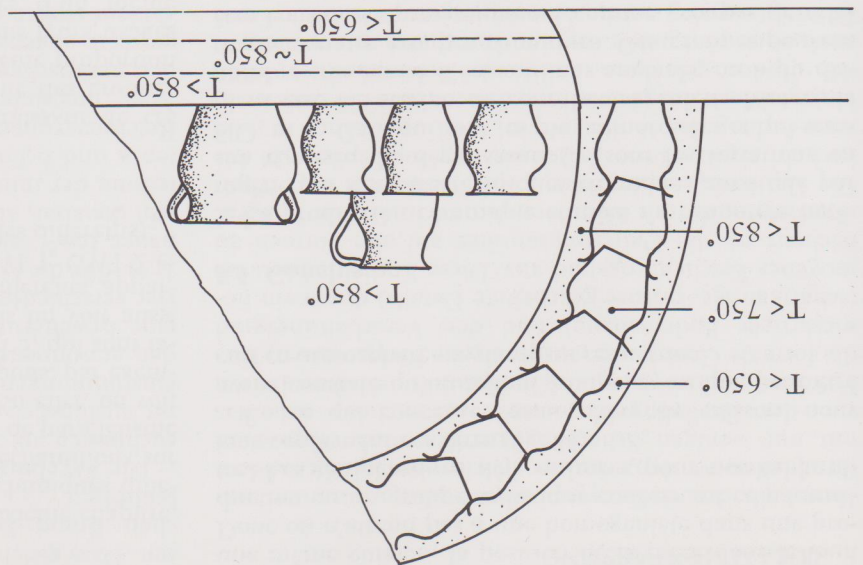
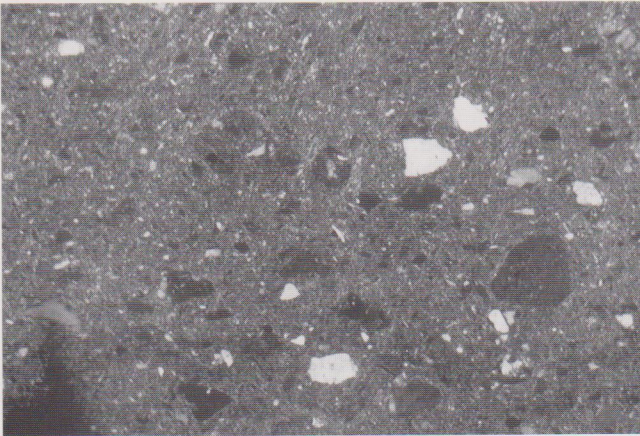


Fig. 88. Schéma montrant les températures atteintes pendant la cuisson: dans le four, à travers l'argile du fond et à travers la paroi du four.

5.4.1. Composition chimique

Comme nous l'avons déjà vu dans le deuxième chapitre, cette production se divise en 4 groupes chimiques différents. Si on poursuit la distribution des échantillons sur ces 4 groupes chimiques on ne trouve pas de parallélisme entre groupes stylistiques et chimiques. En effet, on voit se répartir le même groupe (marmites tripods, par exemple) sur les deux groupes: GWI 2 et GWI 3, qui sont fabriqués de deux argiles différentes. Mais on voit aussi que des tessons, de groupes stylistiques différents, appartiennent au même groupe chimique (GWI 1, GWI 2 et GWI 4 qui sont constitués de vases de styles différents).

5.4.2. Proportion de dégraissant

En ce qui concerne le contenu en dégraissant de ces pâtes céramiques, on observe là aussi que des groupes stylistiques différents peuvent avoir la même proportion de dégraissant malgré une différence dans leurs usages ou leurs matières premières. Des vases d'un même groupe stylistique peuvent avoir des proportions variantes en dégraissant.

D'après la variation de la proportion du dégraissant que l'on a déjà signalée (fig. 81), on peut parler d'un certain lien logique entre cette proportion de dégraissant et la fonction du vase. Mais le dégraissage d'une argile dépend aussi de sa nature minéralogique (calcaire ou non, sa teneur en dégraissant naturel, etc.). Cela étant, on peut distinguer au sein de ce lot quatre groupes différents selon leurs contenus en dégraissant (tout en excluant les 3 échantillons de tuile):

- un groupe à une moyenne de 17% de dégraissant et constitué de 4 échantillons: WI 31 et 34 (pichets). 38 (cruche) et 45 (saladier). Ces tessons qui sont les moins dégraissés (fig. 89) appartiennent à des vases destinés à un usage non culinaire. Chimiquement, il appartient au groupe GWI 4;
- un groupe à une moyenne de 20% de dégraissant constitué de 15 échantillons: WI 10-19 (pots de la superstructure du four). 32.33.35 (pichets). 36 et 40 (cruches). Ces céramiques qui sont faites en argile pauvre en CaO, et qu'elles soient destinées ou non à un usage culinaire, n'ont pas besoin de dégraissage important (fig. 90). Chimiquement, elles constituent le groupe GWI 1;
- un groupe à une moyenne de 26% de dégraissant et constitué de 16 échantillons: WI 28 et 41-44 (marmites tripods). Ces céramiques sont fabriquées d'une argile riche en CaO (6-10%) et destinées à un usage culinaire, donc elles sont bien dégraissées avec du sable siliceux (fig. 91) pour diminuer leur coefficient de dilatation thermique. Elles constituent le groupe chimique GWI 3;
- un dernier groupe qui a la moyenne la plus élevée en dégraissant (30%) est constitué des échantillons: WI 20-27 et 29-30 (marmites tripods). 37 et 39 (cruches). 46-47 (écuelles) et 48-49 (gros pots glaçurés). Ces vases qui sont destinés surtout à un usage culinaire, ils sont bien dégraissés (fig. 92). Ils constituent le groupe chimique GWI 2.

5.4.3. Température et atmosphère de cuisson

La température de cuisson dans un tel four (artisanal) peut en effet varier d'une cuisson à l'autre ou selon, pour

une même cuisson, la position de la pièce dans le four. Donc on n'attend pas à une homogénéité dans une production ou un groupe stylistique concernant ce paramètre. Les températures déjà estimées pour nos échantillons confirment ces dires (fig. 86).

En ce qui concerne l'atmosphère de cuisson, nous avons constaté qu'un même groupe stylistique peut être cuit en atmosphère oxydante ou réductrice.

5.5. Conclusion

1. La production céramique étudiée s'est montrée hétérogène par ces caractéristiques chimiques ainsi que par son contenu du dégraissant. Ce sont les variations en SiO₂ et en CaO qui sont les plus remarquées et qui semblent être à l'origine de cette hétérogénéité. Malgré le nombre très limité d'échantillons analysés, on a pu distinguer quatre groupes chimiques. Ces groupes peuvent être considérés provisoirement comme groupes de références tout en signalant l'importance de compléter ces analyses achevées par d'autres pour pouvoir confirmer statistiquement ces quatre groupes.

2. Les argiles récoltées dans la région, par leurs compositions chimiques et minéralogiques, constituent vraisemblablement des matières premières utilisables par les potiers de cet atelier. Nous pouvons dire qu'au moins deux types d'argile ont été utilisés: une riche en CaO, l'autre pauvre. En comparaison avec ces argiles on peut estimer que pour une partie de cette production les argiles ont été dégraissées par un sable siliceux pour des raisons techniques et fonctionnelles. La cuisson dans ce four semble être partagée entre atmosphère oxydante assez stable et atmosphère réductrice beaucoup moins stable. Pour la première, la température de cuisson est située à environ 900 °C, tandis que pour l'atmosphère réductrice elle semble être assez variée (600°-1000 °C).

3. Parmi les différents groupes stylistiques étudiés, certains se sont montrés homogènes par leurs caractéristiques chimiques et minéralogiques. Tandis que des autres ne le sont guère. Nous avons constaté que le même groupe stylistique peut être fabriqué à partir des argiles différentes. Mais aussi une même argile peut être utilisée pour fabriquer des vases des styles différents. En tout cas nous n'avons pas observé un parallélisme entre groupes stylistiques et chimiques.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Innerhalb der Gefässtypen können Formvarianten unterschieden werden, von denen einzelne häufig, andere mit nur wenigen Scherben vertreten sind. Abgesehen von der Dreibeingefässvariante a, zeichnet sich das Fundmaterial in bezug auf Tonqualität und Brandhärte, die formale Gestaltung (ausgewogene Proportionen, karniesartiger Bodeneinzug) und den Verarbeitungsgrad (scharfkantige, präzise gearbeitete Details) durch ein homogenes Erscheinungsbild aus. Diese Einheitlichkeit erleichtert es, die Datierungsansätze auf alle Formen zu übertragen, die im Ofenbereich und in Grube 3 lagen. Die Datierung anhand der Töpfe, Schüsseln und Napfkacheln ergibt einen Zeitraum, der vom späten 14. bis zum Anfang des 15. Jhs. reicht. Weil unbekannt ist, wie lange es nach der Herstellung dauerte, bis die Gefässe in den Boden gelangten, ist dieser Zeitraum (um 1400) nach oben und unten noch entsprechend zu erweitern¹⁶¹. Bestätigt werden solche Überlegungen durch den Fund einer grün glasierten Kranzkachel, die dem ausgehenden 14. Jh. zugewiesen werden kann.

