

**Zeitschrift:** Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte  
= Annuaire de la Société Suisse de Préhistoire et d'Archéologie =  
Annuario della Società Svizzera di Preistoria e d'Archeologia

**Herausgeber:** Schweizerische Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte

**Band:** 84 (2001)

**Artikel:** Une industrie plâtrière du Haut Moyen Age près de Gamsen VS

**Autor:** Paccolat, Olivier / Taillard, Pascal

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-117665>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.01.2026

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

Olivier Paccolat et Pascal Taillard

## Une industrie plâtrière du Haut Moyen Age près de Gamsen VS

### Résumé

*L'exploitation de la pierre à chaux (roche calcaire) est plutôt bien documentée par de nombreuses découvertes archéologiques effectuées depuis l'époque romaine jusqu'à nos jours. Celle de la pierre à plâtre (gypse) est en revanche beaucoup moins connue, alors même que son utilisation est attestée depuis des millénaires en Orient ou en Egypte. Dans nos régions, peu de structures liées à cette dernière production ont été fouillées jusqu'à récemment et la littérature scientifique reste très pauvre sur ce sujet. La découverte de huit fours du Haut Moyen Age, ayant exploité la roche de gypse près du village de Gamsen dans le Haut-Valais, constitue dès lors un témoignage important pour comprendre le type de structures utilisées à l'époque et leur fonctionnement, et pour aborder le problème assez complexe des procédés de transformation de la matière première.*

*Les fours se concentrent en deux endroits du versant du Glishorn («Breitenweg» et «Waldmatte»), à proximité de bancs de gypse affleurant. Deux types de fours ont été mis en évidence: des fours avec entrée et des fours sans entrée. Les premiers ont fonctionné entre 400 et 700 ap. J.-C., les seconds à partir de 700 jusque vers 1000/1200 ap. J.-C. Des analyses minérales (microscopiques et par diffraction aux rayons-x) ont été effectuées dans les gangues résiduelles de la matière première encore en place dans les fours. Parallèlement, un four expérimental sans entrée a été construit pour en comprendre le fonctionnement. A partir de ces résultats, il semble que les fours du versant de Gamsen ont produit plusieurs sortes de plâtre (semi hydraté, semi anhydre et anhydre). Ils ont cependant également eu la possibilité matérielle et technique, pour certains d'entre eux (fours avec entrée), de cuire des roches calcaires pour la production de chaux.*

*Ces huit fours ne forment peut-être qu'une petite partie d'un ensemble couvrant tout le coteau. Dans ces conditions, il n'est pas possible de mesurer l'importance de la production au cours du temps et surtout de savoir si, après le 11<sup>e</sup> s., l'exploitation s'est poursuivie. Néanmoins, sur la base des capacités de chargement des plus grands fours (jusqu'à 35 m<sup>3</sup>), on peut déjà parler d'une activité pré industrielle qui donne un nouvel éclairage sur le développement économique de la région entre Viège et Glis à partir de la fin de l'époque romaine.*

### Zusammenfassung

*Die Herstellung von Kalk ist relativ gut dokumentiert; dies anhand zahlreicher archäologischer Fundstellen, die den Zeitraum von der römischen Epoche bis in die Neuzeit abdecken. Diejenige von Gips ist hingegen weniger bekannt, obwohl im Orient und in Ägypten seine Verwendung schon seit Jahrtausenden belegt ist. Gipsbrennöfen sind in unserer Gegend bis anhin nur wenige ausgegraben worden. Die ausgesprochen gut erhaltenen Öfen von Gamsen sind deshalb ein wichtiges Zeugnis: Sie helfen uns zu verstehen, wie Gipsbrennöfen funktionierten und wie das Rohgestein aufbereitet wurde.*

*Die Brennöfen von Gamsen befinden sich auf dem Boden der Gemeinde Brig-Glis, auf der linken Flanke des Rhonetales. Sie konzentrieren sich auf zwei Fluren («Breitenweg» und «Waldmatte») und stehen in unmittelbarer Nähe einer an die Oberfläche tretenden Gipssteinader. Typologisch bilden sie zwei Gruppen: Die einen gehören zu den Öfen mit Schnauze (Feuerungsöffnung), die anderen zu denen ohne Schnauze. Erstere lassen sich hier in Gamsen in den Zeitraum zwischen 400 und 700 n. Chr., Letztere zwischen 700 und 1000/1200 datieren. In den Öfen hat sich eine weisse, kompakte Masse erhalten. Proben dieses Restes gebrannten Steines sind mineralogisch untersucht worden (Dünnschliff-Mikroskopie und Röntgendiffraktionsanalyse). Ein Experimentalbrand in einem eigens errichteten Ofen hat uns zudem geholfen, die Funktionsweise der Öfen ohne Schnauze besser zu verstehen. Es scheint, dass in den Öfen von Gamsen mehrere Gipssorten hergestellt worden sind: Gips-Halbhydrat, Gips-Halbanhydrit und hochgebrannten Anhydrit. Die Öfen mit Schnauze dürften zudem auch für die Gewinnung von Kalk verwendet worden sein.*

*Die nachgewiesenen acht Öfen bilden vielleicht nur einen kleinen Teil eines grösseren Ensembles, das sich dem Fusse des Glishorns entlang erstreckte. Wie gross die Gipsproduktion war und ob sie nach dem 11. Jh. weiter bestand, lässt sich heute noch nicht abschätzen. Angesichts des Fassungsvermögens der grösseren Öfen (ca. 35 m<sup>3</sup>) könnte man beinahe von Ansätzen einer vorindustriellen Produktion sprechen. Die Brennöfen von Gamsen zeugen von einem bislang noch kaum beachteten Wirtschaftszweig. Sie werfen ein neues Licht auf die Region Brig-Visp und auf die Bedeutung, welche diese nach dem Ende der römischen Epoche hatte.*

(Übersetzung A. Antonini)

## 1. Introduction

Les fours se répartissent sur un coteau situé à l'est du village de Gamsen, à environ trois kilomètres en aval de la ville de Brigue-Glis, sur la rive gauche du Rhône (fig. 1.2). Ils ont été découverts à l'occasion de sondages exploratoires pratiqués en 1987 sur le tracé de la future autoroute A9<sup>1</sup>. Depuis cette date, le site a fait l'objet de douze années de fouilles extensives<sup>2</sup>. L'occupation humaine de ce coteau se développe sur plus de 2500 ans. Les traces les plus anciennes sont datées de l'âge du Bronze (env. 1500 av. J.-C.). Ce n'est toutefois que dans le courant du Premier Age du Fer (aux environs de 650 av. J.-C.) qu'une agglomération au sens strict du terme est fondée. Celle-ci va prendre de l'ampleur et perdurer, sans rupture apparente, jusque vers la fin de l'époque romaine (250/300 ap. J.-C.)<sup>3</sup>. La plus grande partie du village est ensuite abandonnée. L'occupation se concentre désormais en certains points du versant pour s'éteindre peu à peu dans le courant du Haut Moyen Age (7<sup>e</sup>/8<sup>e</sup> s. ap. J.-C.). L'exploitation des bancs de gypse commence dans ce contexte de transition qui voit la fin de l'occupation régulière du versant et le déplacement des habitants en un autre lieu (Glis et/ou Gamsen). Du 5<sup>e</sup> s. au 11<sup>e</sup> s. ap. J.-C., soit sur plus de 500 ans, cette industrie plâtrière restera en activité au pied du versant. Le terrain est ensuite livré à la culture et aux pâturages jusqu'aux premiers travaux autoroutiers, commencés en 1999.

## 2. Les zones d'exploitation (fig. 3)

Huit fours ont été mis au jour au pied du versant du Glishorn, en deux endroits distants de 300 m l'un de l'autre («Breitenweg» et «Waldmatte»). La présence de fours en ces lieux n'est pas un hasard. Les éléments de base pour le développement d'une industrie plâtrière sont facilement accessibles et largement disponibles. La matière première – des bancs de roche de gypse – est affleurante juste en amont des fours, et le coteau était couvert de pins pour le combustible.

### 2.1. Les fours de «Breitenweg» (fig. 4)

Cinq fours au total ont été mis au jour dans la partie est du site de Gamsen, au lieu-dit «Breitenweg». La découverte de cette zone artisanale s'est faite lors de deux campagnes de prospection par sondages, l'une en 1987<sup>4</sup>, l'autre en 1992<sup>5</sup>, qui ont permis de constater la présence minimale de 2 fours (fours 1 et 3), ainsi que de plusieurs couches d'utilisation. Deux tranchées exploratoires complémentaires ont ensuite été creusées en 1998 le long du versant (TR40 et TR41) avant la fouille (environ

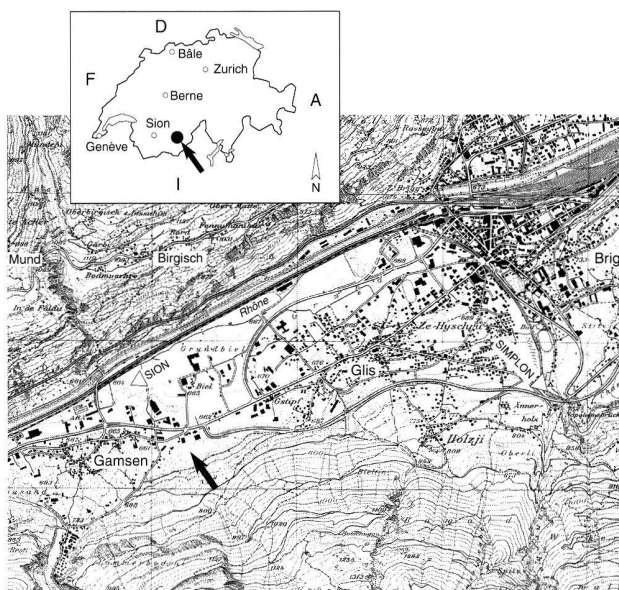


Fig. 1. Situation générale du site à l'est de Gamsen (réalisée à partir de la carte nationale n° 1289).



Fig. 2. Vue générale du site depuis le village de Mund. A gauche, la zone de fours de «Breitenweg», à droite celle de «Waldmatte».

900 m<sup>2</sup>), qui s'est déroulée en 1999. Les cinq fours sont alignés dans une petite ensellure naturelle d'une quarantaine de mètres, qui était encore visible au début de la fouille (fig. 5). Au bas du versant, à une dizaine de mètres à l'aval des fours, les dépôts de la plaine alluviale du Rhône apparaissent déjà au contact des colluvions de pente.

Les fours sont profondément implantés dans le terrain. Lors de leur construction, ils ont détruit des niveaux et des structures de l'Age du Fer et d'époque romaine. Sur les cinq fours identifiés à «Breitenweg», presque

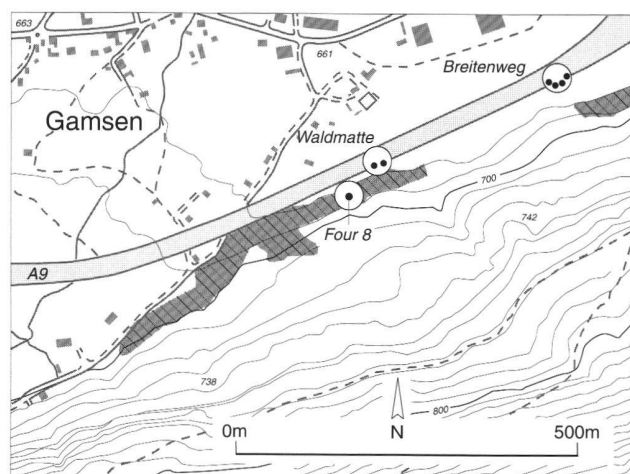


Fig. 3. Situation des gisements de «Breitenweg» et de «Waldmatte» sur le tracé de la future autoroute A9. En trame foncée et hachurée: bancs de gypse affleurant.

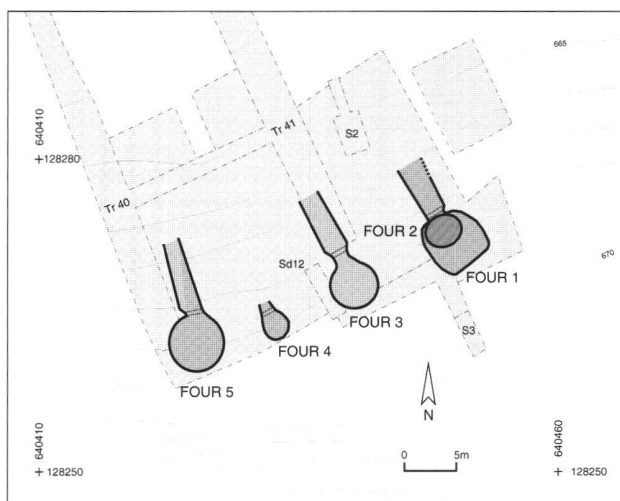


Fig. 4. Plan schématique des fours du secteur de «Breitenweg». En trame claire: surfaces fouillées.



Fig. 5. Vue générale des fours de «Breitenweg» depuis l'aval.

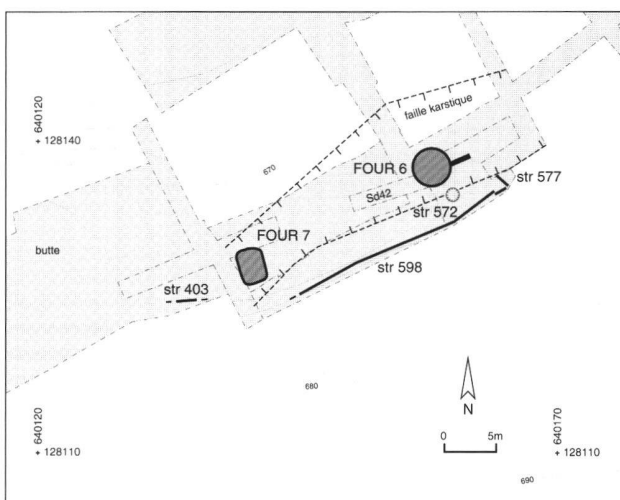


Fig. 6. Plan schématique des fours du secteur de «Waldmatte». En trame claire: surfaces fouillées. Les «L» représentent la faille d'origine karstique comblée, dans laquelle les fours ont été implantés.

tous sont dotés d'une entrée permettant d'alimenter le foyer en cours de cuisson (fours 1, 3, 4 et 5); seul le four 2 en est dépourvue. Ces structures sont globalement du même type. Quelques différences dans les dimensions et dans les aménagements internes apparaissent cependant.

