

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin de l'Association Pro Aventico
<b>Herausgeber:</b>	Association Pro Aventico (Avenches)
<b>Band:</b>	53 (2011)
<b>Artikel:</b>	Examen pétrographique des meules en lave vacuolaire du moulin des Tourbières à Avenches
<b>Autor:</b>	Serneels, Vincent
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-391573">https://doi.org/10.5169/seals-391573</a>

### 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:** 19.02.2026

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

# Examen pétrographique des meules en lave vacuolaire du moulin des *Tourbières* à Avenches\*

Vincent Serneels

Les fragments de meules recueillis sur le site du moulin hydraulique antique des *Tourbières* à Avenches sont en majorité taillés dans une lave vacuolaire gris clair. L'utilisation de ce type de roche pour fabriquer des meules est bien documentée pour la période romaine, principalement dans le bassin méditerranéen, mais aussi dans les provinces septentrionales. Le choix de ce matériau obéit à des critères fonctionnels dans la mesure où la dureté de la roche et sa porosité naturelle permettent une mouture efficace et l'homogénéité du matériau facilite sa mise en forme. Il s'agit aussi d'un choix culturel car de nombreuses autres roches pourraient être utilisées.

L'Empire romain englobe un certain nombre de districts volcaniques tertiaires et quaternaires susceptibles de fournir des roches de ce genre<sup>1</sup>. À partir des années 1980, la caractérisation pétrographique, basée sur les analyses géochimiques et/ou les observations en lame mince, a été utilisée dans le but de déterminer la provenance des objets archéologiques<sup>2</sup>. En outre, plusieurs carrières ont été localisées et étudiées sur le terrain.

La ville d'Avenches se trouve à mi-chemin entre les carrières identifiées dans l'Eifel (Allemagne) et la région du Massif Central français. Il n'est pas non plus impossible d'envisager des importations provenant des zones qui bordent la Méditerranée. La question de la provenance des meules en lave vacuolaire du moulin des *Tourbières* mérite donc d'être posée.

Tous les fragments présentent un aspect assez similaire: la matrice est gris clair et homogène; la porosité est abondante (30 à 50%), large et arrondie; les cristaux visibles à l'œil nu sont petits (<1mm) et peu abondants; deux sortes de cristaux, verts sombres et blanchâtres, sont visibles.

Sept fragments (AME 301 à 307), choisis de manière à couvrir toute la gamme de variation macroscopique de l'assemblage, ont fait l'objet d'analyses chimiques élémentaires globales<sup>3</sup> et de lames minces pétrographiques.

AME 301	MRA, inv. 07/14415-18
AME 302	MRA, inv. 07/14410-3
AME 303	MRA, inv. 07/14415-22
AME 304	MRA, inv. 07/14408-105
AME 305	MRA, inv. 07/14415 (fragm.)
AME 306	MRA, inv. 07/14402-3
AME 307	MRA, inv. 07/14415-23

Les analyses chimiques montrent des variations extrêmement faibles, tant pour les éléments majeurs que pour les éléments traces (fig. 1). Tous les échantillons sont des roches basaltiques contenant entre 49 et 52% de silice ( $\text{SiO}_2$ ). Les teneurs en  $\text{K}_2\text{O}$  (entre 2.20 et 2.50%) et en  $\text{Na}_2\text{O}$  (entre 3.80 et 4.20%) sont relativement élevées. Selon la classification TAS<sup>4</sup>, ces roches se projettent à la limite entre le champ des trachybasaltes et celui des trachybasaltes andésitiques (fig. 2). Ces roches sont considérées comme potassiques ( $\text{Na}_2\text{O} - 2 < \text{K}_2\text{O}$ ) et doivent donc être appelées des trachybasaltes potassiques et des shoshonites. Ces nuances de nomenclature ne rendent pas bien compte de la réalité qui montre bien qu'en fait ces roches sont très proches les unes des autres. Pour les autres éléments chimiques, les similitudes sont aussi très grandes.