Die Vielfalt an Gefässtypen, ihre quantitative Verteilung (wenig Töpfe) und die formale Ausprägung weisen bereits ins 15. Jh. Allerdings fehlen noch weitgehend Glasuren (nur vereinzelt bei Schüsseln, kleinen Dreibeintöpfchen und grossen Henkeltöpfen), und wenn solche vorhanden sind, dann noch immer ohne Engobenunterlage. In Zürich wurde diese Glasurtechnik im frühen 15. Jh. bei der Kachelherstellung eingeführt, und nach der Jahrhundertmitte war u. a. in dieser Art glasierte Geschirrkemik in Gebrauch (Lindenhof). Übertragen auf das Winterthurer Material, bedeutet dies, dass eine weit ins 15. Jh. reichende Datierung auszu-schliessen ist.

Die Herstellungszeit der Töpferware deckt sich auch mit der Datierung des Brennofens, die auf der Grundlage der typologischen Einordnung der Wölbttöpfe erfolgte. Dass hier der Abraum einer Töpferei vorliegt, zeigen einige Fehlbrandstücke («abgefallene» Dreibeinfüsschen und Henkel), fehlende Gebrauchsspuren und auch die relativ grosse Anzahl gut erhaltener grösserer Gefässpartien, wobei hier auch die Ablagerung in Gruben eine Rolle spielte.

Die Frage nach Herkunft und Verwendung der Ziegel-fehlbrände aus der Arbeitsgrube kann nicht schlüssig beantwortet werden. Vielleicht dienten sie der Gewinnung von Baumaterial für den Brennofen. An den Ziegelstücken selber fehlen Spuren, die auf eine direkte Verbauung in der Konstruktion, zum Verschliessen der Einsetzöffnung oder als Unterbau für das Brenngut hinwei-

sen. Dass gleichzeitig Ziegel, Kalk und Keramik im gleichen Brand hergestellt wurden, ist ebenfalls auszu-schliessen.

Die Ergebnisse der chemisch-mineralogischen Untersuchungen an der Keramik sind im Beitrag von A. Béarat ausführlich dargelegt (S. 64 ff.). Neben klaren Übereinstimmungen mit den nach archäologischen Methoden gewonnenen Erkenntnissen gelang verschiedentlich eine Erweiterung derselben. Die Keramik lässt sich in vier verschiedene chemische Gruppen unterteilen (GWI 1-4). Für die Gruppe GWI 2 ist eine Herkunft aus Dätt-nauer Ton¹⁶² sehr wahrscheinlich, bei den anderen Gruppen denkbar, aber nicht bewiesen. Die typologische Auf-teilung der mittelgrossen Dreibeingefässe in die Vari-anten a und b findet ihre Bestätigung in der Bildung der Referenzgruppen GWI 3 und 2. Mit dem erhöhten Magerungsanteil liegt hier ein Beispiel für eine gezielte, den praktischen Erfordernissen dieser Gefässe als Koch-geschirr angepasste Tonauswahl und -aufbereitung vor. Zudem stellen gegenüber der Variante a (= GWI 3) die formal sorgfältiger verarbeiteten Dreibeingefässe der Variante b mit ihrem tieferen CaO-Gehalt (= GWI 2) das technisch besser ausgereifte Produkt dar. Für die ande-ren Gefässtypen – die vom archäologisch-makroskopi-schen Gesichtspunkt her als Einheit anzusehen sind – wurden jeweils verschiedene Tone gebraucht (GWI 1, 2 und 4). Die Brenntemperatur lag durchschnittlich zwi-schen 800° und 1000 °C. Die Wölbttöpfe waren bei etwas tieferen Temperaturen gebrannt worden. Die Feststel-lung einer raschen Temperaturabnahme im Ofenboden und an der Wandung zeigt die gute isolatorische Wir-kung der Tonsubstanzen und liefert einen wichtigen Hinweis auf die technische Stabilität der ganzen Kon-struktion.

¹⁶¹ Der angegebene Zeitraum (spätes 14./frühes 15. Jh.) bezieht sich in erster Linie auf das Fundmaterial Untertor 21-25, in zweiter Linie auch auf die Herstellungszeit der Formen im allgemeinen, nur dass in diesem Fall grundsätzlich mit einem grösseren Zeitraum zu rechnen ist. Es ist nicht zwingend, dass die Laufzeiten der hier aufgefundenen Formen nur mit der Produktionszeit dieser Töpferwerkstatt zusammenfallen.

¹⁶² Die Tongruben von Dätt-nau liegen etwa 3-4 km von Winter-thur entfernt. Die Tonschichten erreichen Mächtigkeiten von mehreren Metern. Hier wurde bis in unser Jahrhundert ein beliebter Töpferton gewonnen. Siehe dazu: Die schweizerischen Tonlager. I. Geologischer Teil. Bearbeitet von E. Letsch. Beiträge zur Geologie der Schweiz. Geotechnische Serie, 4. Lieferung (Bern 1907), 373-374.

ANHANG

1. LITERATURVERZEICHNIS

- ADE-RADEMACHER/MÜCK 1989 - D. Ade-Rademacher u. S. Mück, «Mach Krueg, Haeffen, Kachel und Scherbe». Funde aus einer Ravensburger Hafnerwerkstatt vom 16. bis 19. Jahrhundert. Archäologische Informationen aus Baden-Württemberg 11 (Stuttgart 1989).
- BEARAT 1990 - H. Béarat, Etude de quelques altérations physico-chimiques des céramiques archéologiques (Thèse de doctorat, Université de Caen 1990).
- BELLWALD 1980 - U. Bellwald, Winterthurer Kachelöfen. Von den Anfängen des Handwerks bis zum Niedergang im 18. Jh. (Bern 1980).
- BENGEHZAL 1989 - A. Benghezal, Groupes de références des poteries gallo-romaines de Seeb (Suisse) et Oberwinterthur (Suisse): caractéristiques minéralogiques, chimiques et techniques (Travail de Diplôme, Université de Fribourg 1989). Vgl. A. Benghezal, Les poteries: analyses chimiques et minéralogiques, in: W. Drack et al., Der römische Gutshof bei Seeb, Gem. Winkel. Zürcher Denkmalpflege, Archäologische Monographien 8 (Zürich 1990), 240 ff.
- BODMER-HUBER/MESSERLI-BOLLIGER 1986 - E. Bodmer-Huber u. B. E. Messerli-Bolliger, Die Tonwarenfabrik Bodmer in Zürich-Wiedikon. Geschichte, Produktion, Firmeninhaber, Entwerfer. Keramikfreunde der Schweiz 101, 1986.
- BRUIJN 1960 - A. Bruijn, Die mittelalterliche Töpferindustrie in Brunssum. Berichten van de rijksdienst voor het oudheidkundig bodemonderzoek 9/1959 (1960), 139-188.
- BRUIJN 1979 - A. Bruijn, Pottersvuren langs de Vecht. Aardewerk rond 1400 uit Utrecht. Rotterdam Papers 3 (Rotterdam 1979).
- BUCUR 1984 - I. Bucur, Fourteenth century archaeomagnetic field directions from widely distributed sites in France. Proceedings of 24th International Archaeometry Symposium (Washington 1984), 449-458.
- BÜRGER-ETAT - Verzeichnis der Stadt-Bürgerschaft von Winterthur auf das Neujahr 1822 (Winterthur 1822). Weitere Jahrgänge: 1830, 1842, 1848, 1857, 1863, 1869, 1877, 1884, 1900, 1901 und 1915.
- CLARK et al. 1988 - A. J. Clark, D. H. Tarling u. M. Noel. Developments in Archaeomagnetic Dating in Britain. Journal of Archaeological Science 15, 645-667.
- COLLINSON 1983 - D. W. Collinson, Methods in Rock Magnetism and Palaeomagnetism (London 1983).
- CZYSZ et al. 1984 - W. Cysz, M. Maggetti, G. Galetti u. H. Schwander, Die spätrömische Töpferei und Ziegelei von Rohrbach im Landkreis Aichach-Freidberg. Bayerische Vorgeschichtsblätter 49, 1984, 215-258.
- DUFOURNIER 1976 - D. Dufournier, Recherches sur la signification et l'interprétation des résultats des analyses chimiques des poteries anciennes (éléments majeurs et mineurs). Notes et Monographies Techniques du CRA (Lausanne 1976)
- DUMA 1966 - G. Duma, Mit Töpfen überwölbte keramische Öfen. Acta Ethnographica Academiae Scientiarum Hungaricae 15, 1966, 93-160.
- DUMA 1972 - G. Duma, Phosphate content of ancient pots as indication of use. Current Anthropology 13, 1972, 127-130.
- ENGEL 1951 - F. Engel, Die mittelalterlichen Töpferöfen von Dümmer und Granzin. Hammaburg 3, 1951, 78-87.
- FEHRING 1969 - G. P. Fehring, Grabungen in Siedlungsbereichen des 3. bis 13. Jh. sowie an Töpferöfen der Wüstung Wülfigen am Kocher, in: A. J. Taylor (Hrsg.), Château Gaillard 3 (Chichester 1969), 48-60.
- FEHRING 1973 - G. P. Fehring, Zur archäologischen Erforschung mittelalterlicher Dorfsiedlungen in Südwestdeutschland. Zschr. f. Agrargeschichte und Agrarsoziologie 21/1, 1973, 1-35.
- FISHER 1953 - R. A. Fisher, Dispersion in a sphere. Proceedings of the Royal Society 217, 1953, A, 295-305.
- FREESTONE/MEETS/MIDDLETON 1985 - F. C. Freestone, N. D. Meets u. A. P. Middleton, Retention of phosphate in buried ceramics: an electron microbeam approach. Archaeometry 27/2, 1985, 161-177.
- FREI 1931 - K. Frei, Zur Geschichte der aargauischen Keramik des 15.-19. Jh. ASA NF. 33, 1931, 73-202.
- GANZ 1960 - W. Ganz, Winterthur. Einführung in seine Geschichte von den Anfängen bis 1798. 292. Neujahrsbl. der Stadtbibliothek Winterthur 1961 (Winterthur 1960).
- GEIGER 1977 - Benno Geiger, Keramisches ABC (Bern 1977; 4. unveränderte Auflage).
- HÄBERLE 1974 - A. Häberle, 100 Jahre Gewerbeverband Winterthur und Umgebuung 1874-1974. Winterthurer Handwerk und Gewerbe von der Helvetik bis zur Gegenwart. 304. Neujahrsblatt der Stadtbibliothek Winterthur 1974 (Winterthur 1974).
- HAFNER 1876/77 - A. Hafner, Das Hafnerhandwerk und die alten Öfen in Winterthur. Neujahrsblatt der Stadtbibliothek Winterthur 1876/77 (Winterthur 1876/77).
- HAMPE/WINTER 1965 - R. Hampe u. A. Winter, Bei Töpfern und Ziegeln in Süditalien, Sizilien und Griechenland (Mainz 1965).
- HAUSER 1984 - G. Hauser, Beiträge zur Erfassung hoch- und spätmittelalterlicher Irdenware aus Franken. ZAM, Beih. 3 (Köln 1984).
- HAUSER 1899 - K. Hauser, Winterthur zur Zeit des Appenzellerkrieges (Winterthur 1899).
- HEUKEMES/GROSS 1983 - B. Heukemes u. U. Gross, Ein Töpferofen der «älteren gelbtonigen Drehscheibenware» aus Wiesloch/Rhein-Nekar-Kreis. Forsch. u. Ber. der Arch. des Mittelalters in Baden-Württemberg 8, 1983, 301-318.
- HRDLICKA 1967 - L. Hrdlička, Die mittelalterlichen Töpferöfen mit keramischen Gewölben aus Bakov nad Jizerou. Archeologické rozhledy 19, 1967, 510-524.
- JANSSEN 1977 - W. Janssen, Gewerbliche Produktion im Mittelalter als Wirtschaftsfaktor im ländlichen Raum anhand von rheinischen Beispielen. Ber. zur deutschen Landeskunde 51, 1977, 269-274.
- JANSSEN 1983a - W. Janssen, Die Bedeutung der mittelalterlichen Burg für die Wirtschafts- und Sozialgeschichte des Mittelalters, in: H. Jankuhn, W. Janssen, R. Schmidt-Wiegand u. H. Tiefenbach (Hrsg.), Das Handwerk in vor- und frühgeschichtlicher Zeit, Teil II. Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften in Göttingen, Phil.-hist. Klasse, 3. Folge, Nr. 123 (Göttingen 1983), 261-316.