## 2.2. Les fours de «Waldmatte» (fig. 6)

Trois fours ont été repérés à l'extrémité ouest du site de Gamsen, au lieu-dit «Waldmatte». Deux d'entre eux (fours 6 et 7), menacés directement par la construction de l'autoroute, ont été fouillés entièrement, le troisième (four 8), encore en place le long d'un sentier forestier en amont du site, n'a pas été dégagé. Il a simplement fait l'objet d'un repérage de surface et de deux sondages manuels et à la tarière. Les fours 6 et 7 sont caractérisés par l'absence d'entrée, au contraire du four 8.





Fig. 7. Vue générale des fours de «Waldmatte». Au premier plan, les restes du four 7; au centre, le four expérimental avec un amas de roche de gypse prête à cuire; à l'arrière plan, les vestiges du four 6. Vue de l'ouest.

Découverts lors de la prospection par sondages du coteau<sup>6</sup>, les fours situés sur le tracé autoroutier (fours 6 et 7) ont été dégagés lors des campagnes 1992/1993 et 1997 (fig. 7). Ils sont implantés dans une ancienne faille d'origine karstique comblée, située en un point de rupture de la pente du versant et délimitée à l'est par une petite butte naturelle barrant le coteau. L'affaissement du terrain à cet endroit a créé une petite ensellure de 35 m de longueur environ dans laquelle, à chaque extrémité, les fours ont été creusés. Les constructeurs ont soigneusement évité de les implanter dans le substrat environnant, constitué de gros blocs compacts (éboulements tardiglaciaires), pour profiter pleinement de cette dépression remplie de sables et de limons. La présence d'un mur de pierres sèches (str 577 et 598), repéré quelques mètres en amont du four 6 et suivi sur une longueur de 22 m en direction du four 7, ainsi que la découverte d'un tronçon de mur (str 403) plus à l'ouest, font penser que cette petite zone artisanale était protégée par un mur de terrasse.

### 3. Typologie et fonctionnement des fours

Le fonctionnement relativement simple des fours à chaux ou à plâtre, leur grand nombre et un certain manque d'intérêt font qu'il n'y a pratiquement aucune publication de synthèse sur ce sujet, ni de typologie clairement définie<sup>7</sup>. D'autre part, les fours qui sont décrits dans la littérature ne sont pas toujours clairement explicités, si bien que leur mode de fonctionnement, compréhensible dans les grandes lignes, comporte de nombreux points de détails inexpliqués. Dans notre article, nous nous basons sur le travail de Jean-Pierre Adam<sup>8</sup>, qui tente, pour les fours d'époque romaine, l'esquisse d'une typologie basée sur la différenciation des méthodes de cuisson. Trois procédés sont distingués: la cuisson au four avec foyer à la base, la cuisson au four par empilement alternant la matière première et le combustible, et enfin la cuisson sur aire extérieure.

A Gamsen, seule la première méthode de cuisson est attestée<sup>9</sup>. Elle correspond à deux types distincts de fours, dont la différence principale réside dans la présence ou non d'une entrée à la base de la structure permettant d'alimenter le foyer en cours de cuisson. La morphologie, les dimensions ou certains détails de construction de chacun des fours n'ont pas d'influence déterminante sur le fonctionnement général et ne constituent pas des critères nécessitant une classification particulière.

#### 3.1. Les fours avec entrée (fig. 8)

Sur les huit fours retrouvés près de Gamsen, cinq appartiennent à la tradition des fours «à cuisson intermittente à longue flamme»<sup>10</sup>. Quatre ont été découverts à «Breitenweg» (fours 1, 3, 4 et 5), un seul à «Waldmatte» (four 8). Le bon état de conservation général de ces structures permet des restitutions satisfaisantes tant de l'architecture que du mode de fonctionnement. Les fours se composent des éléments suivants: la partie haute forme le *laboratoire*, espace où la matière première est déposée pour sa transformation. La partie basse constitue la *chambre de chauffe*, espace réservé au foyer (*alandier*). L'*entrée*, située à la base du four, permet d'alimenter le foyer en combustible. Son accès se fait par l'*aire de chauffe*, zone située en aval du four<sup>11</sup> et au même niveau que la chambre de chauffe.

#### Caractéristiques

Tous les fours avec entrée ont été implantés dans une pente relativement prononcée. Deux fours sont entièrement enterrés (fours 3 et 5), les trois autres sont semi-enterrés (fours 1, 4 et 8). L'*alandier* est toujours enfoui de

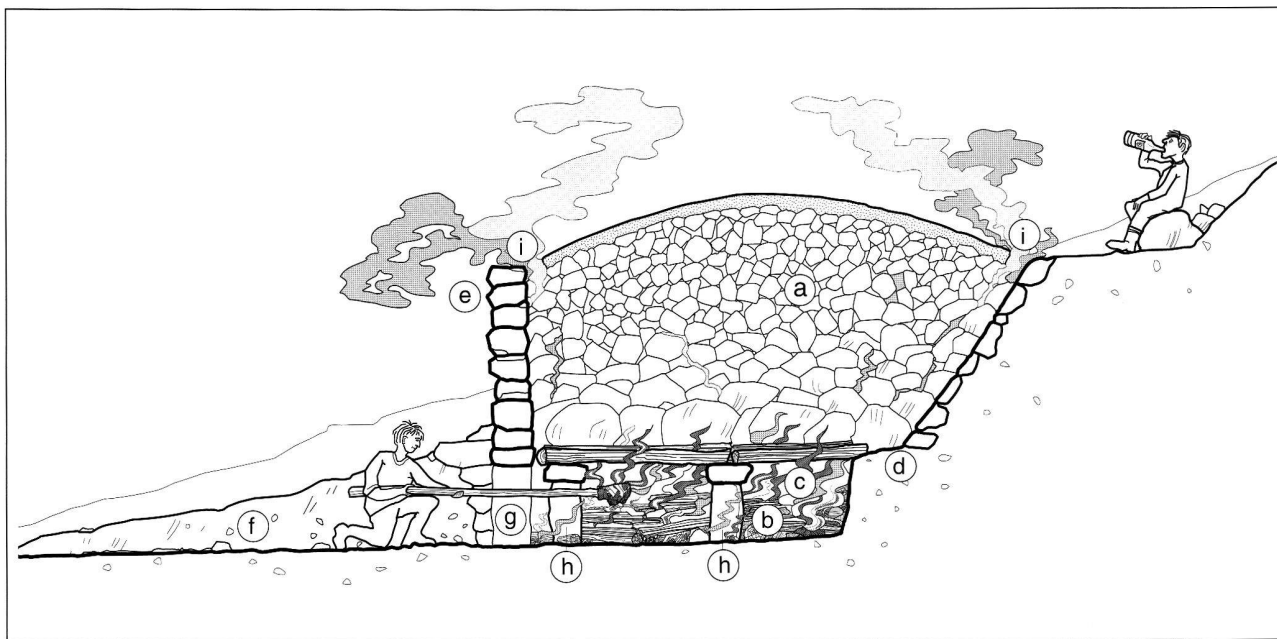


Fig. 8. Restitution schématique en coupe du type de four avec entrée. a laboratoire; b foyer; c chambre de chauffe; d banquette; e paroi frontale; f aire de chauffe; g entrée; h soutènement de la sole; i évent.

manière à réduire l'exposition au vent<sup>12</sup>. Son accès se fait par une aire de chauffe allongée, flanquée de murets (fig. 9).

Les fours semi-enterrés sont les moins bien conservés en raison de l'arasement des parties construites en élévation. On peut néanmoins supposer, sur la base de la présence d'une entrée, que ces structures ont été conçues de manière analogue aux fours entièrement enterrés. Au niveau d'apparition, les fours ont une forme rectangulaire (four 1), piriforme (fours 3 et 4), voire circulaire (fig. 10, four 5). La forme quadrangulaire du four 1 paraît inédite, aucun parallèle n'ayant été trouvé. En revanche, les types piriforme et circulaire sont attestés dès l'époque romaine en Europe occidentale<sup>13</sup>. Les dimensions moyennes des fours les mieux conservés sont de 5 m (diamètre) à l'ouverture et 2.50 m en hauteur. La charge minimale de cuisson, lorsqu'elle a pu être calculée (fours 1, 3 et 5), se situe entre 25 et 35 m<sup>3</sup>.

Tous les fours avec entrée de Gamsen comportent des parements plus ou moins élaborés. Les parois des fours semi-enterrés sont constituées par de véritables murets dont les moellons peuvent être liés par du limon (four 1) alors que celles des fours enterrés sont très irrégulièrement parementées par des pierres «incrustées» dans le terrain encaissant (fig. 11). Le laboratoire, particulièrement bien conservé pour les fours enterrés, a une forme tronconique (four 5) ou piriforme<sup>14</sup> (four 3), de telle sorte que la poussée produite par le chargement est réduite vers l'ouverture, à l'endroit où le four est affaibli. Le sommet du chargement du laboratoire était coiffé

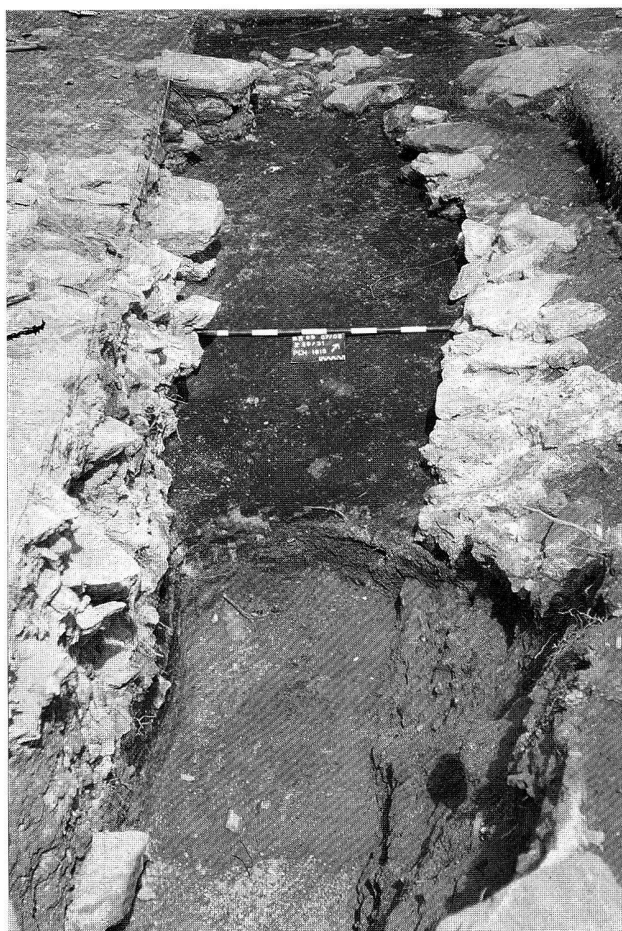


Fig. 9. Vue générale de l'aire de chauffe du four 5, délimitée par des murets. Vue depuis l'amont.

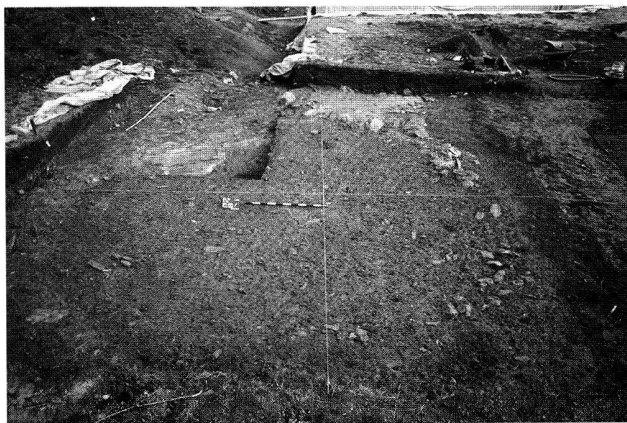


Fig. 10. Vue du four 5 à son apparition. Le four est délimité par un ruban de rubéfaction. Vue depuis l'amont.



Fig. 11. Vue de la paroi du laboratoire du four 3. En haut à droite, entrée; au centre, élément de soutènement de la sole. Vue depuis l'amont.



Fig. 12. Vue générale du four 3. Le quart sud-ouest du four n'a pas été dégagé. Les éléments de soutènement de la sole (deux bases espacées) sont visibles au centre de la chambre de chauffe en forme de couloir. Vue verticale.



Fig. 13. Détail d'un des deux soutènements de la sole du laboratoire du four 5. Sous le linteau, restes de matière première cuite. Vue du nord.

d'une chape d'argile (attestée dans la stratigraphie du four 5) liée à du mortier (?) et sans doute percée d'évents latéraux<sup>15</sup>. La chambre de chauffe, généralement en forme de couloir<sup>16</sup>, était équipée de deux linteaux en pierres disposés sur des piédroits (fig. 12,13). Ces éléments étaient destinés à supporter une armature, constituée sans doute de simples billes de bois placées longitudinalement. La matière première à cuire était ensuite soigneusement disposée au-dessus, de manière à constituer une voûte qui devait résister à la destruction par le feu des éléments en bois. L'entrée des fours se caractérise par une baie rectangulaire faite de dalles de schistes, surmontée d'un mur de pierres sèches liées à du limon (*paroi frontale*). Sous le piédroit oriental du four 5, un conduit de ventilation a été aménagé. Lors de leur découverte, toutes les entrées étaient obstruées par un «bouchon» de schistes.