**Mots-clés**  
Avenches  
Aventicum  
moulin hydraulique  
meules  
pétrographie  
lave

**Stichwörter**  
Avenches  
Aventicum  
Wassermühle  
Mühlsteine  
Petrografie  
Lava

\* Cette note résume les principaux résultats de la contribution présentée au colloque international consacré à l'«Archéologie des moulins hydrauliques, à traction animale et à vent des origines à l'époque médiévale» (Lons-le-Saunier, 2-5 novembre 2011). Pour le moulin des *Tourbières*, cf. supra, P. Blanc, D. Castella, Le moulin hydraulique gallo-romain des *Tourbières* à Avenches/Aventicum, p. 7-62.

1 Lustriño/Wilson 2007.

2 Williams-Thorpe 1988; Dautria/Reille 1992; Serneels 1994; Gluhak/Hofmeister 2009; Antonelli/Lazzarini 2010.

3 Les analyses chimiques ont été faites par la méthode de la spectrométrie de fluorescence des rayons X (XRF) à l'aide d'un spectromètre Philips PW2400 sur des perles en verre (tétraborate de lithium), sous la responsabilité de V. Serneels.

4 Le Maitre (éd.) 1989.

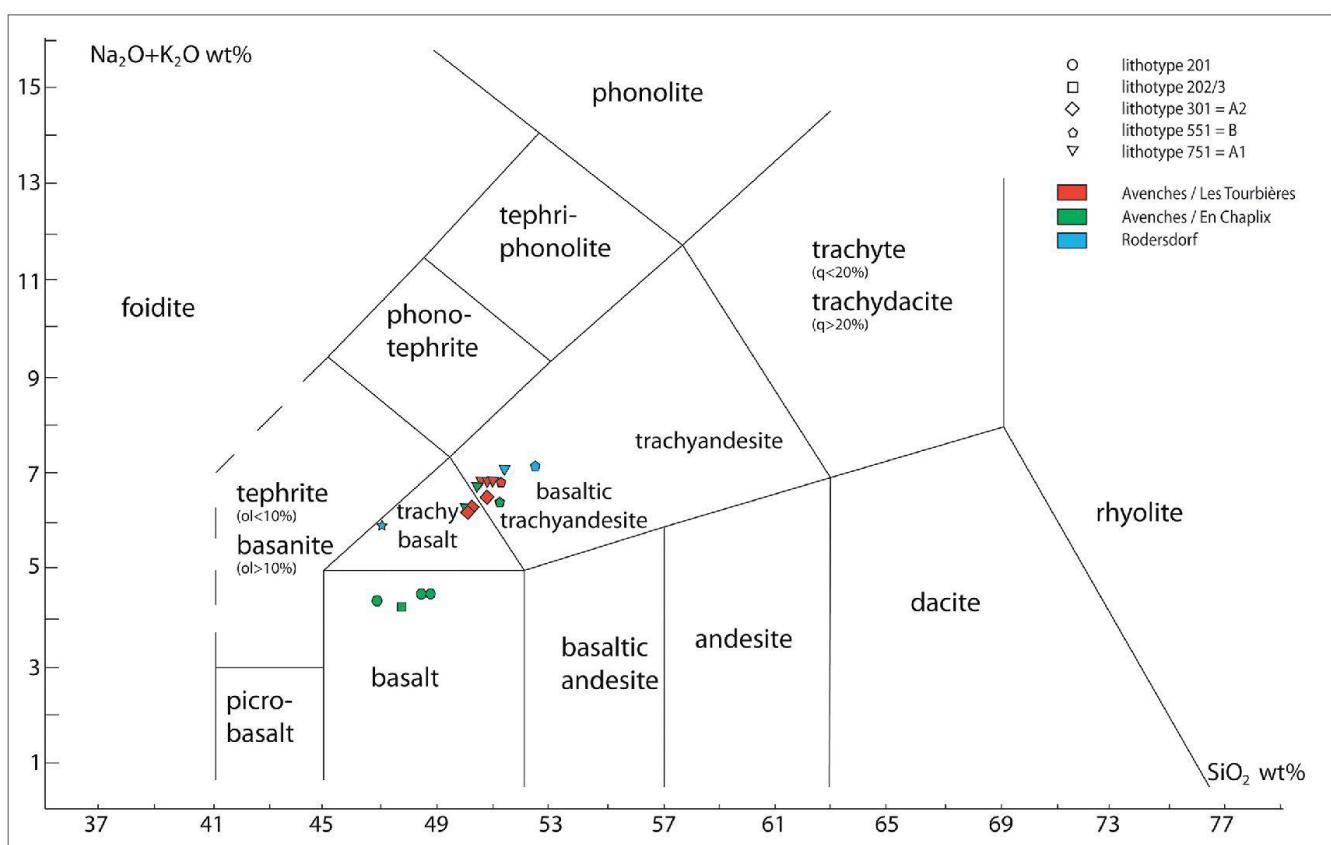
**Fig. 1**

*Analyses chimiques globales des meules en lave vacuolaire du moulin hydraulique d'Avenches-Les Tourbières.*

		AME 303	AME 304	AME 307	AME 301	AME 302	AME 305	AME 306
SiO <sub>2</sub>	%	49.56	49.63	49.62	50.02	49.45	49.78	50.89
TiO <sub>2</sub>	%	2.24	2.23	2.22	2.09	2.12	2.13	1.98