- JANSSEN 1983b – W. Janssen, Gewerbliche Produktion des Mittelalters als Wirtschaftsfaktor im ländlichen Raum, in: H. Jankuhn, W. Janssen, R. Schmidt-Wiegand u. H. Tiefenbach (Hrsg.), *Das Handwerk in vor- und frühgeschichtlicher Zeit*, Teil II. Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften in Göttingen, Phil.-hist. Klasse, 3. Folge, Nr. 123 (Göttingen 1983), 317–394.
- JANSSEN 1986 – W. Janssen, Handwerksbetriebe und Werkstätten in der Stadt um 1200, in: H. Steuer (Hrsg.), *Zur Lebensweise in der Stadt um 1200. Ergebnisse der Mittelalterarchäologie*. ZAM, Beiheft 4 (Bonn 1986), 301–378.
- JORNET 1980 – A. Jornet, Composition de la céramique romaine d'Augusta Rubrica (August). Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. 60, 1980, 271–285.
- JORNET 1982 – A. Jornet, Analyse minéralogique et chimique de la céramique romaine suisse à enduit brillant (Thèse, Université de Fribourg 1982).
- KAENEL et al. 1982 – G. Kaenel, D. Paunier, M. Maggetti, G. Galetti, Les ateliers de céramiques gallo-romaines de Lousonna (Lausanne-Vidy VD): analyse archéologiques, minéralogiques et chimiques. *JbSGUF* 65, 1982, 93–132.
- KILKA 1987 – G. Kilka, Groupes de référence des poteries romaines d'Aegerten (Canton de Bern Suisse): Caractéristiques minéralogiques, chimiques et techniques (Travail de Diplôme, Université de Fribourg 1987).
- KÖLNER 1931 – P. Kölner, Geschichte der Spinnwebtornzunft zu Basel und ihrer Handwerke (Basel 1931).
- KÖSTER 1979 – H. M. Köster, Die Chemische Silikatanalyse (Berlin/Heidelberg/New York 1979).
- KÜPFER/MAGGETTI 1978 – T. Küpfer u. M. Maggetti, Die Terra Sigillata von La Péniche (Vidy, Lausanne). Schweiz. Min. Petr. Mitt. 58, 1978, 189–212.
- LANGE/VEJDELEK 1980 – B. Lange u. Z.J. Vejdelek, Photometrische Analyse (Altenburg 1980).
- LEHMANN 1988 – P. Lehmann, Einblicke in die Keramikproduktion um 1400. *Archäologie Aktuell* 5, 1988, 32–36.
- LITZOW 1974 – K. Litzow, Geschichte der keramischen Technologie, in: *Handbuch der Keramik* (Freiburg i. Br. 1974).
- LEMOINE/PICON 1982 – C. Lemoine u. M. Picon, La fixation du phosphore par les céramiques lors de leurs enfouissement et ses incidences analytiques. *Revue d'Archéométrie* 11, 1982, 27–29.
- LETSCH/NOLL 1983 – J. Letsch u. W. Noll, Phase formation in several ceramic sub-systems at 600 °C–1000 °C as a function of oxygen fugacity. *Ber. Dt. Keram. Ges.* 7, 1983, 259–267.
- LOBBEDEY 1981 – U. Lobbedey, Untersuchungen mittelalterlicher Keramik vornehmlich aus Südwestdeutschland. *Arbeiten zur Frühmittelalterforschung* 3 (Berlin 1981; durchgesehener Nachdruck von 1968).
- LUNG 1955/56 – W. Lung, Die Ausgrabung nachkarolingischer Töpferöfen in Paffrath, Gemeinde Bergisch Gladbach/ Rheinisch-Bergischer Kreis. *BjB* 155/156, 1955/56, 355–371.
- LUNG 1958 – W. Lung, Mittelalterliche Töpferöfen und Eisenverhüttung in Katterbach. *Kölner Jahrbuch für Vor- und Frühgeschichte* 3, 1958, 93–106.
- MAGGETTI/HEIMANN 1979 – M. Maggetti u. R. Heimann, Bildung und Stabilität von Gehlenit in römischer Feinkeramik. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 59/3, 1979, 413–417.
- MAGGETTI 1980 – M. Maggetti, Recherches minéralogiques, chimiques et techniques sur la terre sigillée de l'atelier de la Péniche Vidy/Lausanne). *CAR* 20 (1980), 1–95.
- MAGGETTI 1981 – M. Maggetti, Composition of roman pottery from Lousonna (Switzerland). *British Museum Occasional papers* 19, 1981, 33–49.
- MAGGETTI 1982 – M. Maggetti, Phase Analysis and its Significance for Technology and Origin, in: *Archeological Ceramics*. Ed. J. S. Olin and A. D. Franklin (Washington 1982), 121–133.
- MAGGETTI 1984 – M. Maggetti, Kolonialzeitliche Majolica aus Mexico als interdisziplinäres Studienobjekt. *Bull. Soc. Frib. Sc. Nat.* 73 (1/2), 1984, 13–15.
- MAGGETTI 1986 – M. Maggetti, Majolica aus Mexico – ein archäometrisches Fallbeispiel. *Fortschr. Miner.* 64/1, 1986, 87–103.
- MAGGETTI/GALETTI 1981 – M. Maggetti u. G. Galetti, Archäometrische Untersuchungen an Spätlatènezeitlicher Keramik von Basel-Gasfabrik und Sissach-Brühl. *AK* 11, 1981, 321–328.
- MAGGETTI/KAHR 1981 – M. Maggetti u. G. Kahr, Homogenität archäometrischer keramischer Objekte: Teil I. Porosität und Porenradienverteilung. *Archäologie und Naturwissenschaften* 2, 1981, 1–20.
- MAGGETTI/ROSSMANITH 1981 – M. Maggetti u. G. Rossmannith, Archaeothermometry of karolinitic clays. *Revue d'Archéométrie* 3, Supplément, 1981, 185–194.
- MAGGETTI/WESTLEY/OLIN 1984 – M. Maggetti, H. Westley u. J. S. Olin, Provenance and Technical Studies of Mexican Majolica Using Elemental and Phase Analysis. *Archeological Chemistry*. American Chemical Society 1984, 151–191.
- MÄMPEL 1985 – U. Mämpel, Keramik. Von der Handform zum Industrieguss (Reinbek bei Hamburg 1985).
- MARSCHALL 1985 – O. Marschall, Ein spätmittelalterlicher Töpferofen in der Lutherstadt Eisleben. *Ausgrabungen und Funde* 30/4, 1985, 196–200.
- MARTI/WINDLER 1988 – R. Marti u. R. Windler, Die Burg Madeln bei Pratteln/BL. Eine Neubearbeitung der Grabungen 1939/40. *Archäologie und Museum*, Heft 012 (Reinach 1988).
- MECHELK 1981 – H. W. Mechelk, Zur Frühgeschichte der Stadt Dresden und zur Herausbildung einer spätmittelalterlichen Keramikproduktion im sächsischen Elbgebiet aufgrund archäologischer Befunde. *Forschungen zur ältesten Entwicklung Dresdens* 5 (Berlin 1981).
- MEYER 1970 – W. Meyer, Fundkataloge, in: W. Keller, et al., *Die Wasserburg Mülönen*. *Mitteil. des hist. Vereins des Kantons Schwyz* 63, 1970, 105–135.
- MEYER 1974 – W. Meyer, Die Burgruine Alt-Wartburg im Kanton Aargau, Bericht über die Forschungen 1966/67. *Schweiz. Beiträge zur Kulturgesch. u. Arch. des Mittelalters* 1 (Olten 1974).
- OBRECHT 1981 – J. Obrecht, Die archäologischen Untersuchungen von 1978/79, in: H. Bühler et al., *Die Grafen von Kyburg*. *Schweiz. Beiträge zur Kulturgesch. u. Arch. des Mittelalters* 8 (Olten 1981), 129–176.
- PICON 1985 – M. Picon, Un exemple de pollution aux dimensions kilométriques: la fixation du baryum par les céramiques. *Revue d'Archéométrie* 9, 1985, 27–29.
- PICON 1987 – M. Picon, La fixation du Baryum et du strontium par les céramiques. *Revue d'Archéométrie* 11, 1987, 41–47.