### Fonctionnement

Le fonctionnement de ce type de four est bien connu<sup>17</sup>. La matière première à cuire était tout d'abord stockée à proximité, par exemple sur une terrasse comme celle repérée en amont du four 1. Le «chaufournier» empilait ensuite les moellons de gypse dans le laboratoire depuis le haut, là où la paroi du four est la moins abrupte. Il pouvait ensuite procéder à la mise à feu du foyer par l'entrée. Cette ouverture était alors obstruée par un bouchon de pierres pour éviter des retours de flammes (voir infra chap. 5) et pour permettre de garder une température constante (fig. 14, 15). Ce bouchon pouvait être entièrement ou partiellement démonté en cours de cuisson pour l'entretien du foyer (opérations de curage et alimentation en combustible). Lorsque la cuisson était terminée, après plusieurs jours de refroidissement, le défournement se faisait depuis l'amont.

### 3.2. Les fours sans entrée (fig. 16)

Le deuxième type de four présent sur le coteau de Gamsen est caractérisé par l'absence de porte ou d'entrée permettant d'alimenter le foyer en cours de cuisson<sup>18</sup>. Le feu est allumé au fond de la structure, et lorsque le niveau de braises est jugé suffisant, les blocs de gypse sont disposés par-dessus. Il s'agit là assurément d'une technique archaïque dont le fonctionnement n'est pas sans rappeler celui des fosses-foyer préhistoriques ou des fours polynésiens. Pratiquement, une simple fosse suffit, mais d'une manière générale la structure est parementée de moellons pour garantir une meilleure isolation thermique et une meilleure réverbération de la chaleur. Ce type de four, relativement rare dans nos régions, n'a jamais été véritablement documenté<sup>19</sup>. Sur le coteau de Gamsen pourtant, trois exemplaires sont attestés : un (four 2) au lieu-dit «Breitenweg» et deux autres (fours 6 et 7) à «Waldmatte».

### Caractéristiques

Ces fours sont entièrement excavés dans le terrain, soit de main d'homme (four 6), soit en profitant d'anomalies existantes, comme pour le four 7 aménagé dans une doline, et pour le four 2, installé dans un ancien four (four 1). Les fours 6 et 7 ont chacun livré les restes d'un muret perpendiculaire au niveau du parement de la structure. Cet aménagement que l'on associerait volontiers au dispositif de chargement et de déchargement, reste difficile à interpréter. La forme générale des fours est tronconique ou cylindrique (fours 2 et 6), mais également cubique (four 7). Leur diamètre à l'ouverture varie de



Fig. 14. Vue de l'entrée du four 5 obstruée par un bouchon de pierres. Vue depuis l'aval.



Fig. 15. Vue de l'entrée du four 5 sans bouchon. A l'arrière plan, base pour le soutènement du laboratoire. Vue depuis l'aval.

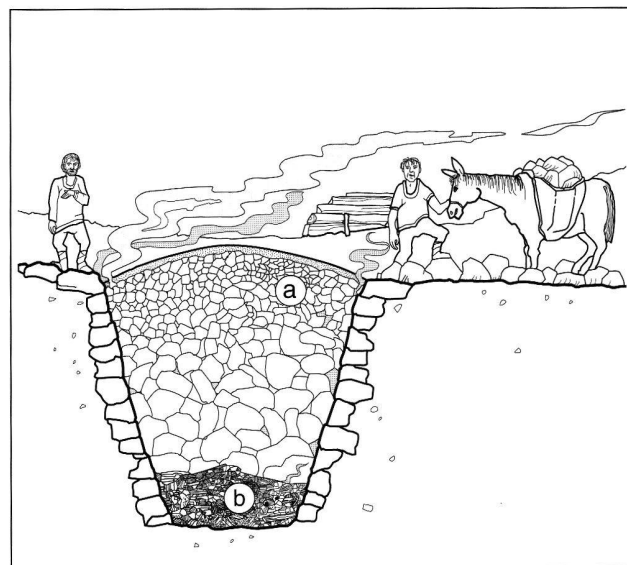


Fig. 16. Restitution schématique en coupe du type de four sans entrée. a laboratoire; b foyer.

1.50 m à 3.30 m, tandis que leur hauteur est conservée sur 1.60 m à 3 m. Il s'agit donc en général de fours de petite taille avec des capacités de cuisson minimales de 4 m<sup>3</sup> à 15 m<sup>3</sup>. Dans son état primitif, le four 7 est constitué par une fosse dont les parois ont été recouvertes d'argile. Les autres fours sont en revanche soigneusement parementés. La durée d'utilisation de ces structures de combustion semble relativement longue si l'on se base sur les nombreuses réfections visibles dans les parements.

#### *Four expérimental et fonctionnement*

Intrigué par l'absence de porte à la base de ce type de fours et en raison du manque de littérature sur le sujet, il a été décidé de procéder à une expérimentation pour en comprendre le fonctionnement<sup>20</sup> (fig. 17). Le four 6, dans son premier état (reconstitué), a servi de modèle pour la construction de cette structure (diam. supérieur 1.30 m, prof. 1.50 m). Cette réplique, réduite de moitié par rapport à l'original, ne comporte évidemment pas d'ouverture inférieure et se présente sous la forme d'un puits tronconique, entièrement parementé de schistes et jointoyé à l'argile. Le feu, allumé au fond du four, prend rapidement avec de grandes flammes attisées par l'appel d'air frais extérieur. Plus de quatre heures de combustion sont nécessaires pour l'obtention d'un lit de braises de 0.60 m. Les plus gros moellons de gypse sont disposés directement au contact du foyer, tandis que la partie supérieure du chargement est constituée de blocs de plus petites dimensions (0.10×0.15 m). Un monticule est formé au-dessus du four. Après avoir colmaté toute la surface du chargement avec du sable et des graviers, des événements ont été pratiqués à la base du monticule pour permettre le tirage du foyer et l'évaporation de l'eau contenue dans le gypse. Lors du chargement, des métaux tests ont été placés au centre de la structure pour évaluer la température de cuisson<sup>21</sup>. La cuisson s'est prolongée sur deux jours et demi. La structure est ensuite vidée sur une moitié sans que l'on constate de modification du volume ou un quelconque affaissement. Les blocs de gypse sont très chauds et brûlants. Les tests de chaleur sont tous retrouvés intacts, sauf l'alliage étain-plomb. La température au centre du four s'est donc élevée au minimum à 200°C mais n'a pas atteint 327,4°C (point de fusion du plomb). Les blocs de gypse sont néanmoins parfaitement cuits dans la partie basse du four. Ils ont été réduits en poudre et du plâtre de bonne qualité (produit compact) a été fabriqué.

#### *Avantages et désavantages du système*

Au terme de cette expérimentation, il est possible, avec les réserves d'usage, de tirer quelques enseignements préliminaires sur ce type de four. Le système est a priori peu rationnel puisqu'il en résulte une perte d'énergie importante à l'allumage du four. De ce point de vue, les fours dotés d'une chambre de chauffe sont beaucoup plus économiques car ils peuvent utiliser dès le début toute la chaleur dégagée par le foyer. Un autre inconvénient survient lors du refroidissement qui peut prendre un certain temps, les charbons de bois incinérés continuant en effet à produire une intense chaleur. Enfin, la température maximale, inférieure à 327°C, permet la production de plâtres semi hydraté et semi anhydre, mais en aucun cas du plâtre anhydre (voir infra chap. 4.1). D'un autre point de vue, il faut mettre en avant la simplicité de sa construction qui ne demande aucune technologie élaborée. Dans le cas du four expérimental, huit heures seulement ont été nécessaires pour sa réalisation<sup>22</sup>. C'est sans doute pour cette raison, et parce qu'il était destiné uniquement à la production de simple plâtre, que ce type de fours s'est développé sur le coteau de Gamsen.

### 4. La matière première: la roche de gypse et de calcaire

#### 4.1. Définition et transformation

##### *La roche de gypse*

La pierre de gypse, communément appelée pierre à plâtre, est un sulfate de calcium bihydraté naturel dont la formule chimique est  $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ . Lors de la cuisson, l'eau cristalline contenue dans cette pierre s'évapore. Cette transformation chimique varie selon la température et le type de four utilisé<sup>23</sup> (fig. 18).

- Lorsque la température de cuisson atteint entre 65 et 130°C, le gypse subit une déshydratation partielle; on obtient du gypse semi hydraté ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ ) qui contient encore 6% d'eau cristalline. Ce plâtre (à stuc) a une prise rapide et doit donc être utilisé immédiatement. Les conditions de la cuisson peuvent également influencer la qualité du plâtre. Dans une cuve fermée, on obtient un produit cristallin d'aspect satiné ( $\alpha$ -semi hydraté), dans une cuve ouverte un produit amorphe, poreux, d'aspect mat ( $\beta$ -semi hydraté). Lors de l'utilisation, le  $\alpha$ -semi hydraté cristallin nécessite pour la même quantité de poudre un apport d'eau plus petit. Après durcissement, il est plus résistant que le  $\beta$ -semi hydraté amorphe.



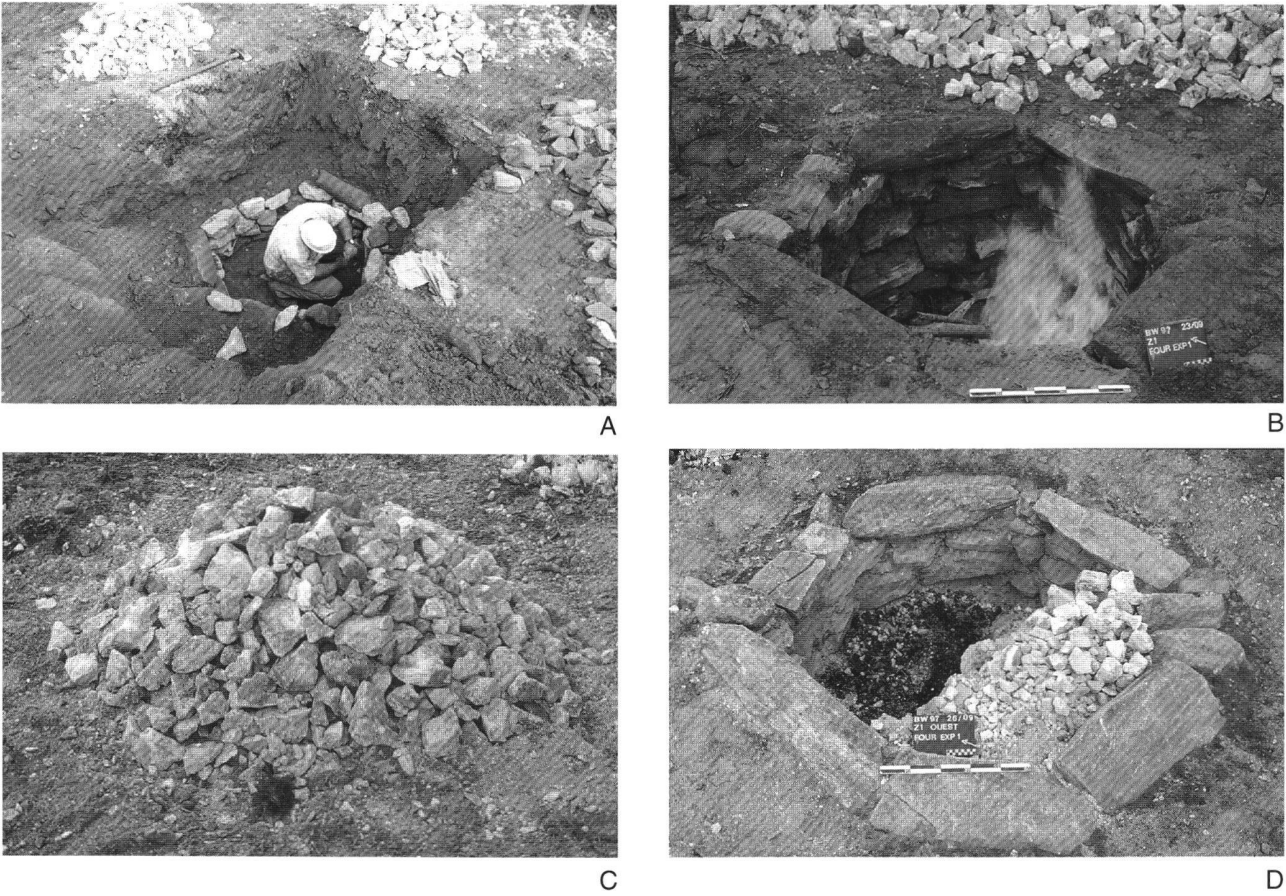


Fig. 17. Four expérimental. Vues des principales étapes de l'expérimentation. A Construction du four; B mise à feu; C chargement de pierres à plâtre; D défournement en cours après 2 jours et demi de cuisson. Vues depuis le nord.

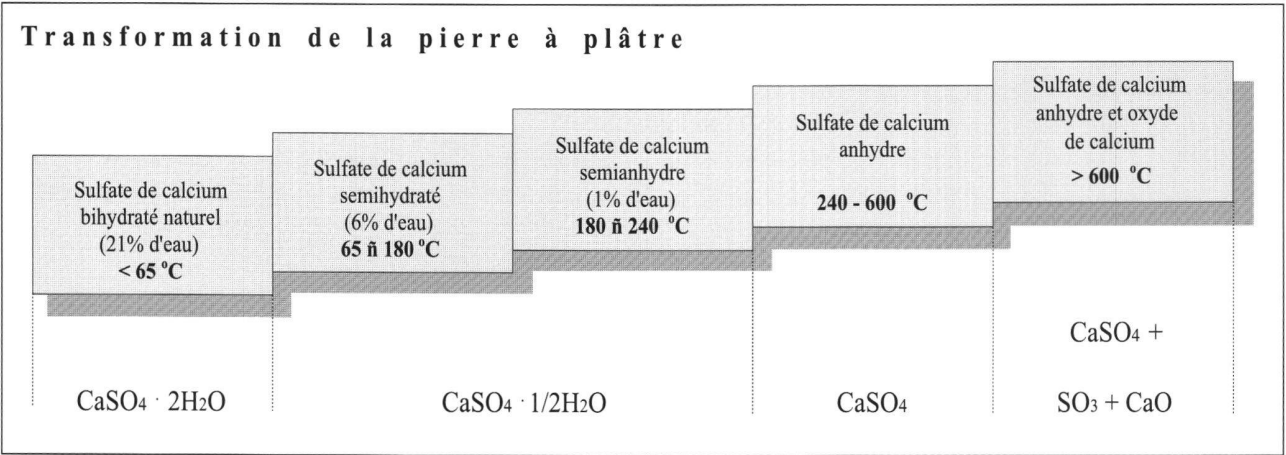


Fig. 18. Processus de transformation de la pierre à plâtre.