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	17.09	17.08	17.22	17.01	17.05	17.14	17.09
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (tot)	%	10.33	10.31	10.34	10.19	10.49	10.55	9.35
MnO	%	0.20	0.20	0.20	0.18	0.19	0.19	0.20
MgO	%	3.19	3.19	3.15	3.64	3.75	3.79	3.43
CaO	%	7.88	7.80	7.75	7.95	8.04	8.09	7.56
Na <sub>2</sub> O	%	4.17	4.17	4.14	4.14	3.85	3.91	4.18
K <sub>2</sub> O	%	2.24	2.27	2.24	2.23	2.20	2.21	2.45
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	1.29	1.25	1.29	0.73	0.69	0.76	0.83
LOI	%	0.02	-0.07	-0.05	-0.05	-0.10	-0.22	0.05
SUM	%	98.42	98.36	98.39	98.38	98.03	98.75	98.18
Cr	ppm	16	13	13	27	32	39	27
Ni	ppm	1<	3<	3	13	11	17	18
Cu	ppm	0<	-1<	1<	4<	6<	6<	7
Zn	ppm	97	99	99	115	104	114	99
Rb	ppm	53	54	53	55	52	54	63
Sr	ppm	999	999	1003	790	792	800	822
Y	ppm	37	36	37	32	31	32	34
Zr	ppm	270	270	270	286	290	284	317
Nb	ppm	78	78	78	75	77	71	91
Ba	ppm	720	718	717	708	681	724	772
Pb	ppm	3<	6<	8	6<	4<	7<	2<
Classification locale		roche A2	roche A2	roche A2	roche A1	roche A1	roche A1	roche B
Classification unifiée		litho 751	litho 751	litho 751	litho 301	litho 301	litho 301	litho 551

**Fig. 2 (ci-dessous)**

*Projection dans le diagramme SiO<sub>2</sub> / Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O (TAS) de la classification des laves volcaniques des meules d'Avenches-Les Tourbières, Avenches-En Chaplix et Rodersdorf-Klein Buel (SO).*