- RIPPMANN et al. 1987 – D. Rippmann, B. Kaufmann, J. Schibler u. B. Stopp, Basel Barfüsserkirche. Grabungen 1975–1977. Ein Beitrag zur Archäologie und Geschichte der mittelalterlichen Stadt. Schweiz. Beiträge zur Kulturgesch. u. Arch. des Mittelalters 13 (Olten 1987).
- RÖHRICH/MEINEL 1975 – L. Röhrich u. G. Meinel, Töpferei im Elsass dargestellt am Beispiel von zwei Familienbetrieben in Oberbetschdorf und Soufflenheim. Veröffentlichungen des Alemannischen Instituts Freiburg i. Br. 36 (Bühl 1975).
- ROSSLÄNDER 1989 – A.T. Rossländer, Verwitterungserscheinungen an Keramik (Universität Tübingen 1989).
- SCHNEIDER 1979 – H. Schneider, Die Burgruine Alt-Regensberg im Kanton Zürich. Bericht über die Forschungen 1955–57. Schweiz. Beiträge zur Kulturgesch. u. Arch. des Mittelalters 6 (Olten 1979).
- SCHNYDER 1971 – R. Schnyder, Der spätmittelalterliche Ausbau des Lindenhofs in Zürich. ZAK 28, 1971.
- SCHNYDER 1972 – R. Schnyder, Keramik des Mittelalters. Aus dem Schweizerischen Landesmuseum 30 (Bern 1972).
- SCHUBERT 1986 – P. Schubert, Petrographic modal analysis: a necessary complement to chemical analysis of ceramic coarse ware. *Archaeometry* 28/2, 1986, 163–178.
- SCHULTHEISS 1956 – W. Schultheiss, Nürnbergs Hafnergewerbe in 650 Jahren (Neustadt a. d. Aisch 1956).
- STACHEL 1983 – G. Stachel, Ein spätmittelalterlicher Töpferofen von Mistlau, Gemeinde Kirchberg/Jagst, Lkr. Schwäbisch Hall. *Forsch. u. Ber. der Arch. des Mittelalters in Baden-Württemberg* 8, 1983, 281–299.
- STEINLE/TAUBER 1974 – S. Steinle u. J. Tauber, Ein karolingischer Töpferbezirk in Oberwil, Kanton Basel-Landschaft (Schweiz). *AK* 4, 1974, 181–188.
- STEPHAN 1981 – H.-G. Stephan, Coppengrave, Studien zur Töpferei des 13. bis 19. Jh. in Nordwestdeutschland. *Materialhefte zur Ur- und Frühgeschichte Niedersachsens* 17 (Hildesheim 1981).
- TAUBER 1980 – J. Tauber, Herd und Ofen im Mittelalter. Untersuchungen zur Kulturgeschichte am archäologischen Material vornehmlich der Nordwestschweiz (9.–14. Jh.). Schweiz. Beitr. zur Kulturgesch. u. Arch. des Mittelalters 7 (Olten 1980).
- TAUBER 1988 – J. Tauber, Ein karolingischer Töpferofen in Reinach. *Archäologie und Museum* 011, Berichte aus der Arbeit des Amtes für Museen und Archäologie des Kantons Baselland (Reinach 1988), 69–83.
- THELLIER 1981 – E. Thellier, Sur la direction du champ magnétique terrestre, en France, durant les deux derniers millénaires. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 24, 1981, 89–132.
- VENDRELL et al. 1989 – M. Vendrell, M. Picon, G. Mateu, S. Aliaga, J. Molera, Etude de laboratoire des productions de Saint-Gilles-Du-Gard, in: M. Lainardt u. J. Thiriot, *Poterie grise médiévale produite à St. Gilles-du-Gard. Archéologie du Midi Médiéval* 7, 1989, 73–106.
- VOGT 1948 – E. Vogt, Der Lindenhof in Zürich (Zürich 1948).
- WALTER/BESNUS 1989 – V. Walter u. Y. Besnus, Un exemple de pollution en phosphore et en manganèse de céramiques anciennes. *Revue d'Archéométrie* 13, 1989, 55–64.
- ZIEGLER 1968 – P. Ziegler, Die Ofenkeramik der Burg Wädenswil. *MAGZ* 43 (Zürich 1968).

No. d'Analyse	No. d'inventaire	Description archéologique
WI 1	-	Argile (Ton): provenant du fond du four; trois zones de couleurs différentes sont visibles: zone inférieure rouge, zone intermédiaire gris-clair et zone supérieure gris-foncé.
WI 2	-	-
WI 3	-	-
WI 4	21.85.41	Argile: de superstructure du four. Couleur gris-foncé et traces de vase céramique.
WI 5	36.85.1	Argile: de superstructure de couleur rouge. Traces de vase céramique.
WI 6	21.85.33	Argile: de superstructure du four de couleur rouge.
WI 7	12.91.94	Tuile (Ziegel): trouvée mélangée avec de céramique dans le four. Couleur grise avec un coeur rouge. Des inclusions de couleurs différentes qui peuvent être des morceaux de céramiques concassées.
WI 8	75.26.28	Tuile: surcuite trouvée dans une fosse devant le four. Couleur noire avec des surfaces jaunes. Grosses inclusions.
WI 9	75.66.1	Tuile: rouge trouvée dans la même fosse; grosses inclusions.
WI 10	21.91.203	Pot globulaire (Wölbtopf): côté extérieur rougâtre.
WI 11	21.91.203	Pot globulaire: côté intérieur noir. (Température de cuisson n'est peut-être pas homogène pour le même vase).
WI 12	21.91.103	Pot globulaire: trouvé dans le four; paroi de vase; couche extérieure légèrement rougâtre.
WI 13	21.91.1	Pot globulaire: trouvé dans le four paroi de vase; couche extérieure légèrement rougâtre.
WI 14	20.91.63	Pot globulaire: paroi; noir.
WI 15	20.91.541	Pot globulaire: fond de vase; noir.
WI 16	21.91.167	Pot globulaire: trouvé dans le four; paroi et fond de vase; couche extérieure légèrement rougâtre.
WI 17	21.91.49	Pot globulaire: paroi de vase; noir.
WI 18	13.91.370	Pot globulaire: trouvé près du four; paroi de vase; noir.
WI 19	20.91.781	Pot globulaire: trouvé dans le four; col de vase; couche extérieure plus foncée.
WI 20	20.91.561	Marmite tripods (Dreibeingefäss) (Var b): trouvé dans le four; col; entièrement noir.
WI 21	18.21.109	Marmite tripods (Var b): col; rouge.
WI 22	18.91.603	Marmite tripods (Var c): trouvé dans le four; col et anse; rouge avec un coeur légèrement noir.
WI 23	18.91.666	Marmite tripods (Var b): col et anse; rouge.
WI 24	20.91.564	Marmite tripods (Var b): col et anse; noir.
WI 25	20.91.574	Marmite tripods (Var b): trouvé dans le four; col; noir.
WI 26	20.91.537	Marmite tripods (pas Var a): fond et pied; noir (coeur plus clair).
WI 27	20.91.524	Marmite tripods (pas Var a): comme le précédent.
WI 28	13.91.3361	Marmite tripods (Var a/b?): pied; rouge.
WI 29	13.91.359	Marmite tripods (pas Var a): comme le précédent.