- A une température entre 180 et 240 °C, le gypse devient un plâtre dont la prise est légèrement plus lente que le précédent: on obtient du gypse semi anhydre. Cette substance contient encore 1% d'eau cristalline.
- A une température entre 240 et 600 °C, le gypse subit cette fois-ci une déshydratation complète et l'on obtient du sulfate de calcium anhydre ( $\text{CaSO}_4$ ). Cette substance est semblable à l'anhydrite naturelle, et elle est stable. Dans cet état, le plâtre anhydre est qualifié de «mort»: en présence d'eau, il ne réagit que si l'on ajoute un catalyseur (par exemple de la chaux vive,  $\text{CaO}$ ).
- A une température entre 900 et 1100 °C, l'anhydrite se décompose partiellement: une petite partie du sulfate de calcium ( $\text{CaSO}_4$ ) se transforme en chaux vive ( $\text{CaO} + \text{SO}_3$ ). Le gypse, brûlé à haute température, réagit en présence d'eau par lui-même, étant donné qu'il inclut déjà le catalyseur. Ce plâtre durcit lentement et peut être utilisé pendant plusieurs heures.

On constate que le gypse est une pierre qui subit des transformations déjà à basse température. Suivant la température de cuisson, sa prise, plus ou moins rapide, peut ainsi être adaptée en fonction des besoins. En se consolidant, le plâtre ne change pas de masse volumique. Au contraire de la chaux, il peut être utilisé sans addition et sans risque de fissuration. L'inconvénient du gypse est son hygroscopie. Sa porosité lui permet d'absorber l'eau ce qui entraîne une désagrégation relativement rapide. Son utilisation se limite par conséquent aux régions sèches ou à l'intérieur des bâtiments.

### *La roche de calcaire*

La pierre calcaire utilisée pour la cuisson contient de préférence un maximum de carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ )<sup>24</sup>. Si on expose la pierre à une température supérieure à 900 °C, du dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) s'évapore. La pierre cuite devient alors de l'oxyde de calcium ( $\text{CaO}$ ), c'est-à-dire de la chaux vive. Pour utiliser cette matière comme liant, il suffit de «l'éteindre» en ajoutant de l'eau. On obtient de l'hydroxyde de calcium ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ). Mêlée à du sable, cette chaux pâteuse devient du mortier utilisable dans la construction. A l'air, elle durcit lentement sous l'effet d'une recarbonatation, en absorbant du dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ). La perméabilité à la vapeur ainsi que la résistance à l'eau font que ce matériau peut être mis en œuvre aussi bien pour des travaux de construction intérieurs qu'extérieurs. A la différence du plâtre, la chaux éteinte peut être conservée pendant plusieurs années, immergée dans l'eau. Une longue durée de stockage améliore même sa qualité et la rend précieuse pour les travaux de crépissage.

### 4.2. Analyses minéralogiques

Une analyse par diffraction aux rayons-x et une analyse microscopique en lames minces ont été effectuées dans les résidus des fournées, d'une part pour déterminer la composition minérale de la roche de gypse de Gamsen et des résidus de production des fours, et d'autre part pour évaluer la température de cuisson des fours avec entrée.

L'analyse par diffraction aux rayons-x a été effectuée sur un fragment de la roche de gypse affleurante et sur les gangues des dernières fournées des fours 1 à 7<sup>25</sup>. Leur comparaison minéralogique ne permet pas de conclure formellement à l'utilisation de la roche mère comme matière première<sup>26</sup>. D'autre part, bien que la cuisson de la roche de gypse soit parfaitement attestée par la découverte de moellons de gypse dans les niveaux de remplissages et de vidanges des fours, les analyses minéralogiques des gangues ont montré la présence d'éléments traces (calcite et portlandite) attestant également la production potentiel de chaux. Il faut bien sûr rester prudent sur l'interprétation de ces résultats. Une contamination provenant des parois du four ou de la roche mère au contact de roches calcaire adjacentes est toujours possible. Par ailleurs, les gangues encore en place dans les fours ont pu subir des modifications chimiques importantes pouvant altérer leur composition minérale originale, notamment par une cuisson à plus de 1000 °C, et par une exposition pendant plus d'un millénaire dans un sous-sol humide.

Les températures, déterminées par l'analyse microscopique de deux échantillons du four 5<sup>27</sup>, avoisinent les 1100 à 1200 °C. Les prélèvements ne proviennent pas du même endroit; l'un a été collecté dans la gangue de la dernière fournée, au centre du four, juste au-dessus du foyer, et l'autre, dans le même niveau, plaqué contre la paroi supérieure du four. Les températures de cuisson sont cependant presque identiques. Par conséquent, on peut admettre que la température moyenne de cuisson du four 5 et des autres fours avec entrée, dont le dispositif général est identique, atteint les 1000 °C au moins. Quant aux fours sans entrée, l'expérimentation (voir supra chap. 3.2) a démontré que la température atteinte devait se situer entre 200 et 300 °C au maximum.

La question concernant la matière première cuite dans les fours de Gamsen est plus complexe qu'il n'y paraît au premier abord. Les analyses ont en effet montré que tous les fours ont potentiellement pu produire à la fois du plâtre et de la chaux. Pour les fours avec entrée (fours 1, 3, 4 et 5), il est possible, avec des températures supérieures à 1000 °C, de transformer de la pierre à chaux et de la pierre à plâtre. Cette production a pu se faire en intégrant les deux matériaux en une même fournée<sup>28</sup>, ou en faisant des fournées individuelles pour chaque type de

roche<sup>29</sup>. Dans le cas où une fournée se composait uniquement de pierres à plâtre, on peut supposer que ces fours produisaient du plâtre anhydre comportant de la chaux vive (voir supra chap. 4.1). Pour les fours sans entrée (fours 2, 6 et 7), la présence de traces entrant dans la composition de la pierre calcaire semble provenir d'une contamination, si l'on considère que ce type de structure ne peut pas atteindre une température supérieure à 300°C. En effet, une cuisson de 900°C au moins est nécessaire pour la transformation de la roche calcaire en chaux<sup>30</sup>. Ces structures sans entrée produisaient donc uniquement du plâtre semi hydraté et semi anhydre (voir supra chap. 4.1).

## 5. Le combustible

La conservation des charbons de bois n'est pas la même dans les fours avec ou sans entrée. Dans le premier type, la cuisson se fait «par longue flamme». Le bois est presque entièrement consumé et il ne reste qu'une couche cendreuse avec quelques charbons de bois. Dans le cas des fours sans entrée, comme l'a bien démontré le four expérimental (voir supra chap. 3.2), les braises sont «étouffées» par la charge de roche de gypse à cuire. Des morceaux entiers de bois carbonisés ont ainsi pu être récupérés dans les fours 6 et 7.

Une série de prélèvements a été effectuée dans le combustible encore en place des fours afin de déterminer les essences des arbres brûlés. Sur les 167 échantillons analysés<sup>31</sup>, tous correspondent à du pin sylvestre ou à du pin des montagnes<sup>32</sup>. Ces résultats concordent avec les observations faites dans l'habitat de l'Âge du Fer et d'époque romaine de «Waldmatte» où la grande majorité des bois se révèlent également être du pin. Le versant du Glishorn en amont des fours était sans doute à l'époque et comme aujourd'hui d'ailleurs, presque essentiellement couvert de ce résineux.

L'analyse des essences a également révélé la présence de nombreuses branches à côté de plus gros éléments de bois. L'utilisation de branchages comme combustible permet de fournir rapidement une vive chaleur et des flammes abondantes. Cette qualité est importante dans le processus de mise à feu des fours avec entrée. En effet, selon les techniques d'allumage contemporain de ce type de four, il est important au départ de faire monter la chaleur relativement lentement, pour éviter que les parements du laboratoire n'éclatent ou que la structure en bois de la voûte (sole) ne s'effondre. Dans un deuxième temps, après ce préchauffage, on augmente rapidement la chaleur en mettant plus de bois et surtout des branchages de petites tailles et bien secs. A ce moment, l'oxygène à l'intérieur de la chambre de chauffe se raréfie, occasion-

nant des retours de flamme vers l'entrée. Pour remédier à ce phénomène, la porte des fours a été systématiquement obstruée par un bouchon de pierres. Le foyer était cependant régulièrement alimenté en combustible par une ouverture car la cuisson pouvait durer plusieurs jours selon la taille des fours.

## 6. Chronologie et datation des fours

La datation et la chronologie générale des fours se fondent pour l'essentiel sur des analyses C14<sup>33</sup>. Aucun objet n'a en effet été découvert dans le remplissage des fours ou dans les niveaux extérieurs contemporains. Seize échantillons de charbons de bois ont été prélevés dans le combustible résiduel des foyers ou dans les niveaux de défournement<sup>34</sup>. Seul le four 8 n'a pu être daté car les charbons de bois prélevés à l'aide de la tarière se sont révélés impropres à l'analyse. Les résultats ont été regroupés sur un diagramme pour en faciliter la lecture (fig. 19)<sup>35</sup>.

L'activité des fours débute dès le 4<sup>e</sup>/5<sup>e</sup> s. ap. J.-C. (four 3, UtC2215) et se termine dans le courant des 11<sup>e</sup>/12<sup>e</sup> s. ap. J.-C. (four 6, ARC434). Durant cette période, on peut distinguer deux phases principales de fonctionnement. Une première série de fours (fours 3, 4 et 5) a été utilisée entre 400 et 600/700, une autre série (fours 2, 6 et 7) entre 700 et 1000/1200. Le four 1, quant à lui, a pu fonctionner à cheval sur ces deux phases.

D'une manière générale, on constate qu'à chacune des phases d'utilisation correspond un type particulier de four. Les fours avec entrée sont les plus anciens et sont en fonction entre 400 et 600, voire un peu plus tardivement dans le cas du four 1. A partir de 600/700, seuls les fours sans entrée sont attestés. Vu le petit nombre de fours découverts, il convient d'interpréter ces résultats avec prudence. Il est cependant vraisemblable que la construction de chaque type de four ait été adaptée, pour chacune des époques, au produit fini que l'on voulait obtenir: d'abord du plâtre anhydre ou de la chaux vive, plus tard du simple plâtre (semi hydraté et semi anhydre) au Moyen Age.

En tenant compte de l'emplacement des prélèvements C14 et des tronc chronologiques communs (voir légende de fig. 19), on peut proposer, comme hypothèse pour l'évolution générale des fours, le scénario suivant. La zone de «Breitenweg» est le premier noyau de l'exploitation de la roche de gypse. Le four 3 fonctionne en premier, peut-être déjà dans le courant du 4<sup>e</sup> s. ap. J.-C. Les fours 4 et 5 entrent plus tard en activité (5<sup>e</sup>/6<sup>e</sup> s. ap. J.-C.), en même temps sans doute que le four 1, qui va fonctionner jusqu'au 7<sup>e</sup>, voire 8<sup>e</sup> s. ap. J.-C. Dès cette époque, une partie de l'activité est déplacée du côté de «Wald-

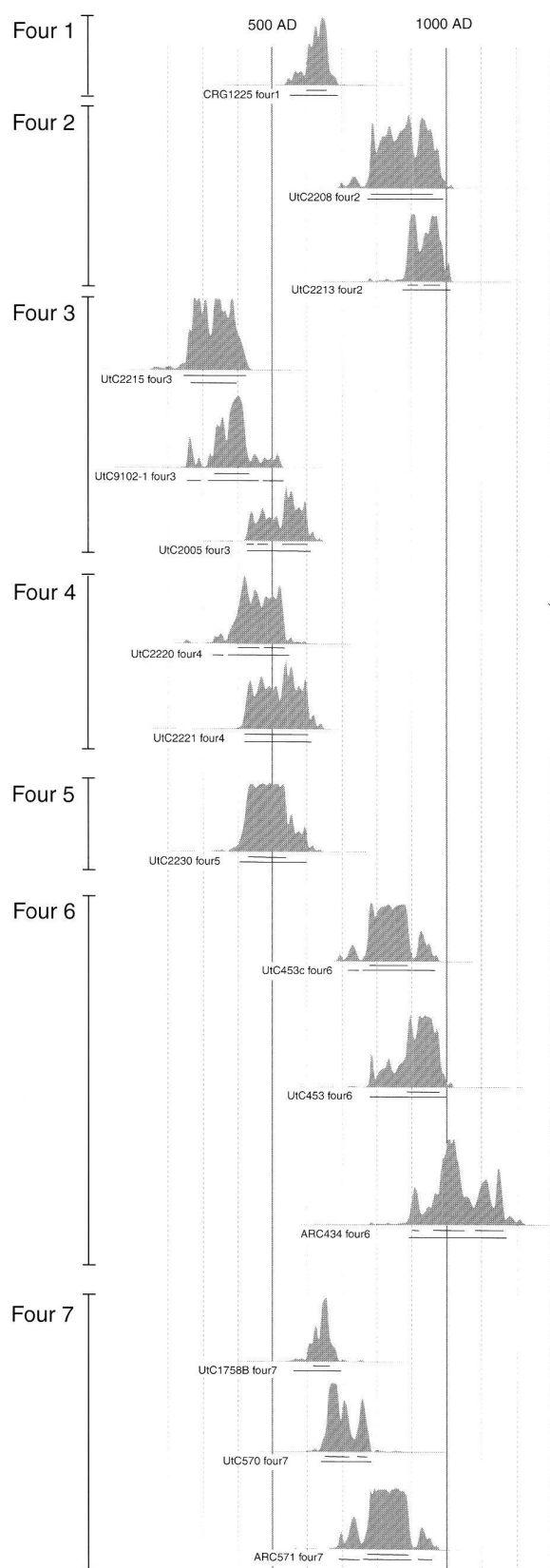


Fig. 19. Tableau des datations C14. En trame grise, courbe de densité des probabilités; au-dessous, intervalles des datations à 1 et 2 sigma. Les fourchettes chronologiques (2 sigma) proposées par les datations C14 sont relativement larges pour certains fours (jusqu'à 400 ans pour le four 6). L'interprétation de ces résultats par rapport à la position de chaque prélèvement permet néanmoins de mesurer plus précisément leur durée d'utilisation.