		AME 303	AME 304	AME 307	AME 301	AME 302	AME 305	AME 306
Porosité		50	50	50	50	50	40	30
Phénocristaux		5	5	5	8	8	15	21
Matrice		45	45	45	42	42	45	49
<b>DESCRIPTION DÉTAILLÉE</b>								
<b>Phénocristaux</b>								
Plagioclase	type 1	1.5	2.5	2.5	0.5	0.5	1.0	1.0
	type 2	1.5	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	2.0
	type 3	1.5	0.0	0.0	< 0.1	< 0.1	0.0	2.0
Pyroxène		< 0.1	< 0.1	< 0.5	6.5	6.5	12.0	12.0
Opaque		0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	2.0	3.0
Amphibole	cristaux	0.0	0.0	0.0	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.0
	pseudomorphose	< 0.1	< 0.1	0.0	< 0.1	< 0.1	< 0.1	1.0
Indéterminé	noséane?	0.0	< 0.1	< 0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Xénocristaux	quartz	0.0	< 0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Matrice</b>								
Plagioclase	grand	0.0	0.0	0.0	22.0	22.0	25.0	24.0
	petit	25.0	24.0	24.0	8.0	8.0	5.0	5.0
Pyroxènes		8.0	7.0	7.0	7.5	7.5	8.0	10.0
Opaques		8.0	7.0	7.0	4.0	4.0	5.0	7.0
Olivines		4.0	7.0	7.0	0.5	0.5	2.0	3.0
<b>TOTAL NORME A 100</b>								
Plagioclase		59.0	57.0	57.0	61.0	61.0	51.7	48.6
Pyroxène		16.0	14.0	14.0	28.0	28.0	33.3	31.4
Opaque		17.0	15.0	15.0	10.0	10.0	11.7	14.3
Olivine		8.0	14.0	14.0	1.0	1.0	3.3	4.3
Amphibole		< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	1.4
Classification locale		roche A1	roche A1	roche A1	roche A2	roche A2	roche B	
Classification unifiée		litho 751	litho 751	litho 751	litho 301	litho 301	litho 301	litho 551
		PI > Px	PI > Px	PI > Px	Px > PI	Px > PI	Px > PI	Px > PI Amp

Les observations au microscope permettent de classer les échantillons en trois sous-groupes ou lithotypes (A1, A2 et B), qui se distinguent par des détails de la composition minéralogique et de la texture (fig. 3 et 4).

La roche A1 possède une forte porosité et une faible proportion de phénocristaux<sup>5</sup>. Le minéral le plus fréquent est un plagioclase qui présente souvent un aspect poecilitique<sup>6</sup> et zoné. On y observe de très rares grains de pyroxène de couleur verte, ainsi que des amas de petits cristaux opaques évoquant la transformation d'un minéral préexistant, probablement une amphibole. La roche A2 est similaire à la précédente, mais les phénocristaux les plus abondants sont des py-

roxènes brunâtres, alors que le plagioclase est très peu représenté. Les minéraux opaques sont plus abondants et on observe quelques grains reliques d'amphibole. La roche B est aussi très proche; elle est plus compacte et contient une plus forte proportion de phénocristaux. Les pyroxènes sont plus abondants que les plagioclases. La roche contient aussi des amas de cristaux opaques.

On constate que les échantillons appartenant au même lithotype sont chimiquement plus proches les uns des autres, mais qu'il n'y a aucun écart significatif entre les trois sous-groupes. Il s'agit donc bien de nuances et non de différences significatives. La variabilité, tant chimique que minéralogique et texturale, que l'on observe entre les échantillons du moulin des *Tourbières* est celle que l'on peut attendre au sein d'une seule et même coulée de lave. Les différents échantillons proviennent donc probablement d'une seule et même carrière mais ont été prélevés à quelques mètres ou dizaines de mètres les uns des autres.

Le lithotype A1 des *Tourbières* est rigoureusement identique à la roche «type 2» des meules d'Avenches-*En Chaplix*<sup>7</sup>. Elle a aussi été observée à Rodersdorf-*Klein Büel* (SO)<sup>8</sup>. Le lithotype B des *Tourbières* est aussi présent sur ces deux sites<sup>9</sup>.

### Fig. 3

Description pétrographique des meules en lave vacuolaire du moulin hydraulique d'Avenches-Les *Tourbières*.