WI 30	20.91.557	Marmite tripods (pas Var a): pied; noir.
WI 31	68.91.19	Grand pichet (Verenakrug): col et lèvres; noir.
WI 32	64.91.3	Grand pichet (Verenakrug): paroi et col; surface noire; corps rougâtre et une couche noire au centre.
WI 33	20.91.16	Grand pichet (Verenakrug): anse; noir.
WI 34	20.91.276	Petit pichet: anse; rouge.
WI 35	21.91.141	Petit pichet: lèvres; rouge.
WI 36	20.91.343	Cruche (Flasche): anse; noire.
WI 37	20.91.18	Cruche: anse; noire.
WI 38	18.91.614	Cruche: anse et lèvres; rouge.
WI 39	11.91.300	Cruche: anse; rouge.
WI 40	18.91.630	Cruche: anse; noire (coeur rougâtre).
WI 41	18.91.92	Marmite tripods (Var b): col; noir (peut être une autre argile).
WI 42	21.91.195	Marmite tripods (Var b): col; rouge clair.
WI 43	18.91.219	Marmite tripods (Var b): paroi; rouge.
WI 44	11.91.444	Marmite tripods (Var b): pied; rouge clair.
WI 45	11.91.201	Terrine: paroi; noir.
WI 46	11.91.505	Ecuelle (Napfkachel) (Var a): paroi; rouge.
WI 47	18.91.606	Ecuelle (Var b): paroi; rouge.
WI 48	18.92.51	Gros pot glaçuré à deux anses trouvé dans le four; paroi; pâte rouge; glaçure jaune-clair légèrement verdâtre.
WI 49	18.91.1080	Paroi de même type de vase précédent, mais la pâte est noire et la glaçure est vert-gris.
WI 50	-	Argile: couleur verdâtre; prélevée à 1 m de profondeur dans une carrière d'argile située à Dättwil; coordonnées: 694.050/260.575.
WI 51	-	Argile: prélevée à 2 m de profondeur dans la même carrière précédente; couleur beige; mêmes coordonnées que WI 50.
WI 52	-	Argile: prélevée à 3 m de profondeur dans la même carrière; couleur beige-clair; mêmes coordonnées que WI 50.
WI 53	-	Argile: prélevée à 4 m de profondeur dans la même carrière; couleur beige-clair; mêmes coordonnées que WI 50.
WI 54	-	Argile: couleur verdâtre; prélevée à 1 m de profondeur et à 3 m de WI 50 dans la même carrière.
WI 55	-	Argile: prélevée à 2 m de profondeur dans le centre-ville de Winterthur à 500 m du four; couleur beige-clair; coordonnées: 697.300/261.300.
WI 56	-	Argile: couleur beige rougâtre; prélevée au cours de la fouille dans un plateau d'argile à 20 m du four.

Zahlentab. 15. Liste des échantillons. Description archéologique selon Peter Lehmann.

No. d'Analyse	WT 1	WT 2	WT 3	WT 4	WT 5	WT 6	WT 7
% Poids							
SiO ₂	38.71	38.32	41.30	42.36	40.37	43.59	57.43
TiO ₂	0.48	0.46	0.49	0.51	0.49	0.53	0.72
Al ₂ O ₃	10.35	9.99	10.47	11.07	10.61	11.53	15.61
Fe ₂ O ₃ t.	4.24	3.90	4.26	4.56	4.64	4.79	6.08
MnO	0.17	0.20	0.17	0.19	0.21	0.17	0.13
MgO	8.10	7.74	7.25	5.32	6.05	8.31	5.70
CaO	34.94	34.48	32.32	30.79	33.37	28.44	11.28
Na ₂ O	0.24	0.30	0.33	0.43	0.27	0.39	0.41
K ₂ O	10.87	1.95	2.02	2.41	2.08	1.31	2.77
P ₂ O ₅	0.81	0.88	1.08	2.02	1.63	0.96	0.30
Total	99.91	100.22	99.69	99.66	99.72	100.02	100.43
H ₂ O	3.99	3.28	4.15	5.72	4.01	6.45	1.34
CO ₂	22.77	24.26	20.95	19.30	21.81	15.18	2.77
FeO	0.60	0.78	0.54	0.80	0.30	0.72	0.71
ppm							
Ba	142	163	155	301	203	177	255
Cr	55	53	61	56	55	61	105
Cu	49	35	117	60	51	76	43
Ga	7	3	26	6	3	23	14
Nb	5	6	6	7	7	8	10
Ni	62	58	69	58	59	72	92
Pb	1501	163	7613	136	1	5782	65
Rb	56	58	75	66	75	43	141
Sr	280	284	275	304	241	266	151
Tb	17	6	88	8	7	73	5
V	61	57	68	57	70	74	104
Y	14	12	21	16	12	23	23
Zn	71	78	82	120	91	96	100
Zr	57	59	75	68	61	78	112
Somme	2377	1025	8731	1263	936	6852	1220

No. d'Analyse	WT 8	WT 9	WT 10	WT 11	WT 12	WT 13	WT 14
% Poids							
SiO ₂	54.96	61.54	66.20	66.65	65.41	65.41	65.87
TiO ₂	0.66	0.74	0.73	0.74	0.73	0.74	0.74
Al ₂ O ₃	14.18	14.29	15.47	15.65	15.48	15.48	15.56
Fe ₂ O ₃ t.	5.56	5.69	6.17	6.22	6.22	6.24	6.25
MnO	0.11	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.15
MgO	6.87	5.18	3.32	3.23	3.50	3.56	3.20
CaO	14.66	9.47	3.98	3.78	4.01	3.83	3.97
Na ₂ O	0.34	0.46	0.55	0.53	0.54	0.56	0.52
K ₂ O	2.52	2.60	2.76	2.84	2.81	2.82	2.80
P ₂ O ₅	0.13	0.22	0.77	0.52	1.07	1.06	0.89
Total	99.99	100.33	100.09	100.29	99.90	99.83	99.95
H ₂ O	0.25	0.89	2.42	1.79	3.47	3.55	2.20
CO ₂	0.17	1.47	2.25	2.09	2.79	2.95	2.12
FeO	2.85	0.24	2.32	2.47	1.75	1.38	2.53
ppm							
Ba	210	250	394	355	413	432	411
Cr	94	108	121	130	121	113	121
Cu	32	39	35	31	37	40	36
Ga	15	13	16	17	18	16	16
Nb	9	11	11	12	12	10	10
Ni	83	81	100	94	94	91	97
Pb	1	1	137	203	95	48	61
Rb	136	133	127	131	117	114	129
Sr	170	134	123	107	131	127	132
Tb	8	15	19	25	24	19	14
V	107	111	146	140	143	147	143
Y	21	26	29	31	28	27	29
Zn	86	96	101	101	96	99	106
Zr	113	141	144	147	143	140	145
Somme	1065	1159	1503	1524	1472	1423	1452

No. d'Analyse	WT 15	WT 16	WT 17	WT 18	WT 19	WT 20	WT 21
% Poids							
SiO ₂	65.58	65.34	65.80	66.66	66.55	67.34	67.71
TiO ₂	0.74	0.73	0.74	0.74	0.74	0.69	0.69
Al ₂ O ₃	15.70	15.44	15.40	15.84	15.56	13.94	13.85
Fe ₂ O ₃ t.	6.33	6.25	6.23	6.26	6.21	5.55	5.80
MnO	0.16	0.13	0.13	0.13	0.14	0.13	0.14
MgO	3.38	3.50	3.51	3.38	3.30	3.37	3.45
CaO	3.68	4.00	3.93	3.46	3.76	5.21	5.36
Na ₂ O	0.48	0.54	0.57	0.50	0.52	0.63	0.65
K ₂ O	2.85	2.81	2.82	2.79	2.76	2.61	2.58
P ₂ O ₅	0.73	1.03	1.04	0.32	0.38	0.38	0.42
Total	99.63	99.77	100.17	100.06	99.92	99.85	100.45
H ₂ O	2.08	3.50	3.65	1.56	1.42	1.09	0.93
CO ₂	1.76	2.97	2.85	1.54	1.80	1.27	1.37
FeO	2.37	1.48	1.31	2.35	3.23	1.32	0.34
ppm							
Ba	339	418	436	320	329	313	302
Cr	134	119	119	127	127	111	111
Cu	34	36	40	39	36	36	36
Ga	16	17	16	16	15	15	17
Nb	11	10	11	13	10	11	10
Ni	100	95	92	100	96	85	84
Pb	32	177	69	78	74	321	670
Rb	134	121	106	135	130	130	126
Sr	118	132	122	93	100	112	113
Tb	12	14	23	14	14	9	20
V	146	144	142	146	149	109	109
Y	31	30	26	31	29	25	26
Zn	96	103	102	100	97	97	93
Zr	141	143	132	150	141	168	162
Somme	1344	1559	1438	1362	1347	1542	1879