Pour le four 1, le seul échantillon prélevé (CRG1225) n'a pas été effectué dans la structure elle-même, mais dans un niveau de vidange ou de démolition, rejeté dans la zone en aval. Sa datation est comprise entre 550 et 690.

Dans le four 2, les deux analyses C14 effectuées, l'une dans la structure (UIC2208), l'autre juste à l'extérieur (UIC2213), sont relativement homogènes avec une fourchette chronologique commune entre 880 et 990. Dans le four 3, les deux échantillons proviennent du niveau charbonneux de la chambre de chauffe (UIC2215 et UIC9102-1). Ils ont donné des datations légèrement plus anciennes que les autres fours (fourchette commune entre 320 et 420). L'utilisation de ce four est néanmoins attestée jusque dans les 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> s. ap. J.-C. si l'on se réfère au prélèvement effectué dans les défournements de l'aire de chauffe (UIC2005).

Dans le four 4, les deux prélèvements (UIC2220 et UIC2221) provenant du niveau charbonneux de l'alandier, ont des datations concordantes avec un tronc commun entre 430 et 550.

Dans le four 5, un seul échantillon a été analysé (UIC2230) et daté entre 410 et 600. Il est issu du niveau charbonneux de la chambre de chauffe et correspond sans doute à la dernière utilisation.

Le cas du four 6 est relativement semblable à celui du four 3. Les résultats des deux échantillons prélevés dans les charbons de bois du foyer encore en place (UIC453 et UIC453C) coïncident relativement bien (fourchette commune entre 780 et 970), tandis qu'un prélèvement effectué dans le dernier niveau charbonneux de la zone de travail à l'extérieur du four (ARC434) permet d'attester le fonctionnement de la structure jusque dans les 11<sup>e</sup>, voire 12<sup>e</sup> s. ap. J.-C.

Dans le four 7, deux datations se recoupent (fourchette commune entre 640 et 700). La première a été effectuée dans la couche charbonneuse recouvrant la paroi du four (UIC1758B), l'autre a été prise dans le remplissage du four (UIC570). Une troisième datation (ARC571) provient également du remplissage mais donne une fourchette chronologique plus tardive (760-900).

matte». Le four 7 est alors mis en service sans doute en premier, suivi par le four 6 dans la même zone et par le four 2 à «Breitenweg». Dans le courant du 9<sup>e</sup> s. ap. J.-C., le four 7 est abandonné. Seuls les fours 2 et 6 vont continuer de fonctionner à chaque extrémité du site jusqu'aux 11<sup>e</sup>/12<sup>e</sup> s. ap. J.-C.



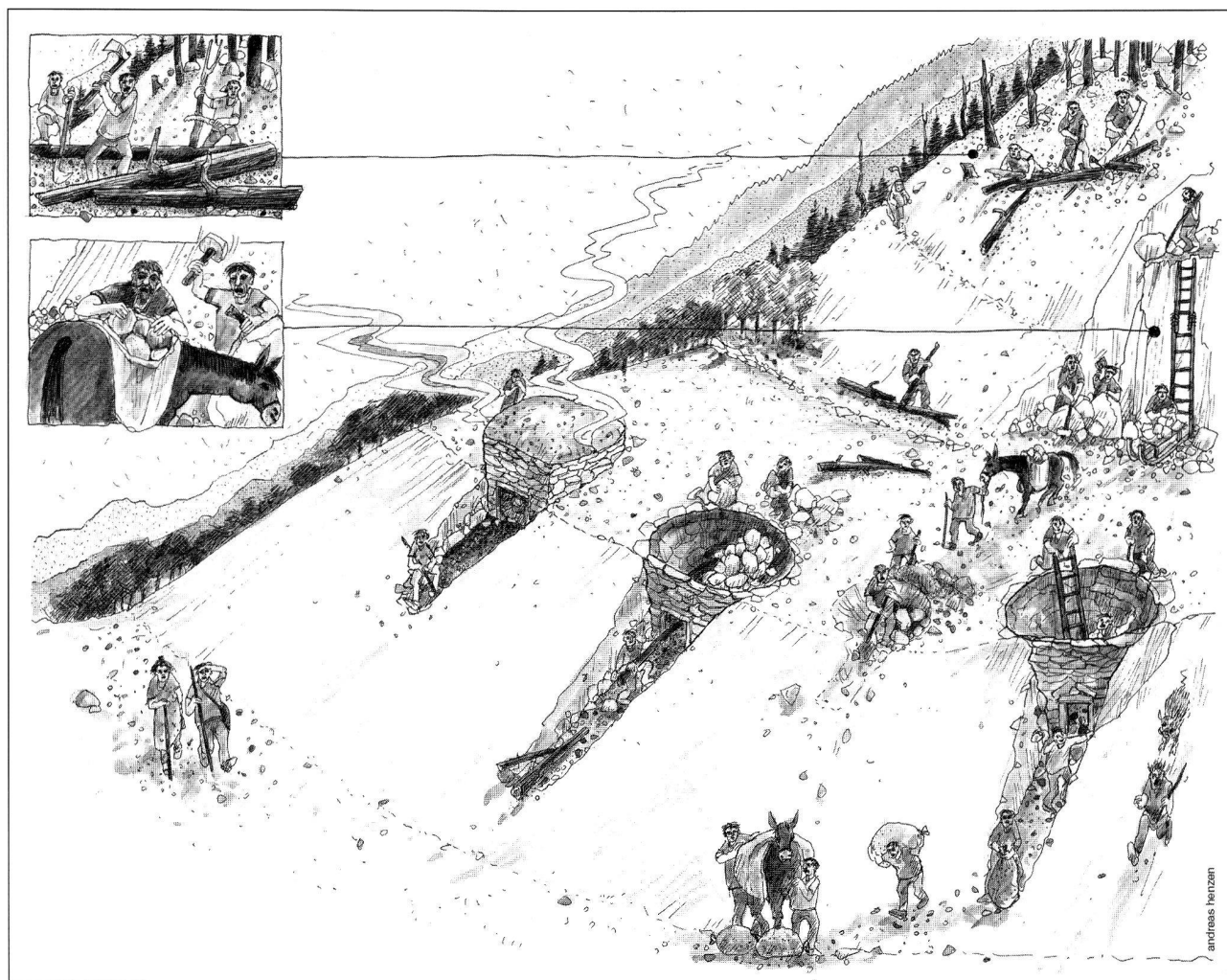


Fig. 20. Vision imagée des fours de «Breitenweg».

## 7. Conclusions

La découverte de fours ayant produit du plâtre et/ou de la chaux durant tout le Haut Moyen Age près de Gamsen apporte des connaissances non seulement sur les infrastructures et les procédés de transformation de la matière première (la roche de gypse et de calcaire), mais également sur le développement économique et historique de la région entre Viège et Brigue.

Du point de vue des techniques, il convient de rappeler que les exemples archéologiques attestant de la production de plâtre sont plutôt rares en Europe que ce soit à l'époque romaine ou au Haut Moyen Age. Dans nos régions et notamment en Valais, les fours de Gamsen constituent apparemment les premiers témoins de cette exploitation. Les deux types de fours observés ici (avec entrée et sans entrée à la base) ont fonctionné à des périodes bien définies, et leur technologie respective

semble d'ailleurs adaptée au produit fini que l'on voulait obtenir. Ainsi, entre 400 et 600/700 ap. J.-C., les fours avec entrée permettant d'atteindre de haute température (1000°C au moins) fabriquent soit de la chaux, soit du plâtre anhydre. A partir de 700 jusque vers 1000/1200, les fours sans entrée, moins performant au niveau des températures (300°C au maximum) ne sont destinés qu'à la production du plâtre (semi hydraté et semi anhydre).

Sur la base du corpus de fours mis au jour et avec les réserves d'usage, il semblerait que l'exploitation plâtrière de Gamsen connaisse tout de suite un développement important, avec une phase de pleine activité (4<sup>e</sup> s.–7<sup>e</sup>/8<sup>e</sup> s.), et dans un deuxième temps, une période de production plus réduite (9<sup>e</sup> s.–11<sup>e</sup>/12<sup>e</sup> s.)<sup>36</sup>. On assiste dès le début à la mise en place d'une batterie de fours de grande capacité (30–35 m<sup>3</sup> chacun) dans un secteur précis du versant



(fours 1, 3, 4 et 5 à «Breitenweg»). Cette infrastructure est ensuite abandonnée au profit de quelques fours de plus petite taille (4–15 m<sup>3</sup>), situés en deux endroits du co-teau (four 2 à «Breitenweg» et fours 6 et 7 à «Waldmatte»). Sur le plan économique, on peut déjà parler d'une activité pré industrielle pour la première période d'exploitation (400 et 600/700), si l'on se réfère aux capacités minimales de cuisson des fours. En effet, il ne s'agit plus ici d'une production destinée à un seul propriétaire ou à une petite communauté, mais plutôt d'une activité à grande échelle.

Le volume de cette production traduit peut-être une évolution dans les techniques de construction à cette époque, avec la mise en œuvre plus systématique du mortier de chaux ou du plâtre par rapport aux époques précédentes. En effet, l'utilisation de la maçonnerie n'est pratiquement pas attestée auparavant dans la région. Par exemple, dans l'agglomération romaine de «Waldmatte», abandonnée un ou deux siècles plus tôt (fin du 3<sup>e</sup>, voire début du 4<sup>e</sup> s. ap. J.-C.), un seul bâtiment est construit avec du mortier de chaux<sup>37</sup>. Le plâtre anhydre (ou la

chaux) fabriqué au début du Haut Moyen Age était sans doute utilisé dans la construction de monuments, comme par exemple la première église de Glis dont l'édification remonterait au 5<sup>e</sup> s. ap. J.-C. .

Le contexte général de l'exploitation et de la production du plâtre reste méconnu. Ce travail implique de nombreuses spécialités et certaines connaissances particulières: construction du four, abattage des arbres pour le combustible, extraction et cuisson de la matière première (fig. 20). Il fallait ensuite transporter et vendre le produit fini. Existait-il un genre de corporation s'occupant uniquement de la production de plâtre? Était-ce une activité communautaire? Ou alors une corvée due à un seigneur ou à l'évêque? La réponse à cette question permettrait d'évaluer le niveau du développement économique de la région à cette époque.

Olivier Paccolat et Pascal Taillard  
Bureau Tera  
Rue Pré-Fleuri 12  
CP 1346  
1950 Sion  
e-mail: tera@planet.ch

## Catalogue descriptif des fours

Les fours de «Breitenweg» (fig. 21)

### Four 1 (avec entrée)

Les observations faites sur ce four sont limitées par les dégâts occasionnés lors de l'implantation du four 2, et lors de l'installation d'une canalisation moderne le recoupant d'est en ouest (fig. 22). Les éléments conservés se limitent à une partie du laboratoire, à l'entrée et à l'aire de chauffe. Une grande partie des superstructures a été détruite. Toute la zone en aval du four, sur une surface de plus de 80 m<sup>2</sup>, était recouverte par d'épais niveaux d'utilisation (cendres) et de démolition de four, atteignant par endroit une épaisseur d'un mètre. Dans cette couche, deux niveaux de démolition ont été observés.

### Caractéristiques

- *Le laboratoire* a une forme quadrangulaire (environ 5.50 m de côté). Il est délimité par un mur (larg. 0.50 m en moyenne), constitué par 4 lits de schistes disposés irrégulièrement et liés par du limon. Sa hauteur maximale conservée est de 0.80 m. Derrière ce parement, le terrain encaissant a subi une forte rubéfaction matérialisée par une épaisse auréole de limon orange à rouge (0.30–0.40 m). A la base du laboratoire se trouve un muret de schistes grossièrement équarris (larg. 0.50 m au maximum, haut. non observée), destiné vraisemblablement au support de la sole. La restitution de cette banquette donne, pour le fond du laboratoire, un pourtour quadrangulaire de 4 m de côté. La charge minimale du laboratoire est de 25 m<sup>3</sup>.
- *L'entrée* se caractérise par une baie quadrangulaire (côté 0.90 m, prof. 0.80 m), obstruée par un bouchon fait de gros blocs.
- *L'aire de chauffe*, en très léger pendage, occupe une surface allongée rectangulaire (2×5 m). Elle est délimitée par deux murets de pierres sèches qui prennent naissance au niveau de l'entrée.
- *Une terrasse aménagée*, marquée par plusieurs niveaux d'utilisation, a été mise en évidence en amont du four. Son extension, débordant en dehors de l'emprise de l'autoroute, n'a pas pu être définie.

### Four 2 (sans entrée)

#### Caractéristiques

Le four 2 a été implanté dans la partie septentrionale du laboratoire du four 1. De forme tronconique, il est encore conservé sur une hauteur de 1.50 m. Il est constitué d'un épais mur de blocs de schiste grossièrement équarris, disposés en lits irréguliers et liés par du limon argileux gris-bleu. Le parement du four s'appuie du côté nord contre l'entrée du four 1. Son diamètre intérieur est de 2.50 m à l'ouverture et de 2 m à la base. Son volume minimal est de 6 m<sup>3</sup>.

#### Remplissage

Deux phases d'utilisation ont été observées. Le fond de la structure se compose du combustible résiduel du foyer, marqué par un niveau cendreuse et charbonneux (ép. 0.20–0.40 m). Au-dessus se trouvent les restes de la dernière fournée, constituée par une gangue de roche blanchâtre compacte et dure (ép. 0.20–0.30 m). Enfin, le reste du remplissage est formé par de la démolition de pierres et de limon (ép. 1 m).

### Four 3 (avec entrée)

L'état de conservation de ce four est excellent. Le laboratoire, la chambre de chauffe, l'entrée et l'aire de chauffe étaient encore en place lors de la découverte.