5 Le terme de phénocristaux désigne les grains de taille supérieure à ceux de la matrice.

6 Le terme poecilitique désigne des grains contenant une très forte proportion d'inclusions.

7 Serneels 1994: échantillons AVE10 et AVE79.

8 El Kateb 2011: échantillon RDD731.

9 Serneels 1994: échantillon AVE12 et El Kateb 2011: échantillon RDD 651.

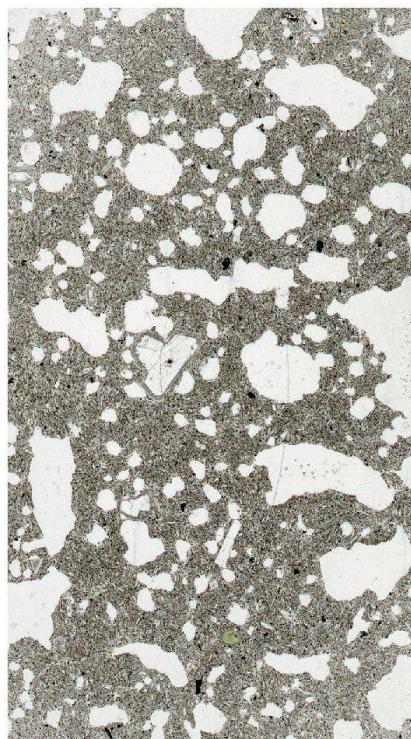
**Fig. 4**

Aspect en lame mince des meules en lave vacuolaire du moulin hydraulique d'Avenches-Les Tourbières.  
 Échant. AME 303: lithotype A1  
 Échant. AME 301: lithotype A2  
 Échant. AME 306: lithotype B

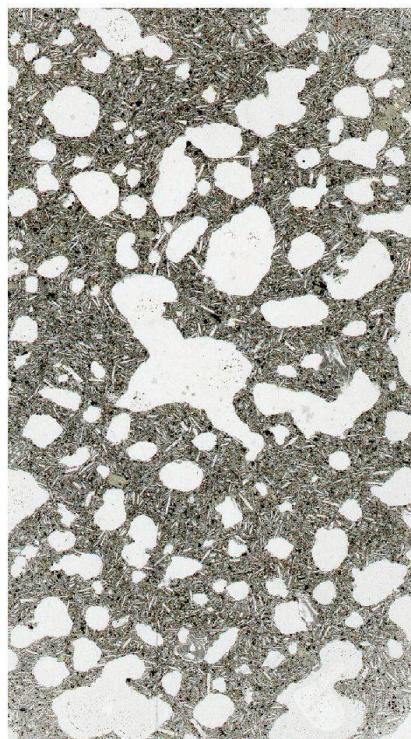
Les meules en lave vacuolaire du moulin hydraulique des *Tourbières à Avenches* proviennent donc de la même carrière et celle-ci a aussi fourni des meules pour deux autres moulins hydrauliques identifiés en Suisse.

Malheureusement, l'identification de cette carrière reste à établir. Grâce aux données publiées pour les principaux sites d'extraction de lave vacuolaire en Italie, il est possible d'exclure les districts de la péninsule et de ses îles<sup>10</sup>. De la même manière, il est possible d'exclure les car-

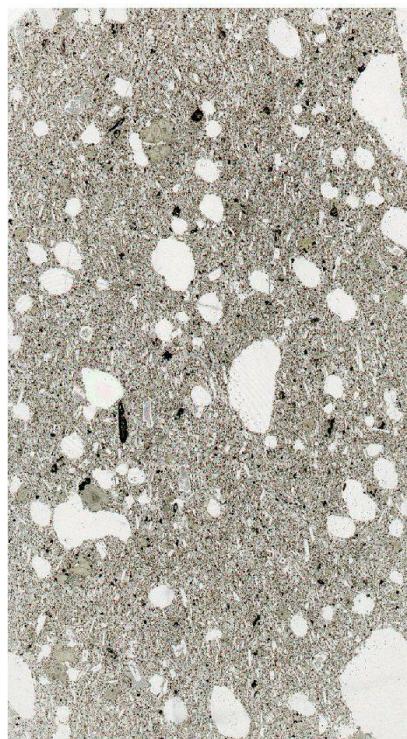
rières du Languedoc<sup>11</sup> et celles de l'Eifel<sup>12</sup>. Par contre, on connaît très mal l'exploitation des roches du Massif Central français. Cette immense région, couvrant plus de 10'000 km<sup>2</sup>, offre une grande variété de roches volcaniques<sup>13</sup>. Des roches qui pourraient être compatibles avec les trachybasaltes potassiques/shoshonites identifiées à Avenches sont signalées dans la Chaîne des Puys, dans le Massif du Sancy/Mont Dore et dans le Cantal. Par contre, aucune carrière d'époque romaine n'a encore été formellement localisée sur le terrain.