No. d'Analyse	WT 22	WT 23	WT 24	WT 25	WT 26	WT 27	WT 28
% Poids							
SiO ₂	74.94	67.46	72.37	70.54	71.33	71.24	70.57
TiO ₂	0.75	0.69	0.71	0.69	0.69	0.70	0.67
Al ₂ O ₃	12.75	13.84	13.54	13.29	13.54	13.50	11.32
Fe ₂ O ₃ t.	4.85	5.64	5.34	5.27	5.43	5.44	4.65
MnO	0.08	0.15	0.12	0.13	0.13	0.13	0.14
MgO	2.05	3.20	2.36	2.74	2.66	2.70	2.64
CaO	1.42	5.30	1.92	3.46	2.97	2.92	6.08
Na ₂ O	0.77	0.64	0.71	0.68	0.71	0.70	0.81
K ₂ O	2.24	2.58	2.48	2.55	2.56	2.56	2.29
P ₂ O ₅	0.36	0.55	0.29	0.33	0.29	0.23	0.63
Total	100.21	100.05	99.84	99.68	100.30	100.12	99.80
H ₂ O	0.84	1.17	0.93	1.03	0.92	0.82	1.55
CO ₂	1.01	1.66	0.76	1.15	0.81	0.81	3.23
FeO	1.17	0.24	2.31	1.74	1.35	0.80	0.17
ppm							
Ba	389	341	344	298	300	300	309
Cr	125	110	129	116	122	127	103
Cu	38	39	36	39	34	34	40
Ga	14	14	15	16	15	15	9
Nb	14	14	12	10	11	13	10
Ni	71	86	80	80	84	83	68
Pb	127	35	387	726	64	83	89
Rb	113	125	122	120	123	125	100
Sr	85	121	83	93	86	84	120
Tb	20	14	25	30	15	16	14
V	125	106	132	103	120	119	86
Y	25	25	28	27	27	26	21
Zn	87	99	90	92	84	87	77
Zr	181	160	182	180	177	184	184
Somme	1414	1289	1665	1930	1262	1296	1230

Zahlentab. 16. Liste des analyses chimiques. Fe₂O₃ t. = fer total exprimé en Fe₂O₃

No. d'Analyse	W1 29	W1 30	W1 31	W1 32	W1 33	W1 34	W1 35
% Poids							
SiO ₂	68.72	70.95	57.78	65.42	65.63	56.15	66.82
TiO ₂	0.69	0.65	0.66	0.73	0.73	0.64	0.75
Al ₂ O ₃	13.81	12.56	13.40	15.08	14.88	13.12	15.99
Fe ₂ O ₃ t.	5.54	5.09	5.28	5.98	6.16	5.21	6.45
MnO	0.12	0.14	0.12	0.13	0.19	0.13	0.13
MgO	3.14	2.89	4.84	3.05	2.82	5.79	2.91
CaO	4.65	4.14	14.02	5.25	4.63	15.01	3.01
Na ₂ O	0.65	0.75	0.45	0.53	0.51	0.48	0.50
K ₂ O	2.61	2.45	2.42	2.80	2.77	2.35	2.97
P ₂ O ₅	0.31	0.42	0.70	0.91	1.77	0.66	0.49
Total	100.24	99.84	99.67	99.88	100.09	99.54	99.82
H ₂ O	1.24	1.22	2.71	3.13	2.76	3.88	2.55
CO ₂	1.62	2.05	5.61	3.35	2.51	6.97	1.84
FeO	0.62	2.08	1.00	1.79	2.17	0.26	0.72
ppm							
Ba	299	334	269	441	447	235	368
Cr	114	114	98	118	126	86	120
Cu	34	36	37	40	35	32	36
Ga	14	12	10	17	17	11	18
Nb	11	9	10	14	15	11	13
Ni	83	80	77	91	93	76	102
Pb	79	26	33	85	115	420	32
Rb	118	110	101	119	127	85	135
Sr	94	92	169	126	187	166	93
Tb	14	15	7	22	24	21	27
Y	120	113	90	134	137	103	144
Zn	26	30	20	25	26	21	30
Zr	83	79	86	103	101	83	98
Zr	157	164	112	130	138	110	141
Somme	1246	1214	1119	1465	1588	1460	1357

No. d'Analyse	W1 36	W1 37	W1 38	W1 39	W1 40	W1 41	W1 42
% Poids							
SiO ₂	67.45	65.85	61.13	71.41	66.87	69.09	69.41
TiO ₂	0.74	0.68	0.66	0.82	0.75	0.65	0.64
Al ₂ O ₃	15.33	13.91	13.67	13.06	15.69	10.88	10.68
Fe ₂ O ₃ t.	6.22	5.62	5.51	4.94	6.26	4.36	4.31
MnO	0.14	0.15	0.13	0.08	0.16	0.15	0.15
MgO	3.04	3.02	5.75	2.28	3.06	3.13	3.08
CaO	3.05	6.29	10.10	1.86	3.20	7.52	8.06
Na ₂ O	0.51	0.61	0.47	0.82	0.50	0.74	0.79
K ₂ O	2.89	2.70	2.28	2.31	2.84	2.30	2.24
P ₂ O ₅	0.33	1.15	0.60	0.38	0.51	0.69	0.45
Total	99.90	99.98	100.30	99.96	99.84	99.51	99.81
H ₂ O	1.18	2.58	5.07	0.76	1.66	1.23	1.89
CO ₂	1.63	3.34	5.09	0.34	1.52	2.70	4.22
FeO	3.31	1.99	0.19	0.37	2.20	1.45	0.40
ppm							
Ba	303	395	236	418	390	312	293
Cr	130	72	67	72	87	98	94
Cu	38	33	29	31	35	42	49
Ga	17	12	11	14	16	11	11
Nb	14	11	11	14	12	11	12
Ni	100	83	77	71	96	64	63
Pb	33	29	221	349	18	355	231
Rb	143	119	81	117	137	95	92
Sr	90	147	131	99	108	138	135
Tb	19	14	14	28	23	18	20
Y	143	119	111	116	144	75	70
Zn	32	26	25	26	28	22	22
Zr	95	92	81	87	95	91	78
Zr	156	143	119	207	143	184	177
Somme	1313	1295	1213	1649	1332	1516	1347

No. d'Analyse	W1 43	W1 44	W1 45	W1 46	W1 47	W1 48	W1 49
% Poids							
SiO ₂	70.05	64.78	60.61	65.57	72.07	75.17	74.40
TiO ₂	0.65	0.65	0.69	0.70	0.73	0.80	0.81
Al ₂ O ₃	10.82	11.23	14.09	14.11	12.96	12.38	13.05
Fe ₂ O ₃ t.	4.37	4.47	5.61	5.72	5.26	4.59	4.99
MnO	0.16	0.14	0.13	0.15	0.11	0.07	0.08
MgO	2.71	4.02	5.25	4.09	2.02	2.07	2.12
CaO	7.16	10.51	10.22	6.20	2.63	1.57	1.17
Na ₂ O	0.78	0.72	0.53	0.58	0.80	0.87	0.77
K ₂ O	2.29	2.38	2.59	2.68	2.31	2.18	2.28
P ₂ O ₅	0.79	0.80	0.68	0.47	0.98	0.17	0.19
Total	99.77	99.70	100.40	100.27	99.89	99.87	99.86
H ₂ O	1.57	2.14	3.91	1.14	2.40	0.65	0.81
CO ₂	3.07	4.18	4.43	1.77	1.65	0.68	0.48
FeO	0.32	0.32	1.81	0.25	0.37	0.39	1.44
ppm							
Ba	340	271	282	327	539	378	369
Cr	88	95	97	113	103	109	114
Cu	45	39	34	45	41	34	32
Ga	9	9	12	17	12	19	17
Nb	9	10	11	11	12	15	15
Ni	64	62	83	89	72	66	74
Pb	303	173	108	1005	13	1347	166
Rb	96	97	103	130	98	115	118
Sr	138	148	142	121	122	86	81
Tb	16	17	16	31	12	41	28
Y	77	76	117	115	112	112	122
Zn	22	31	23	29	23	27	26
Zr	93	75	85	96	98	82	83
Zr	180	164	120	148	151	212	211
Somme	1480	1257	1233	2277	1408	2643	1456