#### Caractéristiques

- *Le laboratoire* est piriforme à l'apparition. Ses dimensions maximales sont de 4.50 m sur 5 m à l'ouverture et de 3.40 m sur 2.70 m à la base. Sa profondeur atteint 2.30 m à l'amont et 1.10 m à l'aval. Sa contenance minimale est de 27 m<sup>3</sup>. Il est délimité sur le côté nord-ouest par un parement d'une dizaine de lits irréguliers qui, à l'origine, recouvrait tout le pourtour (fig.11). Le terrain encaissant a subi une forte rubéfaction caractérisée par une couronne de limon rougeâtre, épaisse de 0.40 m en moyenne. A la base du laboratoire se trouve une large banquette (jusqu'à 0.70 m) créée dans le terrain naturel et partiellement dallée.

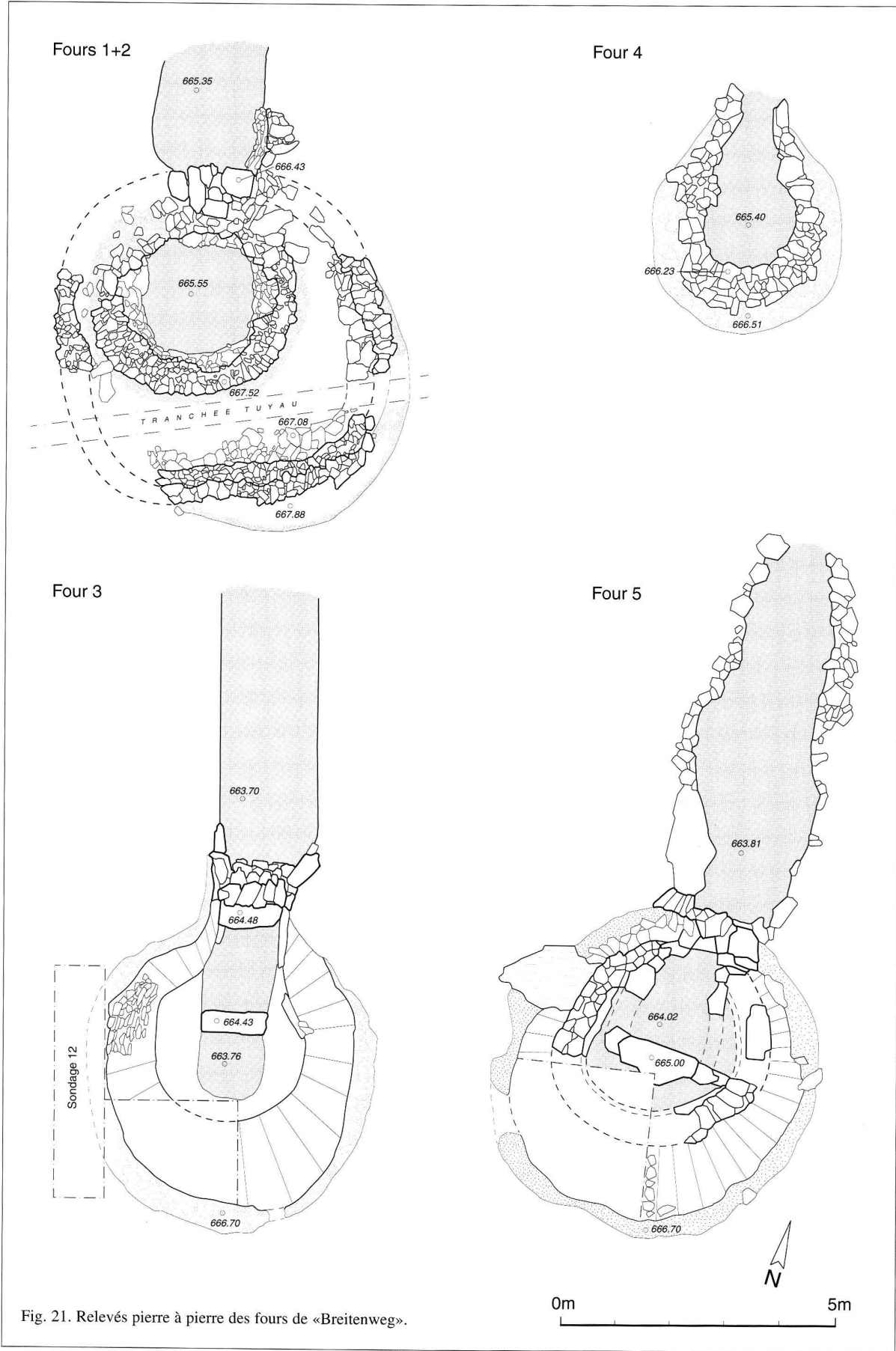


Fig. 21. Relevés pierre à pierre des fours de «Breitenweg».



Fig. 22. Vue générale du four 2 imbriqué dans le four 1. Une canalisation moderne recoupe le four 1 de part en part. Vue de dessus.



Fig. 23. Vue de l'entrée obstruée du four 3. Vue de l'aval.



Fig. 24. Vue générale du four 4. Vue verticale.

- *La chambre de chauffe* se présente sous la forme d'un canal (larg. 1.20 m, long. 3.50 m) qui prend naissance à partir de l'entrée. Le fond de ce canal est 0.70 m plus bas que la banquette. Deux éléments de soutènement, distants de 2 m l'un de l'autre, sont aménagés respectivement au milieu du canal de chauffe et près de l'entrée (fig. 12). Ils sont formés chacun de 2 piédroits plaqués contre les parois du canal et surmonté d'un linteau de schistes monolithique. Ce dispositif, associé à la banquette, servait au soutènement de la sole du laboratoire.
- *De l'entrée* (larg. 1.10 m, prof. 0.70 m), il ne subsiste que les piédroits. Celui à l'ouest est constitué par une dalle posée de chant, celui à l'est par des blocs de schistes superposés (fig. 23). Lors de sa découverte, l'entrée était obstruée par un bouchon constitué de gros blocs de schistes (haut. conservée 0.80 m).
- *L'aire de chauffe*, en partie détruite par l'excavation de la tranchée 41, a pu être restituée sous la forme d'un espace rectangulaire allongé horizontal (6×2.30 m).

#### *Remplissage*

Les couches au fond de la structure correspondent à la dernière utilisation du four. La chambre de chauffe est comblée par un niveau charbonneux (ép. 0.10 m). Au-dessus, débordant dans le laboratoire, se trouvait une couche de résidus de roche compacte cuite (ép. 0.30 m). La suite du remplissage intervient après l'abandon du four. On note tout d'abord des colluvions de pente accumulées sur près d'un mètre, et ensuite un niveau limoneux contenant de nombreux schistes de toutes tailles, résultant d'un comblement volontaire de la dépression du four.

#### *Four 4 (avec entrée)*

##### *Caractéristiques*

La faible implantation de ce four (0.90 m) laisse supposer la présence d'une élévation assez importante à l'origine, qui a été entièrement arasée. Il n'en subsiste que la chambre de chauffe et son entrée (fig. 24).

- *La chambre de chauffe* (diam. 1.50 m), piriforme, est délimitée par un muret, composé de schistes grossièrement lités (larg. 0.60 m). Le terrain encaissant a subi une forte rubéfaction (ép. 0.20–0.60 m).
- *L'entrée* est constituée par le prolongement du muret de la chambre de chauffe (prof. 1.50 m). Cette entrée (larg. 0.60 m) a été obstruée par un bouchon constitué d'un amas de pierres.

##### *Remplissage*

Le sol de la chambre de chauffe et de l'entrée est recouvert par un niveau charbonneux de 0.20 m marquant l'utilisation du four. Il est scellé par des résidus blanchâtres de roche cuite. Le reste du remplissage est constitué par du limon et de nombreux schistes qui correspondent à un comblement volontaire de la structure.



Fig. 25. Vue générale du four 5 en cours de fouille. Le quart sud-ouest du laboratoire n'a pas été dégagé. A droite, paroi frontale et entrée; au fond du four, éléments de soutènement de la sole. Vue de l'est.



Fig. 26. Vue de la coupe est-ouest du four 5. Au fond, chambre de chauffe comportant un élément du soutènement du laboratoire (piédroits et linteau). Au-dessus, résidus de la matière cuite (gangue blanchâtre). Au sommet, comblement volontaire du four. Vue du nord.

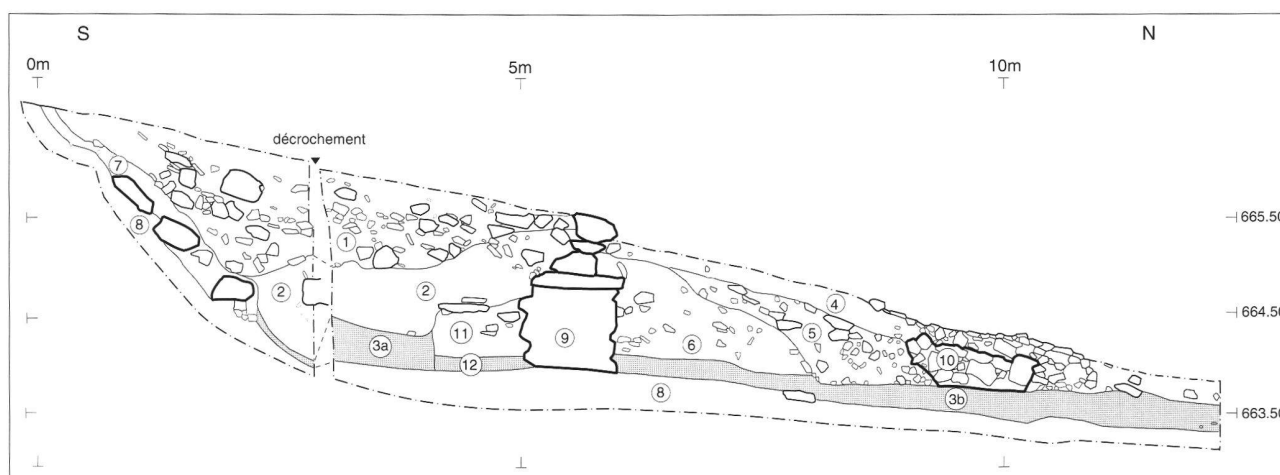


Fig. 27. Coupe stratigraphique interprétée à travers le four 5. Vue de l'est. 1 Comblement du four après son abandon; 2 restes de la production non défournée; 3a combustible encore en place de la chambre de chauffe en forme de couloir; 3b niveaux charbonneux et rubéfiés de défournement; 4 démolition finale; 5 résidus de la dernière fournée; 6 restes de la chape d'argile recouvrant le chargement; 7 paroi avant la dernière fournée; 8 terrain encaissant; 9 entrée et paroi frontale; 10 partie du muret délimitant l'aire de chauffe; 11 remblai aménagé pour la chambre de chauffe en forme de couloir; 12 combustible résiduel de la chambre de chauffe ovale.

#### Four 5 (avec entrée)

##### Caractéristiques

- *Le laboratoire*, de forme tronconique, a un diamètre à l'ouverture de 5.30 m et de 3.80 m à sa base. Il est conservé sur une hauteur maximale de 2.10 m à l'amont (fig. 25 et 26). Sa capacité minimale est de 35 m<sup>3</sup>. Le fond du laboratoire est délimité par une banquette de schistes de 0.30 m à 0.50 m de largeur. La paroi sud, moins abrupte qu'ailleurs, est encore partiellement parementée de pierres, comme sans doute l'était à l'origine l'ensemble du laboratoire. Tout le pourtour a subi une forte cuisson, matérialisée par une couronne (ép. 0.40 m) de limon rubéfié orange à rouge (fig. 10).
- *La chambre de chauffe*, de forme ovale à l'origine (diam. 2.30 m et 2.80 m), est décentrée vers le nord par rapport au laboratoire et excavée d'environ 0.75 m depuis le niveau de la banquette. Dans un deuxième temps, elle est modifiée en un couloir par l'apport de remblais et par un surcreusement de 0.25 m du fond originel. Le sommet de ce remblai est aplani. Il supportait encore les restes de deux soutènements de la sole du laboratoire, distants de 1.30 m l'un de l'autre. Ceux-ci, constitués de 3 à 4 schistes plats, sont surmontés par un linteau de schiste à base plane et à sommet arqué (1.45×0.45×0.30 m: élément conservé uniquement sur le soutènement sud; fig. 13). La largeur de la baie délimitée par ces éléments

n'excède pas 0.70 m. Deux gros fragments charbonneux, retrouvés au niveau des ces bases, laissent supposer l'existence d'une armature de bois pour l'édification de la sole. Les restes d'un autre soutènement, d'un état antérieur mais fonctionnant déjà avec la chambre de chauffe en forme de couloir, sont apparus sous l'une des bases du dispositif décrit ci-dessus.

- *L'entrée* (larg. 0.65 m, haut. 0.75 m, prof. 0.80 m) est formée de 2 piédroits et d'un linteau (fig. 14.15). Le piédroit oriental est constitué de schistes plats liés avec du limon. Un conduit de ventilation fait de dalles posées de chant (larg. 0.10 m, haut. 0.15 m) est aménagé au-dessous. Le piédroit ouest, de même nature que le précédent, prend appui contre un gros bloc du substrat géologique entaillé lors de l'excavation. Le linteau est un bloc de schiste monolithique, taillé en rectangle (1.30×0.70×0.20 m). L'ouverture a été obstruée par un bouchon de schistes.
- *La paroi frontale* repose sur le linteau de l'entrée. Elle est conservée sur une hauteur de 0.70 m. Dans ce mur relativement mal appareillé, un triangle formé de 2 grandes dalles de schiste a été aménagé (une seule est conservée). Cet aménagement correspond soit à un triangle de décharge, soit à une baie obstruée. Dans ce dernier cas, l'ouverture aurait pu être utilisée pour vérifier la cuisson durant l'utilisation du four et pour régler le tirage.



- *L'aire de chauffe*, large de 2 m et relativement allongée (5.50 m), est délimitée par des murets de pierres sèches qui prennent naissance au niveau de l'entrée (fig. 9). A cet endroit, le terrain a été excavé sur une profondeur de 1.50 m.