AME 303



AME 301



AME 306

10 Antonelli/Lazzarini 2010 distinguent six zones d'extraction antique importantes en Italie:

1. Les collines Eugéennes (province volcanique vénitienne): trachytes;
  2. Orvieto (district volcanique de Vulsini): phono-lites à leucite;
  3. Castello di Cisterna (complexe volcanique du Somma-Vésuve): trachyandésites basaltiques à leucite;
  4. Le Vulture (Potenza-Basileate): téphrites-foidites;
  5. Mulargia (Sardaigne): rhyolite ignimbritique;
  6. Mongibello (Etna, Sicile): hawaïites et mugérites.
- Des carrières de moindre importance ont probablement existé aussi sur les îles volcaniques de l'archipel éolien, à Ustica et Pantelleria.

11 Dautria/Reille 1992. Des exploitations sont connues au Cap d'Agde et dans la vallée de l'Hérault ainsi que dans la région toulonnaise.

12 Gluhak/Hofmeister 2009.

13 Downes 1987.

## Bibliographie

## Crédit des illustrations

### Revues, séries et sigles

Les illustrations ont été réalisées par l'auteur.

CAR

*Cahiers d'archéologie romande*, Lausanne.

MRA

Musée romain d'Avenches.

### Monographies et articles

Antonelli/Lazzarini 2010

F. Antonelli, L. Lazzarini, Mediterranean Trade of the Most Widespread Roman Volcanic Millstone from Italy and Petrological Markers of their Raw Materials, *Journal of Archaeological Science* 37, 2010, p. 2081-2092.

Dautria/Reille 1992

J.-M. Dautria, J.-L. Reille, Analyse pétrographique et détermination de la provenance du matériau basaltique des meules antiques de Lattes, *Lattara* 5, 1992, p. 233-236.

Downes 1987

H. Downes, Tertiary and Quaternary Volcanism in the Massif Central, France, in: J. C. Fitton, B. G. J. Upton (éd.), *Alkaline Igneous Rocks* (Geological Society Special Publications 30), Boston, 1987, p. 517-530.

El Kateb 2011

A. El Kateb, *Étude pétrographique de fragments de meules en lave vacuolaire de Rodersdorf «Klein Büel»*, travail de bachelor de l'Université de Fribourg, 2011 (inédit).

Gluhak/Hofmeister 2009

T. M. Gluhak, W. Hofmeister, Roman Lava Quarries in the Eifel Region (Germany): Geochemical Data for Millstone Provenance Studies, *Journal of Archaeological Science* 36, 2009, p. 1774-1782.

Le Maitre (éd.) 1989

R. W. Le Maitre (éd.), *A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms. Recommendations of the International Union of Geological Sciences, Subcommission on Systematics of Igneous Rocks*, Oxford, 1989.

Lustrino/Wilson 2007

M. Lustrino, M. Wilson, The Circum-Mediterranean Anorogenic Cenozoic Igneous Province, *Earth-Science Reviews* 81, 2007, p. 1-65.

Serneels 1994

V. Serneels, Analyse pétrographique, in: D. Castella et al., *Le moulin hydraulique gallo-romain d'Avenches «En Chaplix»*. Fouilles 1990-1991 (CAR 62, Aventicum VI), Lausanne, 1994, p. 63-71.

Williams-Thorpe 1988

O. Williams-Thorpe, Provenancing and Archaeology of Roman Millstones from the Mediterranean Area, *Journal of Archaeological Science* 15, 1988, p. 253-305.