No. d'Analyse	W1 50	W1 51	W1 52	W1 53	W1 54	W1 55	W1 56
% Poids							
SiO ₂	70.51	69.37	54.05	51.05	70.76	45.24	44.10
TiO ₂	0.74	0.75	0.56	0.47	0.76	0.56	0.52
Al ₂ O ₃	14.99	15.85	11.32	9.21	14.88	12.21	11.50
Fe ₂ O ₃ t.	5.94	6.19	4.40	3.58	5.89	5.47	4.64
MnO	0.16	0.12	0.10	0.06	0.22	0.11	0.13
MgO	3.08	3.26	8.50	8.95	2.76	7.10	7.36
CaO	1.84	1.41	18.39	23.50	1.33	26.48	28.17
Na ₂ O	0.49	0.48	0.38	0.41	0.50	0.22	0.28
K ₂ O	2.47	2.75	2.10	1.79	2.53	2.12	2.37
P ₂ O ₅	0.16	0.15	0.12	0.10	0.12	0.11	0.56
Total	100.38	100.33	99.92	99.14	99.75	99.62	99.63
H ₂ O	6.20	5.44	3.21	2.49	5.48	3.56	3.01
CO ₂	5.48	1.39	16.74	20.15	2.93	19.74	20.31
FeO	-	-	-	-	-	-	-
ppm							
Ba	366	344	194	148	369	152	146
Cr	145	151	83	61	140	74	60
Cu	35	43	28	23	34	26	34
Ga	17	18	8	5	17	4	4
Nb	14	15	8	7	11	5	5
Ni	83	97	59	54	85	68	66
Pb	11	9	1	1	4	1	1
Rb	123	130	79	65	128	80	95
Sr	76	82	151	200	76	207	227
Tb	19	12	7	6	3	1	1
Y	164	164	90	65	168	93	78
Zn	28	30	18	16	27	13	15
Zr	91	98	57	51	83	63	74
Zr	159	144	103	84	165	67	67
Somme	1331	1337	886	784	1310	854	873

% poids	GWI 1 n = 15			GWI 2 n = 16			GWI 3 n = 5			GWI 4 n = 7		
	\bar{x}	s	s%	\bar{x}	s	s%	\bar{x}	s	s%	\bar{x}	s	s%
SiO ₂	66.11	0.65	0.99	70.57	3.15	4.46	68.78	2.31	3.36	58.51	2.59	4.43
TiO ₂	0.74	0.02	2.24	0.72	0.05	7.03	0.65	0.01	1.68	0.68	0.037	5.39
Al ₂ O ₃	15.45	0.47	3.07	13.38	0.53	3.99	10.99	0.28	2.51	14.05	0.81	5.77
Fe ₂ O ₃ t.	6.19	0.19	2.99	5.30	0.33	6.20	4.43	0.14	3.05	5.56	0.29	5.15
MnO	0.14	0.01	8.11	0.12	0.03	22.99	0.15	0.01	5.65	0.13	0.01	7.48
MgO	3.26	0.21	6.44	2.75	0.60	21.77	3.12	0.55	17.65	5.63	0.65	11.60
CaO	3.95	0.84	21.22	3.75	1.76	49.27	7.87	1.65	20.93	12.11	2.38	19.61
Na ₂ O	0.53	0.03	6.23	0.71	0.08	11.58	0.77	0.04	4.82	0.45	0.06	13.34
K ₂ O	2.82	0.06	2.17	2.48	0.17	6.64	2.30	0.05	2.20	2.50	0.17	6.69
P ₂ O ₅	0.75	0.30	39.76	0.43	0.27	61.92	0.67	0.14	21.27	0.47	0.24	51.90
Total		99.937			100.027			99.718			100.086	
ppm	x	s	s%	x	s	s%	x	s	s%	x	s	s%
Ba	383	45	12	353	63	18	305	26	8	248	24	10
Cr	117	17	14	110	16	15	96	6	6	94	14	15
Cu	36	3	7	36	4	10	43	4	9	35	5	14
Ga	16	1	9	15	2	13	10	1	11	12	2	15
Nb	12	1	8	12	2	16	10	1	11	10	1	8
Ni	95	5	5	79	7	8	64	2	4	81	6	7
Rb	127	10	8	119	8	7	96	3	3	111	25	22
Sr	117	17	15	101	19	19	136	10	7	152	17	11
Tb	19	5	26	21	9	42	17	2	13	12	6	47
V	142	7	5	116	7	6	77	6	8	106	9	8
Y	29	2	7	26	2	6	22	1	3	23	2	10
Zn	99	4	4	89	6	7	83	9	10	88	7	8
Zr	143	6	4	174	22	12	178	8	5	118	11	9

Zahlentab. 17. Caractéristiques chimiques des groupes de Winterthur. x = moyenne arithmétique; s = écart-type; s% = écart-type relatif; Fe₂O₃ t. = fer total exprimé en Fe₂O₃

No. d'Analyse	Total % vol.	diamètre < 0,16 mm	diamètre > 0,16 mm
WI 10	18,5	8,8	9,7
WI 11	23,1	13,4	9,7
WI 13	19,2	12,0	7,2
WI 23	29,4	20,8	8,6
WI 24	33,9	24,4	9,5
WI 26	39,3	24,0	15,3
WI 28	29,1	23,0	6,1
WI 33	17,7	10,3	7,3
WI 34	11,6	7,8	3,9
WI 37	23,8	16,1	7,7
WI 39	26,2	21,0	5,0
WI 41	28,6	19,6	9,2
WI 44	18,4	14,3	4,2
WI 47	37,7	24,5	13,3
WI 48	27,2	20,8	6,3

Zahlentab. 18. Pourcentage de dégraissant en fonction de diamètre des grains.

Zahlentab. 20. Associations minéralogiques des tessons céramiques, et des argiles (WI 1-6, WI 50-53 et WI 55). WI 1a, 1b, 1c représentent respectivement trois tranches: inférieure, intermédiaire et supérieure, de même échantillon du fond du four. Ar = aragonite; C = calcite; Di = diopside; Dol = dolomite; FK = feldspath potassique; G = gehlénite; He = hématisite; Il = illite; Mg = magnétite; Pl = plagioclase; Q = quartz; Sp = spinelle.

WI 1a:	C + Q + Dol + Il + He + Pl
WI 1b:	C + Q + Dol + Il
WI 1c:	C + Q + Ar + G + Mg + FK
WI 2a:	C + Q + Dol + Il + He
WI 2b:	C + Q + Dol + Il + He
WI 2c:	C + Q + Ar + G ± Dol ± Il ± FK
WI 3a:	C + Q + Dol + Il + Pl + FK + He
WI 3b:	C + Q + Ar + Il + G + Dol
WI 3c:	C + Q + G + Ar
WI 4:	C + Q + Dol + Il + FK + Pl + Mg
WI 5:	C + Q + Dol + Il + FK + He
WI 6:	C + Q + G + Ar ± Il ± Dol
WI 7:	Q + Di + Pl + C + G + He + Mg
WI 8:	Di + Pl + Q + Mg + FK + G + FeO ¹
WI 9:	Q + Pl + Di + C + He
WI 10:	(côté ext. rougâtre): Q + C + Pl + FK + Il
WI 11:	(côté int. noir): Q + C + FK + Il + Pl + Mg
WI 12:	Q + C + Il + Pl + Dol + FK
WI 13:	Q + C + Il + Dol + Pl + FK
WI 14:	Q + C + Il + Pl + FK + Mg + Dol
WI 15:	Q + C + Il + Pl + FK + Mg
WI 16:	Q + C + Il + Dol + Pl + FK
WI 17:	Q + C + Il + Dol + Pl + FK
WI 18:	Q + C + FK + Il + Mg + Dol
WI 19:	Q + FK + C + Il + Pl + Dol + Mg
WI 20:	Q + Pl + FK + Di + Mg + Sp + C + FeO ¹
WI 21:	Q + Pl + FK + Di + Mg + He + Sp + C
WI 22:	Q + FK + Pl + He + C + Sp + Di + FeO ¹
WI 23:	Q + FK + Pl + He + C + Di + Sp + Il
WI 24:	Q + FK + Pl + C + Mg + FeO ¹ + Sp + Il + Dol
WI 25:	Q + FK + Pl + Mg + Sp + Di + C + FeO ¹
WI 26:	Q + FK + Pl + Mg + Sp + C + Di + He + FeO ¹
WI 27:	Q + FK + Pl + Sp + Mg + C + He + Di + FeO ¹
WI 28:	Q + FK + Pl + C + He + Il
WI 29:	Q + FK + Pl + C + He + G + Di
WI 30:	Q + Pl + FK + C + Sp + Mg + FeO ¹
WI 31:	Q + C + Di + G + Mg + FK + Pl + Il
WI 32:	Q + C + Il + Pl + FK ± Mg
WI 33:	Q + C + Il + FK ± Pl ± Mg
WI 34:	Q + C + Di + FK + G + He + Il
WI 35:	Q + Il + C + FK + Pl + He
WI 36:	Q + Pl + C + Sp + Mg ± Di ± FK
WI 37:	Q + C + Pl + Il + FK + Mg
WI 38:	Q + C + Il + He + Pl + FK ± Di ± G
WI 39:	Q + FK + Pl + Sp + He ± Di ± C
WI 40:	Q + FK + Il + Pl + C + Sp + He + Mg
WI 41:	Q + Pl + FK + C + Di + Sp + Mg + FeO ¹
WI 42:	Q + C + FK + Pl + Di + Il + Sp + He + FeO ¹
WI 43:	Q + FK + Pl + C + Di + G + He
WI 44:	Q + C + Pl + FK + Di + G + He
WI 45:	Q + C + FK + FeO ¹ + Il + Di + Mg + Pl
WI 46:	Q + Pl + FK + C + Di + Sp + He
WI 47:	Q + Pl + Il + Mg + FK + C + He
WI 48:	Q + FK + Pl + Sp ± C ± Di ± He
WI 49:	Q + FK + Pl + Il + Sp + Mg + C
WI 50:	Q + FK + Il + Pl + Sp + He
WI 51:	Q + Pl + FK + Il + He + Sp
WI 52:	Q + C + Portlandite + Periclase + Il + FK + Pl
WI 53:	Q + C + Portlandite + Periclase + FK + Pl + Il ± He
WI 55:	Q + Portlandite + Periclase + FK + Pl + Il