#### *Remplissage et chronologie*

En raison des fréquentes utilisations et réfections, le remplissage du four est constitué de nombreuses couches que l'on peut regrouper en trois ensembles (fig. 27). A la base du four, on retrouve les niveaux directement liés aux premières utilisations. Ces couches (ép. maximale 0.50 m), sont souvent peu marquées car elles ont fait l'objet de curages systématiques (vidange des foyers et nettoyage du four avant réutilisation). Au-dessus se sont déposés les niveaux liés à la dernière utilisation du four, marqués notamment par une couche cendreuse non curée (3a.12), par un agglomérat de roche, résidus de la dernière fournée (2), et par un limon rougeâtre compact contenant quelques pierres de gypse. Cette dernière couche (4), localisée dans l'aire de chauffe correspond sans doute aux restes de la chape d'argile recouvrant la matière première placée dans le laboratoire pour la cuisson. Elle atteint jusqu'à 1 m d'épaisseur. Le dernier remplissage intervient après l'abandon définitif du four. La composition très hétérogène de cet ensemble (1), principalement des schistes, semble indiquer un remblaiement volontaire de la dépression du four.

Trois principales transformations ont été identifiées dans la chambre de chauffe. Parallèlement, quatre phases d'utilisation ont été repérées au niveau de l'alendier (4 foyers différents) et dans l'aire de chauffe (4 niveaux de défournement). Les différentes transformations se définissent de la manière suivante:

1. Construction du four: la chambre de chauffe est circulaire avec une banquette aménagée au fond du laboratoire, permettant de soutenir la sole. Dans cet état, les parois du laboratoire sont parementées de pierres.
2. Modification de la chambre de chauffe en un couloir et mise en place du dispositif de soutènement de la sole (restes d'un seul piédroit).
3. Réfection de la chambre de chauffe avec la mise en place de deux soutènements (piédroits et linteau). L'entrée et la paroi frontale peuvent avoir été reconstruites lors de cette transformation.

Dans l'aire de chauffe, la stratigraphie montre que les trois premières phases d'utilisation observées à la base se caractérisent par une succession de couches cendreuses et de limons rubéfiés (fig. 27,3b). Elles correspondent respectivement à la vidange du foyer (lors de son fonctionnement?) et au curage du four avant chaque réemploi. La quatrième phase d'utilisation est uniquement marquée par une couche cendreuse. L'alternance d'une couche cendreuse (3b) et d'une couche de limon rubéfié suppose une utilisation longue et continue de ce four. Par ailleurs, on note des réfections dans le muret de pierres sèches délimitant l'aire de chauffe.

Les fours de «Waldmatte» (fig. 28)

#### *Four 6 (sans entrée)*

##### *Caractéristiques*

Le four se présente comme un grand cône conservé sur une hauteur de 3 m, d'un diamètre de 1.60 m à sa base et de 3.30 m à son sommet. La capacité minimale du four est de 15 m<sup>3</sup> environ. Le parement interne, constitué entièrement de pierres, laisse clairement apparaître 3 états de construction (fig. 29):

- *Etat 1*: La construction originelle est encore conservée sur une hauteur de 1.40 m. Elle a une forme tronconique parfaitement régulière (diam. inférieur: 1.60 m, diam. supérieur conservé: 2.15 m). L'élévation comprend encore 10 lits de pierres, soigneusement appareillées, aux joints serrés, sans liant particulier. Les petits blocs de schistes sont équarris (0.15×0.10 m) et disposés alternativement en épi (arêtes de poissons) et horizontalement.
- *Etat 2*: Dans un deuxième temps, toute la partie sommitale est détruite. Un nouveau parement, conservé sur une hauteur d'environ 1.20 m, est reconstruit légèrement en retrait par rapport à la construction primitive. Cette reprise, comprenant 5 à 6 lits de pierres, a une forme tronconique irrégulière (diam. inf.: 2.50 m, diam. sup. conservé: 3.30 m). Les blocs de schistes sont de plus grandes dimensions (0.20×0.30 m) et disposés de manière plutôt hétéroclite, sans véritable litage, avec de larges joints et parfois des interstices entre les pierres qui laissent voir le sédiment encaissant fortement rubéfié. Aucun liant n'a été constaté.
- *Etat 3*: Le dernier état voit la réfection de la couronne du four et l'aménagement d'un mur perpendiculaire à ce dernier. Ce mur construit sur un plan incliné a une longueur de 2.60 m et une largeur

de 0.90 m se rétrécissant jusqu'à 0.40 m vers son extrémité. Le choix des pierres de la couronne du four et du mur tranche nettement par rapport au reste de la construction. Il s'agit principalement de calcschistes de grandes dimensions (0.50×0.60 m), irrégulièrement disposés sur 1 à 3 lits.

#### *Remplissage*

Le remplissage interne du four témoigne des derniers moments de la structure en activité. Les dépôts du fond – petit niveau blanchâtre de roche de gypse (ép. environ 0.05 m), surmonté par une couche mêlée de morceaux de gypse, de bois brûlés et de charbons de bois (ép. 0.08 m) – sont des résidus du curage des anciennes phases d'utilisation. Au-dessus, on retrouve une épaisse couche (jusqu'à 0.50 m) contenant de gros fragments de bois et des charbons de bois en abondance, le tout recouvert par un mélange de roche de gypse (ép. environ 0.10–0.20 m). Il s'agit des restes de la dernière fournée et du combustible incinéré. Le four est ensuite comblé jusqu'à son sommet (ép. environ 1.50 m) par un amas de gros blocs de schistes mêlés à de la terre, formant la démolition générale de la structure.

#### *Stratigraphie et aménagements extérieurs*

La zone de travail contemporaine du four, a été repérée uniquement dans la partie sud et à l'ouest. Deux, voire trois phases distinctes d'utilisation ont pu être mises en évidence dans les coupes stratigraphiques. Elles sont intercalées dans des dépôts torrentiels relativement épais (alluvions et colluvions). Le niveau le plus bas, observé en coupe, est marqué par la présence de charbons de bois, de rubéfaction et par quelques dalles posées à plat. Cette couche correspond exactement au sommet de la couronne conservée du four primitif (état 1). Il n'est cependant pas possible d'affirmer si elle lui est contemporaine ou antérieure. Le deuxième niveau, dégagé partiellement en plan, est constitué de cendres, de limon rubéfié et de charbons de bois. Le dernier niveau d'utilisation a, quant à lui, été fouillé sur toute la surface. Il est matérialisé par une épaisse couche de terre rubéfiée, des zones de déchets de gypse et des charbons de bois. Une fosse circulaire (str 572, diam. 1.20 m), contemporaine des dernières utilisations du four, est apparue au sud du four (fig. 6). Elle était entièrement comblée par des pierres de démolition et par du limon (prof. 0.60 m). Sa fonction n'est pas très explicite. Aucune autre structure ne permet de restituer des aménagements annexes. En l'absence de trous de poteau, il n'est pas possible, par exemple, de savoir si le four était couvert.

Du côté amont, à environ 3.50 m du four, un mur de pierres sèches (str 598), interprété comme un mur de terrasse pour cette zone artisanale, a été mis en évidence sur une longueur de près de 22 m. Seul le parement et une partie du blocage arrière ont été repérés. Ce mur est repris à son extrémité est par un nouveau mur (str 577) qui marque un retour de 1.50 m vers le four (fig. 30). Ce tronçon, constitué de grands schistes (larg. 0.40 m), a une élévation conservée sur près de 0.90 m. La relation de ces murs avec les niveaux contemporains du four n'est pas clairement établie. On peut toutefois émettre l'hypothèse que le mur de terrasse le plus ancien a été construit dès la création de la zone artisanale pour stabiliser le versant relativement abrupt à cet endroit. La reprise faite dans la partie est, implantée à un niveau nettement supérieur, fonctionne vraisemblablement avec les dernières phases d'utilisation du four. Ce mur délimite, au sud du four, une zone de travail de près de 30 m<sup>2</sup> (3.50 m de larg. sur 8 à 9 m), permettant le remplissage et la vidange du four, ainsi que le stockage du bois et de la matière première.

#### *Four 7 (sans entrée)*

##### *Caractéristiques*

La forme générale du four est un rectangle aux angles arrondis dont la partie sud a été aspirée et déformée postérieurement par un affaissement du terrain. Les parois du four, légèrement obliques, sont conservées sur 1.60 m de hauteur. Le pourtour restitué est de 2.40 m (2 m conservé) sur 1.70 m à la base et de 3.40 m sur 2.50 m à son ouverture. Sa capacité minimale est de 10 m<sup>3</sup> environ.

Deux états de construction ont été différenciés:

- *Etat 1*: Le premier état du four est caractérisé par l'absence de parement de pierres. La rubéfaction produite lors de la cuisson devait assurer la cohésion de l'ensemble. Elle est visible dans l'encaissant sur une épaisseur d'environ 0.10 m.
- *Etat 2*: Dans un deuxième temps, un parement de pierres sèches est construit sans doute sur tout le pourtour. Il s'agit d'un muret conservé sur une hauteur de 1.20 m, constitué de 9 lits de pierres (0.25×0.15×0.10 m en moyenne) liées par un limon argileux qui s'est durci sous l'action du feu. La couronne est constituée par des pierres de plus grande dimension.



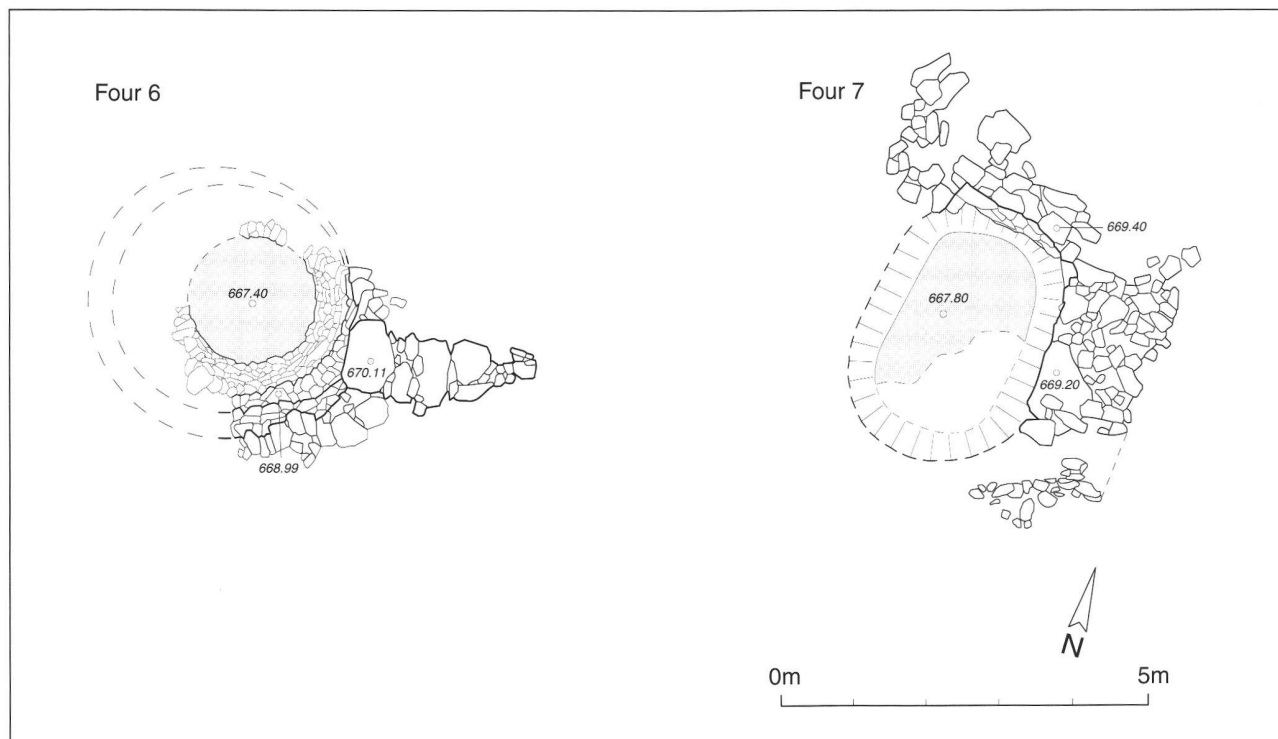


Fig. 28. Relevés pierre à pierre des fours de «Waldmatte».



Fig. 29. Vue générale des restes du four 6 après recoupement par des tranchées pour les observations stratigraphiques. Trois réfections se distinguent dans le parement. Vue du nord.



Fig. 30. Vue d'un tronçon du mur de terrasse (str 577) et de son retour, protégeant le four 6. Au centre, fosse (str 572), à droite, parement du four 6. Vue de l'est.



Fig. 31. Vue des restes du four 7, après recoupement par des tranchées pour les observations stratigraphiques. Le remplissage est marqué par un niveau charbonneux (combustible) et par une gangue blanchâtre (résidus de la cuisson de la roche de gypse). Vue du sud.

#### *Remplissage*

Le remplissage du four est presque identique à celui du four 6 (fig. 31). On note cependant ici, sur le fond et sur les parois, une petite croûte indurée de rubéfaction (ép. 0.05 m) qui matérialise le premier état du four. Au-dessus, on retrouve le combustible et les résidus de la dernière utilisation, visible sous la forme d'une couche de cendre et de gros charbons de bois, mêlée à des nodules de roche de gypse (ép. 0.20 m). Le four est ensuite comblé par une démolition de gros blocs de schistes mêlés à de la terre et à des fragments de gypse (ép. env. 1.50 m).

#### *Aménagements extérieurs*

Les couches contemporaines de l'utilisation du four ne sont visibles que par lambeaux de terre rubéfiée autour de la structure. On n'a constaté qu'un seul niveau d'utilisation et aucune structure n'y est directement associée. Un muret de pierres sèches (str 403) a été repéré sur un tronçon de 1 m en amont du four (fig. 6). Il pourrait faire office de mur de terrasse, à l'instar du mur repéré à l'est (str 598), ou constituer son prolongement. Il est à noter que l'altitude du sommet de ces murs est pratiquement identique (670.00 m). L'hypothèse d'un mur de terrasse continu protégeant la petite zone artisanale de 35 m de longueur est donc plausible.



Fig. 32. Vue générale du four 8. En arrière plan, muret de pierres sèches semi-circulaire.

#### *Four 8 (avec entrée)*

Ce four n'a pas fait l'objet de fouille puisqu'il est situé en dehors de l'emprise de l'autoroute A9. Les observations effectuées sont donc très lacunaires (fig. 32). La structure repérée se présente sous la forme d'un couloir d'une longueur totale de 3.40 m et d'une largeur de 1.70 m, délimité au sud par un mur de pierres sèches semi-circulaire. Sa hauteur conservée atteint au moins 2.40 m. Un petit sondage effectué au centre du four a livré un niveau charbonneux et quelques pierres chauffées (calcaire ou gypse?) qui indiqueraient que l'on se situe plutôt dans la chambre de chauffe que dans le laboratoire. Par ailleurs, cette hypothèse semble renforcée par la présence d'un alignement de grands schistes en forme d'arc de cercle, situé à environ 2 m en amont de la structure et qui pourrait correspondre à la paroi du laboratoire. Dans cette optique, ce four aurait des dimensions nettement supérieures à celles des autres fours avec entrée.

## Notes

*Remerciements:* Plusieurs personnes nous ont apporté leur soutien lors de la fouille sur le terrain et pour la réalisation de cet article. Th. Bitterli-Waldvogel et A. Besse ont suivi les principales étapes de la fouille. A. Antonini a fourni un travail rédactionnel important. M.-A. Haldimann et J.-C. Moret se sont chargés de la relecture critique du texte. A. Henzen et M. de Morsier Moret ont réalisé les figures. Nous les remercions toutes et tous chaleureusement.

*Crédit photographique et iconographique:* P. Gibut: fig. 7.17.31; A. Henzen: fig. 1.3.8.16.19–21.27.28; M. de Morsier Moret: fig. 4.6.18; B. de Peyer: fig. 29.30; P. Taillard: fig. 5.11.12.22–24.32; S. Zenklusen: fig. 2.9.10.13–15.25.26.

- 1 Les sondages ont été effectués par le bureau «Curdy investigations archéologiques»: voir Gamsen 1987. Sondages exploratoires. Rapport final. RN9, section 6, km 148–150. Rapport non publié déposé auprès de l'Archéologie cantonale, Martigny.
- 2 Les recherches archéologiques de Gamsen/Waldmatte sont financées par les Routes Nationales (Office fédéral des routes et Service des routes nationales du canton du Valais). Elles sont placées sous la direction de l'archéologue cantonal François Wibl, appuyé par une commission scientifique comprenant des représentants de l'Office fédéral des routes, du Service des routes nationales du canton du Valais, du Service des bâtiments, monuments et archéologie du canton du Valais, des responsables des fouilles et de plusieurs experts des domaines étudiés. La fouille des niveaux protohistoriques est assurée par le bureau d'archéologie ARIA (Archéologie et Recherches Interdisciplinaires dans les Alpes), coordination Ph. Curdy, M. Motet et C. Nicoud; celle des niveaux historiques par le bureau TERA (Travaux Etudes et Recherches Archéologiques), coordination O. Paccolat, qui a relayé en 1997 l'Office des recherches archéologiques de l'Etat du Valais.
- 3 Un bilan intermédiaire a déjà été présenté dans plusieurs articles, voir en particulier Curdy et al. (1993); Paccolat (1997).
- 4 Op. cit. en note 1.
- 5 Voir Dominique Baudais, Rapport d'activités, 1991/1992BW92/1 «Prospection archéologique Waldmatte-Est et Bildacker (avril 1992)», Fouilles archéologiques RN9–Brig-Glis/Waldmatte, Chantier protohistorique ARIA 1993. Rapport inédit.
- 6 Op. cit. en note 1.
- 7 On attend la parution imminente du travail de synthèse de Thomas Bitterli-Waldvogel (à paraître) sur les fours à chaux en Suisse.
- 8 Voir Adam (1989), en particulier le chapitre sur «La chaux, les mortiers», 69–84.
- 9 Les observations stratigraphiques à l'intérieur des fours n'ont pas livré d'indices pour une cuisson par empilement. Par ailleurs, l'emplacement de la chambre de chauffe et des foyers a été clairement identifié.
- 10 Voir Adam (1989), 69 et 71; Flach (1982), 18–21.
- 11 Voir Flach (1982), 18, note 4.
- 12 Voir Adam (1989), 69, note 4. «...le four sera aménagé au pied d'une déclivité, de façon à bénéficier d'une isothermie efficace et d'un accès commode en partie basse pour le foyer et en partie haute pour le chargement et déchargement». Caton, De agricultura, XLIV, De fornace calcaria: «...disposez l'emplacement du foyer de sorte qu'il soit le plus profond et le moins exposé au vent possible»; traduction de R. Goujard, Les Belles lettres, Paris 1975.
- 13 Voir Flach (1982), 21.
- 14 Flach qualifie ce type de four circulaire en forme «d'ellipse utriculaire»: voir Flach (1982), 20, note 4.
- 15 Voir Adam (1989), 71, note 4.
- 16 La seule exception vient de la chambre de chauffe originelle du four 5 qui avait une forme cylindrique.
- 17 Voir Adam (1989), 71s., note 4.
- 18 Il existe un type de four où la porte ne se situe pas à la base de la structure, mais à mi-hauteur, et qui, lorsque les vestiges sont arasés, pourrait se confondre avec les exemplaires de Gamsen: voir Klausener (1995); Eschbach (1997).
- 19 A notre connaissance, aucun véritable parallèle n'est publié. Des exemplaires de ce type seraient attestés dans les Grisons et en Valais (Trient, Van d'en haut).
- 20 Cette expérimentation a été faite par les collaborateurs du bureau TERA, à l'initiative d'Alain Besse.
- 21 Alliage étain plomb pour souder les vitraux (point de fusion 180°), plomb (327,4°), zinc (419°), verre (env. 700°), bronze (900°) et cuivre (1083°).
- 22 Le creusement initial de la fosse a été effectué à la pelleuse.
- 23 Voir Cagnana (2000); Krenkler (1980), 113–124.
- 24 Voir Krenkler (1980), 125–132: Luftkalk.
- 25 Analyses gracieusement effectuées par le Professeur Bernard Grobty de l'Institut de Minéralogie et Pétrographie de l'Université de Fribourg (Suisse). Rapport 2000/1. Minéralogie Technique IMP. Université de Fribourg.
- 26 Dans le cas de la roche de gypse de Gamsen, la kaolinite et l'illite sont les minéraux déterminants pour établir une relation entre la roche mère et les gangues. Or, ces deux minéraux ne sont pas présents dans les spectres des gangues; ils peuvent avoir été dissolus par la forte chaleur émise lors du fonctionnement des fours. Une analyse chimique complémentaire des éléments traces pourrait sans doute établir ce lien.
- 27 Analyses réalisées par le Dr. Rudolf Schicht Consult, 8180 Bülach (Suisse). Rapport inédit.
- 28 La présence de calcite et de portlandite, ainsi que du gypse dans les gangues des fours 3 et 5 atteste d'une production simultanée de plâtre et de chaux.
- 29 La présence de calcite et l'absence totale de gypse dans les gangues des fours 1 et 4 atteste d'une production de chaux plutôt que de plâtre pour la fournée correspondant aux gangues.
- 30 Localement le foyer peut atteindre de hautes températures et transformer la calcite en chaux.
- 31 L'analyse anthracologique a été effectuée par Werner H. Schoch du Laboratoire des Bois Quaternaires à Langnau.
- 32 Ces deux types d'arbre ne peuvent être différenciés sans la présence du fruit.
- 33 Quelques éléments de chronologie relative ont tout de même été observés dans la zone de «Breitenweg»: Les fours 1 et 3 ont sans doute fonctionné en même temps. Cependant, la démolition du four 1 est postérieure au four 3. Le four 2, quant à lui, implanté dans le four 1, est plus tardif que les fours 1 et 3.
- 34 Une partie des analyses a été effectuée comme complément à l'étude dendrochronologique en cours sur les bois retrouvés dans ces fours. Cette étude est conduite par Martin Schmidhalter de Brig-Glis, dans le cadre d'un projet de recherche du Fonds National.
- 35 Calibration des analyses C14: Stuiver et al., Radiocarbon 40, (1998), 1041–1083; OxCal v3.3, Bronk Ramsey (1999). CRG1225 (Centre de Recherches Géodynamiques à Thonon): 1415±40BP; UtC2208 (Université d'Utrecht, Facultéit Natuur- en Sterrenkunde, R. J. Van de Graaf laboratorium, n° 10378): 1159±46BP; UtC2213 (en fait: Ut n° 10377): 1097±34BP; UtC2215 (en fait: Ut n° 10379): 1723±39BP; UtC9102–1 (en fait: Ut n° 10380): 1654±36BP; UtC2005 (en fait: Ut n° 8818): 1529±29BP; UtC2220 (en fait: Ut n° 10381): 1608±37BP; UtC2221 (en fait: Ut n° 10382): 1534±34BP; UtC2230 (en fait: Ut n° 10383): 1566±41BP; UtC453C (en fait: Ut n° 10384): 1188±37BP; UtC453 (en fait: Ut n° 10385): 1133±38BP; ARC434 (Archeolabs, n° 873): 1015±60BP; UtC1758B (en fait: Ut n° 10386): 1395±35BP; UtC570 (en fait: Ut n° 10387): 1328±40BP; ARC571 (n° 1134): 1203±40BP.
- 36 On ne sait pas si, après le 11<sup>e</sup> s. ap. J.-C., l'exploitation de la roche de gypse s'est poursuivie en un autre endroit du versant. En 1946/47, des extractions de roche de gypse ont cependant été effectuées ponctuellement et spécifiquement pour la restauration de la cathédrale de Sion (communication de A. Besse).
- 37 Voir Paccolat (1997).
- 38 Voir Descœudres et Sarrott (1986), 384.

## Bibliographie

- Adam, J.-P. (1989) La construction romaine. Matériaux et techniques. Paris.
- Bitterli-Waldvogel, Th. (1982) Zwei Kalköfen im Aletschwald. *Minaria Helvetica* 2, 17–21.
- Biston, V. (1836) Manuel théorique et pratique du chauxfournier. Paris.
- Bitterli-Waldvogel, Th. (1990) Vom Kalkbrennen im Urnerland. Der Geschichtsfreund, Mitteilungen des Historischen Vereins der fünf Orte Luzern, Uri, Schwyz, Unterwalden ob und nid dem Wald und Zug. 143. Band, 145–164.
- Cagnana A. (2000) Archeologia dei materiali da costruzione. Manuali per l'archeologia I. Mantova.
- Cordonier, P.-A. (1999) Les fours à chaux de Bramois. *Sedunum nostrum*. Bulletin n° 68, Sion.
- Curdy, Ph./Mottet, M./Nicoud, C. et al. (1993) Brig-Glis/Waldmatte, Un habitat alpin de l'âge du fer. Fouilles archéologiques N9 en Valais. AS 16, 138–151.
- Descœudres, G./Sarrot, J. (1986) Eine frühchristliche Taufkirche im Oberwallis. Die Ausgrabungen in der Pfarr- und Wallfahrtskirche Unsere Liebe Frau auf dem Glisacker (Gemeinde Brig-Glis). *Vallesia* 41, 350–448.
- Eschbach, F. (1997) avec la collaboration de D. Raemy et I.G. Hedley Un ensemble de fours à chaux médiévaux et modernes à Concise VD-Les Favarges. Rail 2000. Rapport photocopié du bureau Archéodunum S.A., juillet 1997, Gollion.
- Flach, G.-L. (1982) Les fours à chaux à l'époque gallo-romaine. *Revue archéologique Sites*, 18–21.
- Gerber, Ch. (2001), avec la collaboration de V. Serneels Fabrication traditionnelle de la chaux, du charbon et du fer dans le Jura bernois, entre Moutier et Roches. Découverte de deux sites archéologiques du Moyen Age et de l'époque romaine sur le tracé de la Transjurane A16. Berne (à paraître).
- Gips-Union S. A. Zurich, avec la collaboration de H.R. Schmid (1935) Cinquantenaire de la Gips-Union. Traduction française de M.E. Blaser. Zürich.
- Imesch, B. (1989), Der «Chalchofe» von Tunetsch. Naters.
- Klausener, M. (1995) Champagne, Grand-Bois – Fours à chaux XV<sup>e</sup> siècle. *Chronique archéologique* 1994. *Revue historique vaudoise*, 406–408.
- Krenkler, K. (1980) Chemie des Bauwesens. Bd. 1. Anorganische Chemie, 113–124: Gips. Berlin, Heidelberg, New York.
- Maag, R. (1983) Ein Kalkbrennofen im Legionslager von Vindonissa. *Jber. GPV*, 65–70.
- Paccolat, O. (1997) Le village gallo-romain de Brig-Glis/Waldmatte. AS 20, 25–36.
- Paccolat, O./Taillard, P. unter Mitarbeit von A. Antonini (2000) Gipsbrennen im Frühmittelalter; die Öfen von Gamsen (VS). *Mittelalter* (Zeitschrift des Schweizerischen Burgenvereins), 2000, 4, 97–117. – Article au même sujet, publié en allemand.
- Paunier, D./Bernal, J./Castella, D. et al. (1989) Le vicus gallo-romain de Lousonna-Vidy. Le quartier occidental. Le sanctuaire indigène. Rapport préliminaire sur la campagne de fouille 1985. *Lousonna* 7, CAR 42, 103–109. Lausanne.
- Reusche, E. (1977) Kalköfen für periodischen Betrieb in Südeuropa. Veröffentlichung der Abteilung Architektur des Kunsthistorisches Instituts der Universität Köln 12. Köln.
- Sölter, W. (1970) Römische Kalkbrenner im Rheinland. *Kunst und Altertum am Rhein* 31. Düsseldorf.
- Soom, M. (1985) Kalkbrennhofen in Ausserberg und ein Harz-Schmelzofen bei Finnu (Lötschberg-Südrampe VS). *Minaria Helvetica*, 5, 48–59.
- Suméra, F., avec la collaboration d'E. Veyrat (1997) Les fours à chaux gallo-romains de «Brétinoust». Commune de Sivry-Courty (Seine-et-Marne). *Revue Archéologique du Centre de la France* 36, 99–130.