No. d'an.	Dég	Q	Fs	Ca	Il	Hé	Bi	RG	RS	RM	Cc
WI. 4	19.6	1.3				0.7	0.5				17.1
WI. 5	0.4										0.4
WI. 6	1.8	1.0	0.3	0.3	0.1				0.1		
WI. 7	7.0	2.6	0.2			0.2	0.1			1.9	0.2
WI. 8	2.4	2.4									
WI. 9	18.3	6.0	0.3			1.0				5.9	5.1
WI. 10	19.0	6.0	3.7	0.6	0.4	1.5		1.0	3.0	1.2	1.6
WI. 11	26.0	10.3	2.1	0.6	1.0	2.7	0.6	0.2	2.0	1.5	5.0
WI. 12	19.0	5.7	2.7		1.1	1.1	1.1	2.3	1.7	1.5	1.7
WI. 13	22.6	6.7	3.2	0.3	0.7	2.2	0.8	2.5	2.2	0.7	3.3
WI. 14	22.4	7.4	2.5	0.2	0.5	2.5	0.2	1.2	3.4	1.3	3.3
WI. 15	21.9	6.3	3.2	0.2	0.8	2.0	0.3	3.1	3.1	1.5	2.1
WI. 16	19.3	7.1	3.3	0.1	0.7	0.8	0.5	3.1	1.8	1.3	1.1
WI. 17	21.9	8.2	2.7	0.1	0.7	1.4	0.3	2.0	3.0	1.7	2.0
WI. 18	18.7	6.9	2.0	0.2	1.0	0.4	0.4	2.3	3.6	1.4	1.2
WI. 19	22.6	6.4	2.8		0.7	0.4		4.9	5.0	1.7	1.0
WI. 20	27.4	12.2	2.6		0.5	0.6	0.7	3.6	5.2	0.6	1.6
WI. 21	25.8	12.8	3.3		0.5	0.4	0.2	1.9	4.6	0.7	1.5
WI. 22	30.0	18.0	3.2		0.5	0.4	0.3	1.8	3.8	0.8	0.7
WI. 23	26.1	14.9	4.5		0.9	1.7	0.1	1.2	3.0	0.1	0.3
WI. 24	35.9	22.9	1.9		1.9	0.3	0.8	1.5	4.0	1.1	1.6
WI. 25	30.5	20.1	1.2		1.1	0.3		0.3	5.7	1.0	1.1
WI. 26	33.2	22.1	2.4		1.3	0.9	0.9	3.1	2.5	0.6	0.5
WI. 27	29.6	20.5	3.7		0.5	0.6	0.3	1.0	2.7	0.3	0.3
WI. 28	26.8	15.9	3.0		1.3	0.7	0.5	0.3	1.6	2.7	1.0
WI. 29	25.3	13.8	3.6			0.7	0.5	1.2	2.5	0.6	2.9
WI. 30	32.1	19.5	4.3		1.2	0.4	0.4	0.8	1.5	0.9	3.8
WI. 31	17.5	4.0	2.4		0.4	0.7	0.2	0.7	3.8	0.6	4.7
WI. 32	20.5	11.2	3.7	0.1	1.0	0.2	0.2	0.5	2.7	0.5	0.8
WI. 33	16.1	7.5	2.9		0.4	0.9	0.3	1.3	1.3	0.6	1.4
WI. 34	13.6	5.3	1.5		0.4	0.3	0.1	1.7	0.6	1.3	3.3
WI. 35	16.8	7.7	3.3	0.3		0.4		0.9	1.3	0.6	3.0
WI. 36	21.4	11.9	3.5		0.4	0.4	0.1	0.5	1.6	0.5	2.6
WI. 37	29.0	14.1	5.7	0.1	1.9	1.2	0.6	1.8	2.3	0.3	1.5
WI. 38	24.8	7.3	4.7	2.3	0.7	1.3	0.3	0.2	4.1	0.3	3.6
WI. 39	29.8	18.1	8.1		0.8	1.1	0.3	0.4	1.0	0.3	0.1
WI. 40	14.7	5.5	4.1		1.1	1.1	0.2	0.6	1.7	0.1	1.0
WI. 41	30.7	16.9	6.7		0.4	0.9	0.1		2.5	0.9	2.4
WI. 42	27.8	13.4	7.4	0.2	1.0		0.1	2.2	0.8	0.1	2.7
WI. 43	25.6	15.4	6.1	0.1	0.2	0.8	0.1	0.8	1.7	0.1	0.5
WI. 44	21.3	12.1	5.9	0.2	0.1	1.3		0.5	1.2	0.2	0.1
WI. 45	14.5	6.4	2.1	1.8	0.1	0.6		0.6	1.4	0.6	1.0
WI. 46	17.5	10.9	4.2		0.7	0.3	0.1	0.6	0.5		0.5
WI. 47	37.4	22.5	7.4	0.3	1.1	0.4	1.5	3.0	0.4		0.8
WI. 48	29.2	19.1	6.7		0.6	0.9	0.4	1.1	0.2		0.5
WI. 49	25.7	16.8	4.9		1.1	0.5	0.3	0.7	1.2	0.1	0.3
WI. 50	15.4	8.1	4.4		0.3	0.4	0.1	0.3	1.1	0.2	
WI. 51	11.2	3.2	6.9		0.5	0.6		0.2	0.2	0.2	
WI. 52	15.6	4.9	6.4		0.2	0.7	0.2	0.3			3.2
WI. 53	15.1	5.4	5.4		0.7	1.5	0.3		0.3		1.5
WI. 55	6.0	2.7	1.3		0.1	1.1		0.1		0.1	0.4

Zahlentab. 19. Composition quantitative du dégraissant des différents échantillons. Dég. = dégraissant; Q = quartz; Fs = feldspath; Ca = calcite; Il = illite; Hé = hématite; Bi = biotite; RG = roche granitique; RS = roche sédimentaire; RM = roche métamorphique; Cc = calcaire. WI 4-6: argiles de la superstructure du four. WI 50-53 et WI 55: argiles cuites à 800 °C.

6. TEILVERZEICHNIS DER POSITIONSNUMMERN (Teil II)

- 27: Grube 6, Grubenwand
- 29: Schwarzbrauner Humus, durchsetzt mit Ziegeln, Mörtel, Holzkohle und Kiesel (FK 54)
- 30: Grube 1, Verfüllung (FK 56)
- 31: Brennofen, oberste, lockere Verfüllung aus Ofenschutt (FK 41.38)
- 32: Wandung des Brennofens aus Ziegelsteinen
- 33: Brennofen, Ofenummantelung
- 34: Schwarzbrauner Humus, kiesig; wie Pos. Nr. 29, aber etwas grösserer Mörtel- und Ziegelanteil (FK 49.100)
- 36: Grube 4, Grubenwand (Grube 5)
- 38: Grube 2, Verfüllung (FK 6.37)
- 39: Grube 2, Grubenwand
- 62: Grube 3, Verfüllung
- 63: Grube 4, Verfüllung
- 64: Grube 5, Verfüllung
- 67: Grube 7, Grubenwand
- 68: Grube 7, Verfüllung
- 69: Grube 6, Verfüllung
- 70: Trennwand zwischen Grube 4 und 5
- 71: Grube 3, Grubenwand (Grube 5)
- 72: Grube 6, Schieferplatte von Grubenwand
- 73: Grube 2, Grubenboden
- 74: Grube 7, Boden aus Ziegeln und Sandsteinen
- 75: Grube 4 und 5, Bodenzone (ockerfarbener Lehm)
- 91: Brennofen, Verfüllung aus hellgelbem Sand, fest verbacken (FK 55)
- 92: Brennofen, oberer Glasurboden, Oberfläche hauptsächlich weisslich, auch olivgrün
- 93: Brennofen, Ziegelsteine, die entlang den Seitenwänden verlegt sind.
- 94: Brennofen, oberer Tonplattenboden
- 95: Grube 1, Grubenmauer
- 97: Brennofen, sandige, verbackene Auffüllschichten
- 98: Brennofen, unterer Glasurboden, hauptsächlich grün, hellblauer Glasurfluss, auch weisse Stellen
- 99: Dunkelbrauner Lehm, fließender Übergang zu Pos. Nr. 34 (FK 82)
- 120: Schwemmlehm, dunkelgraubraun
- 122: Schwemmlehm, hellgrau
- 153: Kiesige Aufschüttung, mit graubraunem, sandigem Lehm durchsetzt